

**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA**

**"PROYECTO DE NORMAS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCION
DE ACOMETIDAS EN BAJO VOLTAJE"**


ALDO JESUS AGUAYO LUNA

**TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO
ELECTRICO EN LA ESPECIALIZACION DE SISTEMAS ELECTRICOS DE
POTENCIA**

QUITO - JUNIO - 1996

CERTIFICADO

Certifico que la presente tesis ha sido desarrollada por el señor Aldo Jesús Aguayo Luna, bajo mi dirección.


Ing. Mario Barba Clavijo
DIRECTOR

AGRADECIMIENTO

Deseo dejar constancia de mi sincero agradecimiento al Ingeniero Mario Barba Clavijo por su acertada y desinteresada dirección.

Mi especial agradecimiento al Ingeniero Carlos Maldonado Terneus jefe de la Sección de Acometidas de la E.E.Q.S.A. por su invalorable cooperación, amistad y don de gentes.

Al los Ingenieros Víctor Orejuela, Nelson Suarez de INECEL y Carlos Herrera de E.E.Q.S.A., Tecnólogo Víctor Pumisacho por su gentil colaboración.

A mis amigos y compañeros Marco Sosa Ramírez y Ramiro Obando Cevallos por su apoyo y moral.

Al Tecnólogo Arturo Yanez Orquera jefe del Laboratorio de Medidores y todo su personal, Tecnólogo Hernan Rivadeneira de Pérdidas Negras de la E.E.Q.S.A. por su colaboración y compañerismo.

A todas las personas que de alguna manera colaboraron en la realización del presente trabajo.

DEDICATORIA

*A Dios Todopoderoso
A mis padres
y hermanos
a Ti*

INDICE GENERAL

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1.	Introducción	1
1.2.	Objetivo	2
1.3.	Alcance	2

CAPITULO II: MEDIDORES, CAJONES Y TABLEROS ARMARIOS DE MEDIDORES PARA ENERGIA ELECTRICA.

2.1.	Voltajes de red secundaria	5
2.2.	Medidores	7
2.2.1.	Tipo de medidores	7
2.2.2.	Suministro del medidor	7
2.2.3.	Regulaciones para la instalación	7
2.2.4.	Tipos de instalación	8
2.2.5.	Ubicación	8
2.2.6.	Disposiciones generales	9
2.2.7.	Colocación de sellos	9
2.2.8.	Estructuras tipo (Kits) de medidores	9
2.3.	Tableros soportes de madera	10
2.3.1.	Tipos de tableros soportes de madera	10
2.3.2.	Suministro del tablero soporte	10
2.3.3.	Altura de instalación del tablero soporte	10
2.4.	Cajón (tablero) metálico o de madera	10
2.4.1.	Generalidades	10
2.4.2.	Dimensiones del cajón (tablero) de medidores	10
2.4.3.	Estructura	11
2.4.4.	Altura de montaje	11
2.4.5.	Descripción de los componentes para el cajón (tablero) para demandas bajas, medición directa	11
2.4.6.	Descripción de los componentes para el cajón (tablero) para demandas altas, medición indirecta	12
2.5.	Tableros armarios para medidores	13
2.5.1.	Generalidades	13
2.5.2.	Suministro de tableros y otros	13
2.5.3.	Instalación de tableros armarios de medidores	13
2.5.4.	Instalación de varios tableros armarios	13
2.5.5.	Altura del tablero armario	14
2.5.6.	Estructura	14
2.5.7.	División modular	14
2.5.8.	Rotulación	15
2.5.9.	Dimensiones	15
2.5.10.	Distancias mínimas	15
2.5.11.	Montaje	16
2.5.12.	Tuberías de entrada y salida	16
2.5.13.	Diagrama unifilar	16
2.5.14.	Descripción de equipos para tableros armarios para demandas bajas, medición directa; para la instalación desde seis medidores	16
2.6.	Criterios de diseño para cajones y tableros armarios	19
2.7.	Detalle de los componentes de cajones y tableros armarios	19
2.7.1.	Descripción técnica de los componentes de cajones y tableros armarios	20
2.8.	Ventajas de la utilización de tableros	22
2.9.	Proyección de nuevos tableros soportes y cajones metálicos para medición directa e indirecta	23
2.9.1.	Generalidades	23
2.9.2.	Proyección de cajones metálicos para medición directa	23
2.9.2.1.	Proyección del tablero soporte	23
2.9.2.2.	Proyección del cajón metálico individual	23
2.9.2.3.	Dimensiones	24
2.9.2.4.	Proyección de cajones individuales adyacentes	24
2.9.3.	Proyección de cajones metálicos para medición indirecta	24

2.9.3.1.	Dimensiones	25
2.9.4.	Estructura	25
2.10.	Puesta a tierra	25
2.10.1.	Conexión	25
2.11.	Planos de construcción de cajones y tableros armarios de medidores	25

CAPITULO III: ACOMETIDAS Y PROTECCIONES.

3.	Acometidas	49
3.1.	Requisitos generales	49
3.1.1.	Clases de acometidas	49
3.1.2.	Número de acometidas permitidas	49
3.1.3.	Acometida para un inmueble a través de otro	50
3.1.4.	Longitud máxima de conductores de acometida	50
3.1.5.	Acceso a las instalaciones eléctricas	50
3.1.6.	Conexión de conductores de acometida	50
3.1.7.	Conductores de acometida	51
3.1.8.	Conexiones y empalmes en los conductores de acometida	51
3.1.9.	Medios de fijación de las tuberías de entrada de acometida	51
3.1.10.	Derivaciones en la tubería de entrada de acometida	51
3.1.11.	Diámetro mínimo de la tubería de entrada de acometida	51
3.1.12.	Conductores en las tuberías de entrada de acometidas	52
3.1.13.	Número de conductores en las tuberías de acometidas	52
3.1.14.	Conductor neutro de sistemas de acometidas	52
3.1.15.	Partes activas	52
3.1.16.	Distintivo para los conductores	53
3.1.17.	Personal autorizado	53
3.2.	Acometidas tipo	53
3.2.1.	Generalidades	53
3.2.2.	Acometidas aéreas en bajo voltaje	53
3.2.2.1.	Condiciones de separación	53
3.2.2.2.	Tipos de conductores aéreos	54
3.2.2.3.	Ubicación de las tuberías de entrada de acometida	55
3.2.2.4.	Identificación de componentes	55
3.2.2.5.	Accesorios empotrados y no empotrados	55
3.2.2.6.	Métodos de instalación de acometidas	55
3.2.2.7.	Punto de fijación de los conductores de acometidas	56
3.2.2.8.	Medios de fijación	56
3.2.2.9.	Codo de la entrada de acometida	56
3.2.2.10.	Canalización para conductores de acometida aérea	57
3.2.2.11.	Calibre mínimo de los conductores	57
3.2.2.12.	Planos de construcción de acometidas aéreas	57
3.2.3.	Acometidas subterráneas	57
3.2.3.1.	Tipos de acometida subterránea	57
3.2.3.2.	Suministro e instalación de las tuberías	57
3.2.3.3.	Protección mecánica	58
3.2.3.4.	Sellado de las tuberías	58
3.2.3.5.	De sus conductores	58
3.2.3.6.	Curvatura de las tuberías de entrada de acometidas	59
3.2.3.7.	Canalización para conductores de acometida	59
3.2.3.8.	Calibre mínimo de los conductores	59
3.2.3.9.	Protección dentro de propiedades privadas	59
3.2.3.10.	Protección al conductor	60
3.2.3.11.	De la boca de la tubería	60
3.2.3.12.	Accesorios intermedios de derivación	60
3.2.3.13.	Número de conductores en tuberías	60
3.2.3.14.	Contenido exclusivo	60
3.2.4.	Estructuras tipo (Kits) de acometidas	60
3.2.5.	Listado de materiales asociados a cada acometida	61
3.2.6.	Planos de construcción de acometidas subterráneas	61
3.2.7.	Caídas de voltaje en acometidas	61
3.2.7.1	Bases teóricas para la evaluación de caídas de voltaje	61
3.2.7.2.	Ecuaciones para las caídas de voltaje	62

3.2.7.3.	Parámetros eléctricos de los conductores	65
3.2.7.4.	Metodología para el cálculo de caída de voltaje y KVA-m	67
3.2.7.5.	Proceso de cálculo de KVA-m y $\Delta V\%$	69
3.3.	Protecciones	70
3.3.1.	Generalidades	70
3.3.2.	Tipo de protección en función de la demanda	70
3.3.3.	Portafusible-seccionador o disyuntor principal para tableros armarios	71
3.3.3.1.	Características mínimas del interruptor termomagnético (disyuntor) y seccionador-portafusible general	71
3.3.3.2.	Características de los fusibles	72
3.3.4.	Cálculo de la capacidad de la protección contra sobrecargas y cortocircuitos	73
3.3.5.	Ubicación del disyuntor individual	73
3.3.6.	Ubicación del disyuntor general	73
3.3.7.	Altura del disyuntor	74
3.3.8.	Instalación	74
3.3.9.	Protección mecánica	74
3.3.10.	Desconexión	74
3.3.11.	Conexiones	74
3.3.12.	Estructuras tipo (Kits) de protecciones	75

CAPITULO IV: ANALISIS TECNICO ECONOMICO

4.1.	Análisis técnico-económico del conductor en función de caídas máximas de voltaje, pérdidas óptimas, capacidad de conducción y mínimo costo.	96
4.1.1.	Análisis técnico	96
4.1.2.	Análisis económico	97
4.1.2.1.	Bases teóricas	97
4.1.2.2.	Metodología empleada para el estudio	111
4.1.2.2.1.	Consideraciones para el estudio	111
4.1.2.2.2.	Crecimiento de la carga	114
4.1.2.3.	Elementos y datos de costos	114
4.1.2.4.	Cálculo de pérdidas de potencia y de energía	115
4.1.2.5.	Proceso de cálculo para la determinación del conductor económico de acometidas	117
4.1.3.	Aplicación	119
4.1.3.1.	Consideraciones generales	119
4.1.3.2.	Conductor económico	120
4.1.3.3.	Resultados y análisis	120
4.1.3.4.	Calibres de conductores recomendados y guías de diseño de acometidas técnico-económicas con 3 opciones disponibles	122
4.1.4.	Ejemplo específico de aplicación	122
4.2.	Análisis del costo de materiales de las estructuras tipo (Kits), aéreas, subterráneas y mixtas	125
4.3.	Diseño técnico-económico de sistemas de acometidas analizando carga instalada del cliente	126
4.3.1.	Determinación de la carga instalada	126
4.3.2.	Cálculo de la carga instalada	127
4.3.3.	Determinación de demandas máximas actuales	127
4.3.4.	Cálculo de la demanda máxima actual	129
4.3.5.	Cálculo de la demanda diversificada	130
4.3.6.	Determinación de la protección	131
4.3.7.	Determinación del medidor	131
4.4.	Selección técnico-económico de sistemas de acometidas	131

CAPITULO V: INSTRUCTIVO PARA ORIENTACION AL CLIENTE Y LOS TECNICOS DE LA E.E.Q.S.A.

5.1.	Instructivo para orientación al cliente	132
5.2.	Instructivo para los técnicos de la E.E.Q.S.A.	136

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.	Conclusiones generales	137
6.2.	Conclusiones especificas de la aplicación y del ejemplo	138
6.3	Recomendaciones	140
APENDICE A: Glosario de términos		142
APENDICE B: Esquemas de conexiones tipo del conductor, equipos de control y protección de acometidas		148
ANEXO 1.	Cálculo de la distancia media geométrica para conductores tipo sucre (multiconductor).	152
ANEXO 2.	Cálculo de resistencia y reactancia para conductores tipo TTU y sucre (multiconductor).	154
ANEXO 3.	Cálculo de los KVA-m para los conductores tipo TTU y sucre (multiconductor).	157
ANEXO 4.	Cálculo del porcentaje real de caída de voltaje para conductores tipo TTU y sucre (multiconductor).	161
ANEXO 5.	Curvas típicas de los diferentes tipos de clientes.	170
ANEXO 6.	Datos de costos de conductores y costos marginales de pérdidas.	174
ANEXO 7.	Cálculo de pérdidas de potencia y energía.	177
ANEXO 8.	Cálculo de costos a valor presente de pérdidas totales en función de los KVA y cálculo de los costos totales de a valor presente en función de costos de inversión y pérdidas totales.	182
ANEXO 9.	Curvas de costo total en función de los KVA máximos iniciales.	189
ANEXO 10.	Conductor económico de acometidas.	202
ANEXO 11.	Guías técnico económicas de diseño de acometidas derivadas de redes secundarias monofásicas y trifásicas.	204
ANEXO 12.	Estructuras tipo (Kits) de acometidas, medidores y protecciones.	207
ANEXO 13.	Selección de sistemas técnico económicos de acometidas.	231
ANEXO 14.	Instructivo para técnicos de la E.E.Q.S.A.	234
BIBLIOGRAFIA		238

INDICE DE PLANOS

T1	Cajón metálico para un medidor	27
T2	Cajón metálico para demandas bajas, medición directa	28
T2	Cajón metálico para demandas bajas, medición directa	28
T3	Cajón metálico para demandas altas, medición indirecta	29
T4	Cajón metálico, ubicación y altura	30
T5	Tablero armario, medición directa para 9 medidores, vista frontal	31
T6	Tablero armario, medición directa, corte A-A	32
T7	Tablero armario, medición directa, corte B-B	33
T8	Tablero armario, medición directa, estructura interior	34
T9	Tablero armario, medición directa, perspectiva	35
T10	Tablero armario para 18 medidores, tableros continuos	36
T11	Tablero armario, ubicación y altura	37
T12	Tablero armario, puesta a tierra	38
T13	Tablero armario, diagrama unifilar	39
T14	Proyecto cajón metálico, perspectiva	40
T15	Proyecto cajón metálico, vistas y cortes	41
T16	Tablero metálico soporte, proyección	42
T17	Proyección cajón continuo, perspectiva	43
T18	Proyecto cajón metálico, vista interior	44
T19	Proyecto cajón metálico, tablero y acometida	45
T20	Proyecto cajón metálico, vista frontal	45
T21	Tableros armarios, medición directa para 6, 9, 12 y 15 medidores, vista frontal	47
T22	Tableros armarios, medición directa para 18, 21 y 40 medidores, vista frontal	48
A1	Acometida aérea, identificación	76
A2	Acometida aérea, identificación	77
A3	Acometida aérea, vista general	78
A4	Acometida aérea residencial, accesorios exteriores	79
A5	Acometida aérea residencial, accesorios empotrados	80
A6	Acometida aérea, separación de los conductores con relación al suelo y techados	81
A7	Acometida aérea residencial, inmuebles de interés social	82
A8	Acometida aérea suburbanas y rurales	83
A9	Acometida aérea, separación de conductores con relación al suelo en casas suburbanas y rurales	84
A10	Acometida aérea, separación de conductores con relación al suelo en casas suburbanas y rurales	85
A11	Acometida aérea, separación de conductores con relación al suelo en casas suburbanas y rurales	86
A12	Acometida aérea, separación de conductores con relación al suelo en casas suburbanas y rurales	87
A13	Acometida aérea, diferentes formas de sujetar esta de acuerdo a las alturas reglamentarias	88
A14	Acometidas subterráneas, identificación de acometida proveniente de un sistema de distribución subterráneo	89
A15	Acometidas subterráneas, obras civiles	90
A16	Acometidas subterráneas, identificación de acometida proveniente de un sistema de distribución aéreo	91
A17	Acometidas subterráneas, identificación de acometida proveniente de un sistema de distribución aéreo	92
A18	Acometidas, altura del medidor, instalación interior	93
A19	Acometidas subterráneas, obras civiles	94
A20	Acometidas, ubicación de entrada	95
B1	Diagrama unifilar de sistemas de acometidas	149
B2	Diagrama de conexiones para acometida, medidor y protección	150
B3	Diagrama de conexiones para acometida, medidor y protección	151

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Introducción

Actualmente en el país son las Empresas Eléctricas las encargadas de distribuir y comercializar la energía eléctrica, estas son las que proveen los materiales y efectúan los diseños de las acometidas.

Para tener una idea aproximada, la E.E.Q.S.A. invierte unos 4.000.000.000 sucres en materiales por año, atiende unas 100 solicitudes diarias de suministro de energía y tiene cerca de 400.000 clientes. Las Empresas no tienen publicado un instructivo con todas las opciones para instalar los diferentes tipos de acometidas, y los clientes no conocen los términos técnicos utilizados en la Empresas.

En cuanto a la comercialización, debe existir una política adecuada que permita atender con rapidez las solicitudes de los diferentes clientes.

Por lo tanto el diseño, control, operación y mantenimiento de los sistemas de distribución y la información que requiere el cliente deben ser adecuados para conseguir continuidad y buena calidad del servicio.

En el país no existe un criterio unificado para el diseño y construcción de sistemas de acometidas, por lo tanto es necesario la elaboración de unas normas o reglamentos más amplias, que permitan un mejor conocimiento de los técnicos de las empresas.

Se proyecta determinar el porcentaje de caída de voltaje real de las acometidas, ya que no se cumple como lo estipulan los reglamentos internos de las empresas: "diseñar la acometidas con una caída de voltaje del 1%".

Mediante el análisis técnico-económico de acometidas se determinará el conductor económico, con una vida útil de 10 años, el uso de este criterio permitirá un beneficio económico para las empresas.

El análisis técnico-económico se los hará en dos partes: la parte técnica en función de la caída de voltaje y límite térmico, la parte económica en función de la suma de los costos de inversión y costos de pérdidas de potencia y energía llevados a valor presente.

Dentro de este contexto se proyecta el siguiente trabajo, para actualizar Normas y Reglamentos que rigen los procedimientos para el diseño y construcción técnico-económico de conductor, equipo de control, y protección de acometidas, permitiendo un mejor control sobre este sistema de acometida, regular el uso de la energía eléctrica, optimizar la utilización de equipos y materiales, y mejorar los diseños actuales.

Los aspectos señalados anteriormente son antecedentes suficientes que justifican la realización del análisis técnico-económico correspondiente para solucionar este problema.

1.2. Objetivo

- Facilitar la tarea de diseño y construcción de las acometidas disminuyendo el número de errores para dar una rápida orientación al constructor y mejor servicio al cliente.
- Obtener una metodología para establecer los KVA-m, caídas de voltaje y conductor económico con tres opciones técnico-económicas para acometidas aéreas y subterráneas.
- Mejorar el control sobre el uso de materiales.
- Obtener un instructivo para orientación al cliente y a los técnicos de la E.E.Q.S.A.

1.3. Alcance

Partiendo de datos de las redes de distribución, demanda a servir y en base a tablas definidas en el presente estudio, se podrán obtener diseños técnico-económicos de conductores, equipos de control y

protecciones de las acometidas, y su correspondiente listado de materiales requeridos para su construcción.

Obtener el conductor técnico-económico de la acometida en función de un análisis de caídas de voltaje, pérdidas óptimas, capacidad de conducción y mínimo costo.

Recomendar planos de construcción para los diferentes tipos de acometidas y tableros de medidores, que den las seguridades adecuadas tanto a las instalaciones del cliente como a los equipos de la Empresa.

Desarrollar recomendaciones técnicas generales de tableros de medidores respecto a su construcción, ubicación, etc.
Aplicar lo antes mencionado para las condiciones de la E.E.Q.S.A.

Para lograr lo antes mencionado la tesis contiene los siguientes capítulos:

Capítulo I.- Se tratarán los aspectos generales como son la introducción, objetivo y el alcance del estudio previo a la determinación de parámetros para el análisis del proyecto de normas de un sistema: conductor, equipo de control y protección de una acometida en bajo voltaje.

Capítulo II.- Se determinará las características de los tipos de medidores existentes ,capacidad a servir a través de los diferentes tipos de medidores. Se analizará y actualizará todos los aspectos relacionados con los medidores y tableros de medidores, en lo que se refiere a ubicación, obras civiles, etc., técnicamente justificadas.
Además se obtendrán los planos de construcción de tableros de medidores.

Capítulo III.- En este capítulo se analizarán la capacidad de conducción tanto aérea como subterránea, se determinará las estructuras tipo (Kits) que asocien una demanda y un tipo de material a utilizar, se obtendrán listados de materiales de las estructuras tipo y se actualizarán todos los aspectos relacionados con las acometidas y protecciones. Se determinarán los rangos de demandas asociados a las protecciones, y se obtendrán los planos de construcción de los diferentes tipos de acometidas.

Capítulo IV.- En este capítulo se realizará el análisis del costo de materiales de todo tipo de acometidas en bajo voltaje y asociarlo a las estructuras tipo (grupo de elementos asociados a los Kits). Se realizará un análisis técnico-económico de las acometidas en función de los costos de inversión y de las pérdidas totales a valor presente. Se efectuará el

diseño técnico-económico de conductor, equipo de control y protección de las acometidas en base al estudio de carga y estructura tipo (Kit) que permite atender la demanda y costos.

Además se definirá una selección técnico-económica de todo tipo de sistema de acometida, se desarrollará la aplicación general y un ejemplo específico la E.E.Q.S.A.

Capítulo V.- Se obtendrá un instructivo de orientación para los clientes y los técnicos de la E.E.Q.S.A.

Capítulo VI.- Se detallarán las conclusiones y recomendaciones del presente estudio.

CAPITULO II

MEDIDORES, CAJONES Y TABLEROS ARMARIOS DE MEDIDORES PARA ENERGIA ELECTRICA

2.1. Voltajes de red secundaria

El servicio eléctrico distribuido a través de redes secundarias es normalmente de corriente alterna, a una frecuencia de 60 Hertz monofásico o trifásico en los siguientes sistemas y voltajes nominales:

a) Monofásicos:

120	voltios 2 hilos
120/240	voltios 3 hilos
121/210	voltios 3 hilos

b) Trifásicos:

240	voltios-triángulo 3 hilos
208	voltios-estrella 3 hilos
120/240	voltios-triángulo 4 hilos
121/210	voltios-estrella 4 hilos

Se recomienda mantener la regulación de voltaje dentro de un margen de variación máxima del 10% compartido arriba y abajo del voltaje nominal según las características propias de cada Empresa [1].

A continuación se presentan los tipos de sistemas de distribución secundaria adoptados para la obtención de cada uno de los voltajes nominales utilizados. Ver figura 2.1:

SISTEMAS Y VOLTAJES NOMINALES DE RED		
DELTA CON NEUTRO		v/V 120/240
DELTA SIN NEUTRO		240
ESTRELLA SIN NEUTRO		208
ESTRELLA CON NEUTRO		121 121/210

Fig. 2.1 Sistemas y Voltajes Nominales de Red

2.2. Medidores

2.2.1. Tipos de medidores

- Medidor monofásico, 2 hilos, con Intensidad Nominal variable A, Intensidad máxima variable A, a 120 V, clase 2, (1F-2H - variable A/variable A 120V)
- Medidor monofásico, 3 hilos, con Intensidad Nominal 15A, Intensidad máxima 60A, a 240/120 V, clase 2, (1F-3H - 15/60A 240/120V)
- Medidor bifásico, 3 hilos, con Intensidad Nominal 15A, Intensidad máxima 60A a 210/121 V para un sistema monofásico trifilar, clase 2, (2F-3H - 15/60 A 2*210/121V)
- Medidor trifásico, 4 hilos, con Intensidad Nominal 15A, Intensidad máxima 60A a 210/121 V, Y con neutro, clase 2, (3F-4H - 15/60 A 3*210/121V)
- Medidor trifásico, 4 hilos, con Intensidad Nominal 75A, Intensidad máxima 150A, a 210/121V, Y con neutro, clase 2, (3F-4H - 75/150A 210/121V)
- Medidor trifásico, 4 hilos, con Intensidad Nominal 5A, a 121/210 V, Y con neutro, clase 1, (3F-4H - 3*121/210V 5A)
- Medidor trifásico reactivo, 4 hilos, con Intensidad Nominal 5A, a 121/210 V, Y con neutro, clase 3, (3F-4H - 3*121/210V 5A)

2.2.2. Suministro del medidor

El medidor lo suministrará e instalará la Empresa y es propiedad de ella [2].

2.2.3. Regulaciones para la instalación

1. En viviendas y/o locales comerciales que requieran 1 servicio, el equipo de medición se instalará en tablero soporte metálico o de madera.
2. En viviendas y/o locales comerciales que necesiten de 2 a 5 servicios, los equipos de medición se instalarán en cajón metálico o de madera.
3. En edificios e inmuebles que precisen la utilización de 6 o más servicios, los equipos se instalarán en un tablero armario metálico.

4. Cuando se trata de programas de vivienda tales como conjuntos residenciales, multifamiliares, Banco Ecuatoriano de la Vivienda, etc., la forma de instalación estará sujeta a las disposiciones según el tipo de construcción, los requerimientos de servicio y más características diseñadas en el programa de vivienda.

2.2.4. Tipos de instalación

Se realizan dos tipos de instalación del medidor: interior (I), y exterior (E).

- a) La instalación interior (I) se hará para cualquier capacidad, en zaguanes, halls, o cerramientos laterales, con acceso directo desde la calle.
- b) La instalación exterior (E) se hará para cualquier capacidad, en cerramientos frontales, o en fachadas de los inmuebles.

Siempre que las condiciones lo permitan se recomienda la instalación exterior (E) [2].

2.2.5. Ubicación

1. La instalación de medidor se realizará en un lugar de fácil y libre acceso para el personal de la Empresa encargada del mantenimiento, control y lectura de consumos y lo más cerca posible del punto de conexión al sistema de distribución.
2. Para las edificaciones o remodelaciones, se fijará el sitio de la instalación de los equipos de medición en la etapa de diseño respectivo.
3. La determinación del sitio de instalación obedecerá a la relación de los siguientes factores que para tal objetivo han sido tomados en consideración:
 - Tipo de construcciones según el Reglamento de Zonificación Municipal, para los sectores urbano y rural.
 - Características de la construcción, de acuerdo a los retiros establecidos.
 - Tipo de cerramiento construido.

Complementariamente a los factores citados intervendrán otros que regularán la instalación, tales como:

- Número de equipos de medición a instalarse.
- Accesibilidad al sitio del medidor.
- Distancia y altura de montaje.

2.2.6. Disposiciones generales

El medidor se instalará en forma vertical y horizontalmente nivelado, con el propósito de que los medidores tengan mayor exactitud.

No se instalarán equipos de medición en los interiores de habitaciones, departamentos, locales comerciales, kioscos, etc., así como en lugares destinados a depósitos de combustibles, depósitos de basura, calderos, tuberías de agua, lugares húmedos, etc. que puedan afectar su mecanismo.

Los señores propietarios o constructores, deberán prever una visera de protección de la lluvia, sea de cemento o metálica, de tal forma, que se proteja todo gabinete y los equipos de medición que se instalará exteriormente. Ver referencias planos T4, T19 y T20.

Este punto regirá tanto para los servicios urbanos como rurales.

2.2.7. Colocación de sellos

Los medidores que se instalarán en los diferentes tipos de gabinetes serán sellados por el personal de la Empresa antes de ser instalados.

No se permitirá abrir o romper los sellos a personal no autorizado por la Empresa, esta contravención será sancionada con lo estipulado en el Reglamento Nacional de Acometidas [1].

2.2.8. Estructuras tipo (Kits) de medidores

Existen definidos 7 tipos de estructuras tipo (Kits) de medidores, los mismos que dependen de la carga a servir, el número de fases del circuito de entrada al tablero de distribución y el nivel de voltaje de la medición. VER ANEXO 12.

2.3. Tableros soportes de madera

2.3.1. Tipos de tableros soportes de madera

Existen dos tipos de tableros soportes de madera:

- TB1 para medidores monofásicos
- TB3 para medidores bifásicos y trifásicos

2.3.2. Suministro del tablero soporte

La tablero soporte para el medidor será suministrado e instalado por la Empresa y es de propiedad de ella [2].

2.3.3. Altura de instalación del tablero soporte

La altura a la que se colocará el tablero soporte en instalaciones interiores y exteriores será medida desde el suelo hasta la parte inferior de la misma, ésta será de 1,50 metros. Ver referencias planos A4, A5, y A18 del capítulo III.

No se exceptúa el caso de viviendas suburbanas y rurales, para las cuales se establece la misma altura. Ver referencia plano A8 del capítulo III.

2.4. Cajón (tablero) metálico o de madera

2.4.1. Generalidades

Todo inmueble con requerimiento de demanda baja, de 2 hasta 5 locales poseerá un cajón (tablero) metálico o de madera. Ver referencia plano T2.

Cuando se tienen clientes con requerimiento de demanda alta se instalarán todos sus equipos en un cajón metálico. Ver referencia plano T3.

2.4.2. Dimensiones del cajón (tablero) de medidores

Este cajón (tablero) debe construirse de acuerdo a las dimensiones, dadas en la tabla 2.1 :

DIMENSIONES DEL CAJON (TABLERO)			
NUMEROS DE MEDIDORES	A (Cm)	B (Cm)	C (Cm)
1	40	60	23
2	75	60	23
3	100	60	23
4	125	60	23
5	150	60	23

Tabla 2.1 Dimensiones de los cajones metálicos o de madera

Las dimensiones anotadas se han determinado en base a los elementos que conforman el cajón (tablero), las mismas que permiten instalar los medidores y sus accesorios. Ver referencia plano T2.

2.4.3. Estructura

Se ha previsto su construcción de madera, con el fin de disminuir costos, pero el usuario puede construir de metal, sujetándose a los criterios de construcción y diseño, descritos para los tableros armarios metálicos para el montaje de los medidores.

Si el cajón es metálico su fondo debe ser de madera de 2 cm de espesor, para que sirva de aislante entre el cableado y este.

El diseño y la construcción del tablero, serán tales, que aseguren su rigidez y resistencia mecánica.

2.4.4. Altura de montaje

Ver numeral 2.3.3.

2.4.5. Descripción de los componentes para el cajón (tablero), para demandas bajas, medición directa.

Se entiende como demandas bajas, aquellas que no necesitan de transformadores de corriente para la medición.

Existen dos tipos de cajones metálicos o de madera: para un medidor y otro de 2 hasta 5 medidores.

- **Para un medidor**

Para un solo medidor, se monta el medidor de energía y su equipo de protección en un tablero soporte de madera tipo TB1 o TB3 y esta a su vez sobre el cajón metálico o de madera, se debe anotar que debe existir puesta a tierra. Ver referencia plano T1.

- **Para 2 hasta 5 medidores**

Para dos hasta cinco medidores, se instala a más de los medidores y el equipo de protección respectivo, una caja de distribución a la cual llega la acometida principal y desde esta se realiza la alimentación individual a cada medidor, y puesta a tierra.

La perforación para el ingreso de la acometida aéreas debe ser en la parte inferior lateral del cajón, para acometidas subterráneas esta se realizará en la base; pero siempre junto al fondo de este.

2.4.6. Descripción de los componentes para cajón (tablero) para demandas altas, medición indirecta.

Se entiende por demandas altas aquellas que para la medición necesitan transformadores de corriente.

En estos cajones (tableros) se instalarán los equipos de medición tanto de energía activa como de reactiva, transformadores de corriente, bornera, barra para el neutro y puesta a tierra. Ver referencia plano T3.

Las características de los medidores de energía activa y reactiva, y transformadores de corriente son:

1) Medidores de Energía.- en estos tableros se prevé instalar medidores para el control del consumo de la energía activa y reactiva, diseñados para la conexión con transformadores de medida. Las características técnicas básicas de estos equipos son para medición en bajo voltaje con transformadores de intensidad:

1.1.) Medidores de Energía Activa.- El medidor deberá cumplir en sus características mecánicas y eléctricas, lo estipulado en las normas IEC-211 publicadas en el año 1976 [3] para medidores watt-hora, corriente alterna, clase 1 ó lo estipulado en las normas ASTM, NEMA, ANSI o las que se identifiquen como equivalentes.

1.2.) Medidores de Energía Reactiva.- El medidor deberá cumplir en sus características eléctricas y mecánicas lo estipulado en la norma IEC-145, publicadas en el año 1976 [3], para medidores VAR-hora corriente alterna, clase 3 ó lo estipulado en las normas ASTM, NEMA, VDE-418, ANSI ó los que se identifiquen como equivalentes.

2) **Transformadores de intensidad.**- Los transformadores de intensidad a instalarse con los medidores descritos anteriormente deben ser de las siguientes características:

Intensidad nominal secundaria: 5 amperios; clase de aislamiento: 600 voltios; potencia nominal: 10 a 15 voltamperios; precisión: 0,5; frecuencia nominal: 60 Hz. Los transformadores deberán cumplir en sus características mecánicas y eléctricas lo estipulado en las normas ANSI C57-13, VDE 0414, IEC 185 Y 186, UNE 21088 ó las que se identifiquen como equivalentes.

3) **Barra de neutro.**- Ver numeral 2.5.14.

4) **Alambrado.**- Ver numeral 2.5.14.

2.5. Tableros armarios para medidores

2.5.1. Generalidades

Todo inmueble que posea 6 o más medidores tendrá un tablero armario en el que estarán agrupados todos sus componentes.

2.5.2. Suministro de tableros y otros

El cliente propietario del inmueble, suministrará e instalará el tablero armario con todos sus componentes de acuerdo a los requerimientos del estudio técnico.

2.5.3. Instalación de tableros armarios de medidores

Los tableros armarios para medidores tendrán las dimensiones y características técnicamente recomendadas y serán apropiados para instalar convenientemente las barras de alimentación con su respectivo disyuntor general, medidores y disyuntores que van a la salida de cada medidor.

Se prohíbe instalar interruptores de luces, interruptores horarios, tomacorrientes, timbres, etc. en el interior del tablero.

2.5.4. Instalación de varios tableros armarios

Existen dos tipos de instalaciones:

- Tableros sucesivos

- Tableros no sucesivos.

a) Tableros sucesivos

Cuando exista la necesidad de instalar 2 tableros sucesivos en un mismo edificio, la acometida deberá llegar al compartimiento central de seccionamiento, para de allí realizar las correspondientes derivaciones eléctricas a los tableros armarios adyacentes. Ver referencia plano T10.

b) Tableros no sucesivos.

Cuando haya necesidad de instalar 2 o más tableros armarios para medidores en el mismo edificio pero en distintos locales, la línea de acometida deberá llegar inicialmente a un armario de distribución que poseerá un disyuntor general para luego pasar a los disyuntores generales y a las barras de alimentación de cada tablero armario no sucesivo.

2.5.5. Altura del tablero armario

La parte superior de los tableros armarios estará a una altura máxima de 2,00 metros sobre el piso y la inferior a una altura mínima de 0,40 ó 0,60 metros. Ver referencia plano T11.

2.5.6. Estructura

El tablero para medidores será metálico en forma de armario, construido de planchas de 1,5 milímetros (1/16") de espesor mínimo, y será galvanizado o estará provisto de otra protección anticorrosiva equivalente.

El tablero estará formado por varias secciones modulares, llevará cubiertas por todos los lados y será desarmable en la parte delantera y en las partes laterales (internamente).

En todos los lugares, el tablero para medidores llevará puertas con las respectivas seguridades del caso.

El diseño y la construcción del tablero, serán tales, que aseguren su rigidez y resistencia mecánica.

2.5.7. División modular

El tablero estará dividido en secciones separadas convenientemente y destinadas en la siguiente forma: una sección para el disyuntor general y para las barras de distribución, otra para los respectivos disyuntores del lado de salida; y otra para los medidores. Ver referencia planos T5 y T6.

Los módulos de seccionamiento y disyuntores tendrán iguales dimensiones con la finalidad de tener espacio suficiente para la distribución de los conductores y también para abaratar los costos de construcción.

2.5.8. Rotulación

Todo tablero será rotulado junto a cada medidor y disyuntor, que indicará la parte de la instalación a la cual sirve.

La rotulación podrá hacerse sobre las planchas metálicas, con pinturas durables y letras legibles. Ver referencia plano T9.

2.5.9. Dimensiones

Las dimensiones de tableros armarios de 6 medidores en adelante, se describen en la tabla 2.2. Ver referencias planos T5, T7, T10, T21 y T22. Los casos de tableros no contemplados en estos dibujos, se consultará con el Departamento de Instalaciones de la Empresa.

NUMERO DE MEDIDORES	ALTURA (cm)	ANCHO (cm)	PROFUNDIDAD (cm)
6	100	160	40
9	142	160	40
12	142	182	40
15	142	205	40
18	142	280	40
21	142	251	40
40	184	370	40

Tabla 2.2 Dimensiones de tableros armarios de 6 medidores en adelante.

2.5.10. Distancias mínimas

Las secciones del tablero deben ser lo suficiente amplias para alojar las conexiones internas, debidamente ordenadas y agrupadas; y, para asegurar la separación entre las partes de los aparatos montados en su interior y las paredes, soportes inferiores y puertas.

El camino de contorno entre las partes activas de los aparatos y las paredes, soportes interiores y puertas metálicas, será de por lo menos 3 centímetros. La distancia mínima de arcos, entre las partes

activas de los aparatos y las partes metálicas del tablero será de 1 centímetro como lo establece el Reglamento Nacional de Acometidas.

El tablero tendrá dimensiones para permitir el cierre de sus puertas, cuando los disyuntores estén en posición cerrada o abierta.

2.5.11. Montaje

El tablero armario no se podrá montar superficialmente empotrado, este se montará sobre una base de ladrillo enlucida asentada en el suelo. Ver referencia plano T11.

2.5.12. Tuberías de entrada y salida

Las tuberías de entrada y salida que se acoplen al tablero, serán metálicas rígidas, conduit ó (EMT) de acuerdo a las especificaciones de las normas ANSI C33.98-1973 [4], UL 797 [5], ó las que se identifiquen como equivalentes.

2.5.13. Diagrama unifilar

Es un esquema eléctrico que muestra los componentes y las conexiones fundamentales para abastecer de energía eléctrica desde el sistema de distribución secundario al tablero armario. Ver referencia plano T13.

2.5.14. Descripción de equipos para tableros armarios para demandas bajas, medición directa; para la instalación desde seis medidores

El equipo que se prevé instalar es:

- Portafusible-seccionador ó disyuntor principal
- Barras de distribución
- Medidores de energía
- Alambrado interior
- Disyuntores individuales

1) **Portafusible-seccionador o disyuntor principal.**- El objeto de instalar un portafusible-seccionador ó disyuntor principal es para protección, operación y mantenimiento de las instalaciones del tablero armario.

Las características mínimas que debe cumplir el portafusible-seccionador ó disyuntor principal, se indican en el numeral 3.3.3.1 del capítulo III.

2) Barras de distribución.- Las barras de distribución deben ser de cobre, en un número de cuatro, tres para las fases y una para el neutro. Su montaje se realizará sobre aisladores [6].

Las barras deben dimensionarse de acuerdo a la carga total a instalarse, con rigidez mecánica y longitud apropiada para su montaje y que permita la realización de perforaciones de acuerdo al número de medidores (considerando a todos trifásicos) a instalarse, tomando en cuenta las reservas que se requieran. Ver tabla 2.3.

CARGA PERMANENTE PARA BARRAS CONDUCTORAS DE CORRIENTE DE COBRE PARA TEMPERATURA DE 35 °C DE CALENTAMIENTO. SEGUN DIN 42671.				
(mm.)	1	2	3	4
12*2	110	200	-	-
15*2	140	240	-	-
15*3	170	300	-	-
20*2	185	315	-	-
20*3	220	380	-	-
20*5	295	500	-	-
25*3	270	460	-	-
25*5	350	600	-	-
30*3	315	540	-	-
30*5	400	700	-	-
40*3	420	710	-	-
40*5	520	900	-	-
40*10	760	1350	1850	2500
50*5	630	1100	1650	2100
50*10	920	1600	2250	3000
60*5	760	1250	1760	2400
60*10	1060	1900	2600	3500
80*5	970	1700	2300	3000
80*10	1380	2300	3100	4200
100*5	1200	2050	2850	3500
100*10	1700	2800	3650	5000
120*10	2000	3100	4100	5700
160*10	2500	3900	5300	7300
200*10	3000	4750	6350	8800

Tabla 2.3 Carga permanente para barras conductoras de corriente de cobre (desnudo).

Se recomiendan perforaciones roscadas para pernos 3/16" de diámetro para asegurar terminales de cable calibre No. 8 A.W.G. y de 1/4" de diámetro para asegurar terminales de cable calibre No. 2/0 A.W.G. El diámetro de las perforaciones estará en función del terminal a instalarse.

Los terminales serán del tipo "L" de cobre, cobre-aluminio ó cadmiadas para conductores de cobre ó aluminio.

La sujeción de los terminales debe realizarse con pernos cadmiados, para evitar la oxidación y asegurar un buen contacto.

La barra del neutro , estará conectada sólidamente a tierra para protección de las personas.

La longitud de las barras se determinará de tal manera, que cada derivación de la misma comprenda un mínimo de 3 centímetros, considerándose además, el espacio necesario para aisladores y terminales de alimentación. Ver referencia plano T6.

3) Medidores de energía.- En estos tableros se instalarán medidores de energía activa, para medición directa, pudiendo ser monofásicos, bifásicos o trifásicos.

4) Alambrado interior.- El alambrado interior debe realizarse con conductor de cobre, cableado, con aislamiento tipo TW para voltaje hasta 600 V, temperatura máxima: 60°C.

El calibre del conductor debe estar en función de la capacidad del disyuntor. Ver tabla 2.4.

Cada conductor debe instalarse con conector independiente a las barras de distribución. A continuación se muestra una tabla de capacidad de conducción de conductores según NEC [7], para los conductores que se recomienda instalar en este tipo de tableros:

CONDUCTOR DE COBRE, TIPO TW-600 V-60 °C		
CONDUCTOR		CAPACIDAD
CALIBRE (A.W.G.)	No. DE HILOS	AMPERIOS
8	7	40
6	7	55
4	7	70
2	7	95
1/0	7	125
2/0	7	145

Tabla 2.4 Capacidad de Conducción de Corriente en conductores de cobre, con aislamiento tipo Tw

Los conductores irán en canaletas ranuradas con tapa, con identificación en las barras de distribución, a la entrada y salida del medidor y a la llegada a los disyuntores, lo cual facilitará los trabajos de instalación, operación y mantenimiento.

5) **Disyuntores.**- Los disyuntores deben estar en función del tipo y capacidad del circuito y para el voltaje nominal establecido, capacidad de interrupción (corriente disruptiva) de 10 KA. Ref. Norma UL 489.

2.6. Criterios de diseño para cajones y tableros armarios

Los tableros armarios y cajones metálicos tanto para medición, directa como indirecta, deben ser diseñados bajo normas empleadas en el campo de la metal mecánica para la construcción de tableros industriales, adoptando las mismas para el diseño de los tableros de medición que permitan la instalación de medidores de energía eléctrica con todos sus componentes.

Especialmente se ha tratado de plasmar la experiencia adquirida en este campo en la Empresa Eléctrica Quito, durante muchos años, consiguiendo una adecuada y segura distribución de los equipos con el objeto de que el montaje, operación y mantenimiento de los mismos sea más funcional [8].

Se ha previsto que todas las tapas laterales sea extraíbles y de fijación por tornillería, realizable únicamente por la parte interior del gabinete, impidiendo así la extracción de estos elementos desde la parte exterior de los mismos.

Se ha seguido el criterio de normalizar las dimensiones aplicando el sistema modular en las diferentes secciones de los tableros, con lo que se logra mayor versatilidad de los mismos facilitando su fabricación en serie.

Además con los diseños previstos en este trabajo, se tiene fácil acceso y gran visibilidad desde el exterior hacia los medidores sin que se requiera abrir la puerta para tomar la lectura; gama de combinación de los módulos de medición, protección, transformación, seccionamiento; impermeabilización y protección contra el polvo, agua, etc.; durabilidad y seguridad.

Todo el trabajo que se detalla a continuación ha sido concebido con el criterio de que todos sus elementos, partes y piezas puedan ser fabricadas, con máquinas, herramientas y equipos no sofisticados, disponibles en el país.

2.7. Detalle de los componentes de cajones y tableros armarios

Los componentes a utilizarse en la fabricación de cajones y tableros armarios son:

- Estructura
- Pletinas de anclaje
- Perfiles de montaje
- Láminas de montaje
- Soldaduras
- Recubrimiento
- Puertas frontales y tapas laterales
- Bisagras
- Empaques
- Tornillería
- Pintura
- Cerraduras

2.7.1. Descripción técnica de los componentes de cajones y tableros armarios

1) Estructuras.- Las estructuras son del tipo sólido, fabricado con perfiles estructurales de 1.5 mm de espesor.

2) Pletinas de anclaje.- Los soportes de fijación son fabricados con pletinas de 40 x 10 mm, bicromatizados, con perforaciones de 12 mm, de diámetro. Las pletinas de anclaje, se han previsto para ser sujetadas a la pared, con pernos de anclaje, capaces de soportar el peso del cajón y del equipo instalado.

3) Perfiles de montaje.- Los perfiles de montaje son del tipo "Z" (zeta), troquelados, con perforaciones de 8 mm de diámetro, cada 20 mm, de tal forma que permite un fácil acoplamiento con los elementos de medición.

4) Láminas de montaje.- Se ha normalizado en las dimensiones L.M. 540-250-150 mm, bicromatizadas de 2 mm de espesor, aptos para alojar los equipos de medición indicados. Ver referencia plano T8.

5) Soldaduras.- El tipo de soldaduras se recomienda la eléctrica de cordón con electrodos 6011 o su equivalente, especial para soldar láminas

de 2 x 1.5 mm de espesor, utilizado este diseño, de acuerdo a lo que estipula la norma DIN 170 06, grupo 1 St. 1003.

6) Recubrimiento.- Los tableros deben ser fabricados con chapas de acero, laminadas al frío, con 1.5 mm de espesor, según DIN 1541 St. 1003.

7) Puertas frontales y tapas laterales.- Las puertas han sido diseñadas para montaje frontal, provistas cada una de dos bisagras cromadas (y/o tratamiento electrolítico para protección anticorrosiva) del tipo atornillable, con cerraduras para candado matriciado.

Estas puertas acopladas al sistema de laberinto, del marco frontal, impide el ingreso de agua, polvo y elementos extraños.

Con el objeto de facilitar inspecciones visuales y la lectura del consumo registrado en los medidores se recomienda que la puerta frontal tenga un vidrio templado de seguridad, que puede ser de espesor de 6 mm. (fabricación nacional).

Las tapas laterales se han diseñado del tipo extraíble y con fijación por tornillería interior.

8) Bisagras.- Deberán ser tipo extraíble, empernable, con giro de 180°, o similar.

9) Empaques.- Los empaques son del tipo autofijación lo que facilita su montaje, fabricados en neopreno, con colchón de aire para garantizar el hermetismo en los gabinetes.

10) Tornillería.- Toda la tornillería, debe ser de tipo bricromatizado (tropicalizado).

11) Pintura.- Para el proceso de pintura, las chapas de acero laminadas al frío, deben someterse al siguiente tratamiento bonderizado (desengrazantes, fosfatizantes, desoxidantes) luego aplicar: Zinorith epoxi (dos componentes) después una capa de caucho clorado primex y como acabado texturizado una capa de esmalte de caucho clorado RAL 7032.

Con este proceso o tratamientos similares se garantiza aptos para evitar la oxidación, corrosión.

12) Cerraduras.- Las cerraduras deben ser adecuadas para poner candados matriciales.

2.8. Ventajas de la utilización de tableros

Las ventajas que se puede anotar son las siguientes:

- Unificación de las dimensiones y de las especificaciones técnicas de los elementos y material empleado para su construcción, incidiendo directamente en mejorar el aspecto técnico-estético de los tableros.
- Construcción de los diferentes compartimientos de acuerdo al sistema modular, con lo que se consigue disminuir costos ya que se facilita su fabricación en serie y se evita en gran ventaja el desperdicio del material.
- Versatilidad en el porcentaje de los componentes.
- Fácil acceso para control y mantenimiento de los elementos y equipos, lo cual disminuye la utilización de horas-hombre, consecuencia mayor rendimiento de mano de obra.
- La disposición diseñada facilita el montaje de los diferentes elementos y equipos así como el alambrado de los mismos.
- Mayor visibilidad para la toma de la lectura de los medidores, evitando acumulamiento de consumos, por la dificultad de lectura.
- Protección contra el ingreso de objetos extraños, polvo y salpicaduras de agua.
- Durabilidad y seguridad para el usuario contra posibilidades de incendio.
- El diseño o proyecto de construcción de los tableros, ha sido concebido con el criterio de que todos sus elementos, partes piezas, pueden ser fabricados en el país, con maquinas y herramientas no sofisticadas.
- Que exista un documento para conocimiento de los constructores que detalle claramente las exigencias de las Empresas para la fabricación de tableros, con lo cual se evitan malos entendidos y pérdidas de tiempo.

2.9. Proyección de nuevos tableros soportes y cajones metálicos para medición directa e indirecta.

2.9.1. Generalidades

En esta tesis se analiza la posibilidad que en un futuro cercano las empresas empiecen a instalar cajones metálicos para medición directa en forma individualizada. Es decir lo que actualmente se instala los medidores en un tablero de madera tipo TB1 o TB3 de la E.Q.S.A. y este a su vez en un cajón metálico que contiene varios medidores, se instalen en un tablero normalizado y esto a su vez en un cajón metálico individual como se ve en la referencia plano T15.

Esta forma de montaje individualizado permite un mayor control sobre diferentes infracciones causadas por los clientes en los medidores como: cambio de polaridad en las entradas del medidor, ruptura de sellos, empleo de cualquier dispositivo o ingenio para alterar la marcha normal del medidor, etc. Ver referencias planos T14 Y T17.

Para la medición indirecta actualmente se tiene instalados en un tablero metálico que contiene: medidores de activa y reactiva, reloj y bornera; no se toma en cuenta los transformadores de corriente ya que estos están ubicados en la cámara de transformación. Ver referencia plano T3.

La proyección de los tableros metálicos para medición indirecta será en base a los medidores electrónicos tipo socket o bornera que reemplaza a los medidores de activa, reactiva, bornera y el reloj, excepto a los transformadores de corriente que están en la cámara de transformación. Ver referencia plano T3.

2.9.2. Proyección de cajones metálicos para medición directa

2.9.2.1. Proyección del tablero soporte

Este tipo de tablero soporte se recomienda que sea un soporte normalizado que servirá para todo tipo de medidor. Ver referencia T16.

2.9.2.2. Proyección del cajón metálico individual

La proyección del cajón metálico es necesaria porque beneficia a las empresas ya que se tiene un mejor control sobre las pérdidas no técnicas de energía y en consecuencia un mayor rédito económico.

Este diseño de tablero permitirá una instalación más versátil que se ve reflejada en el ahorro económico de las empresas por asuntos como: transporte, no se utilizaran candados matriciados, montaje, etc.

Sus dimensiones son más pequeñas ya que el tablero soporte es más delgado y porque contiene solo al medidor. Ver referencias planos T14, T15, T19 y T20.

Este diseño y construcción serán tales que aseguren su rigidez y resistencia eléctrica.

2.9.2.3. Dimensiones

Este cajón metálico tendrá las siguientes dimensiones:

- a = 30 cm
- b = 40 cm
- c = 20 cm

2.9.2.4. Proyección de cajones individuales adyacentes

Cuando se requiera de más de un cajón individual (hasta 4), se necesita que exista una caja de distribución, esta caja se ubicará en el centro y de allí se alimentará a cada uno de los cajones individuales. Ver referencia plano T17.

La entrada de la acometida se recomienda que se lo haga en la parte inferior de la caja de distribución. Ver referencia plano T18.

2.9.3. Proyección de cajones metálicos para medición indirecta

La proyección de estos tableros permitirá un mejor control sobre las diferentes tipos de contravenciones que los clientes realizan para bajar sus consumos.

Especialmente el uso de los medidores electrónicos hace que la precisión de la medición sea más exacta, que se obtenga datos para cualquier tipo de estudio, etc.

2.9.3.1. Dimensiones

Las dimensiones de este cajón (tablero) metálico serán:

- a = 20 cm
- b = 36 cm
- c = 10 cm

Ver referencia plano T3.

2.9.4. Estructura

El cajón metálico individual para medición directa y cajón metálico para medición indirecta serán construidos mediante los criterios técnicos establecidos para cajones metálicos que poseen varios medidores y tableros armarios que se describen en este capítulo.

2.10. Puesta a tierra

Para proteger a las personas de contactos peligrosos se ha determinado que todos los tableros sean conectados sólidamente a tierra. Para la selección y disposición de los electrodos de tierra se tendrá en cuenta la calidad del suelo, parámetros eléctricos del sistema y la superficie del terreno disponible, aspecto que no se contempla en el contenido de esta tesis.

De manera general se puede recomendar para una conexión a tierra de protección, la utilización de conductor de cobre, desnudo, cableado, calibre No. 2 A.W.G. y una varilla de copperweld de 5/8" de diámetro y 6 pies de longitud.

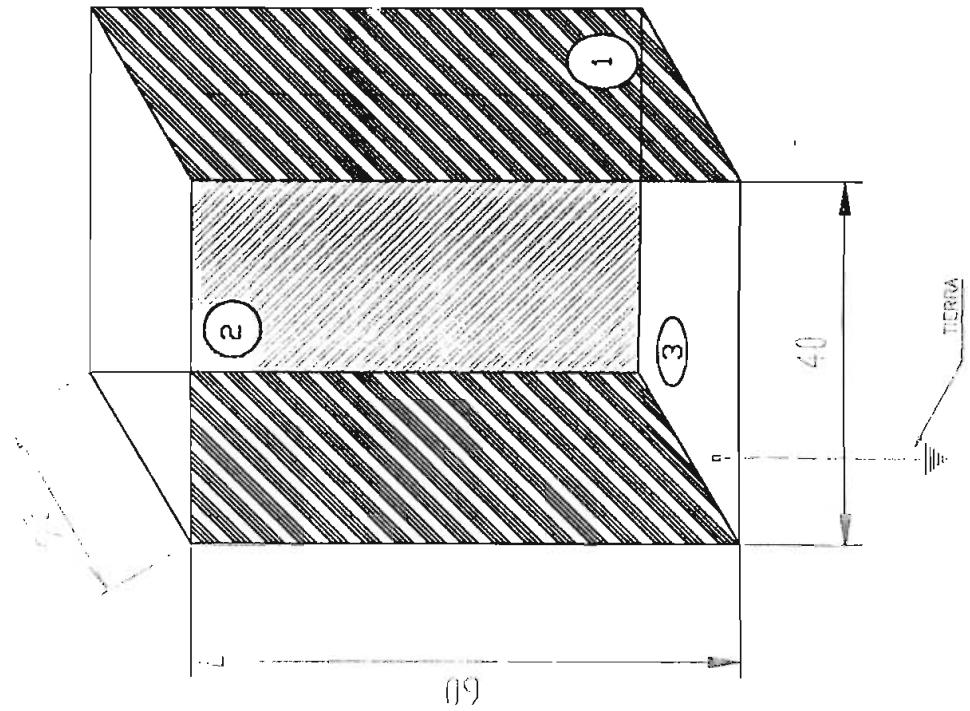
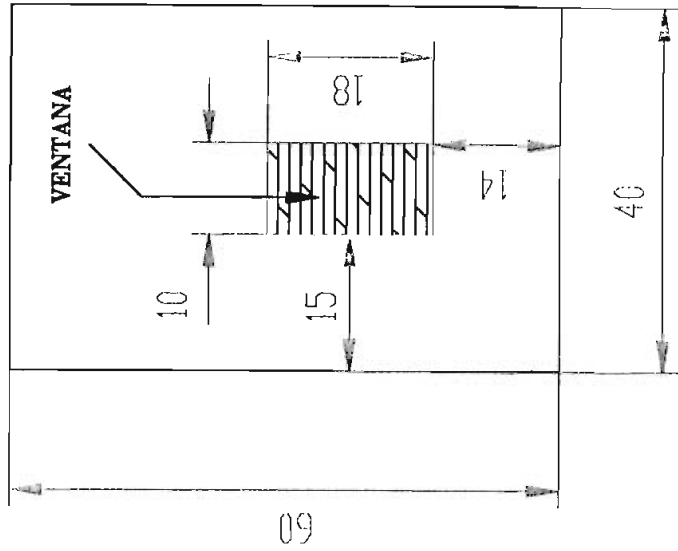
2.10.1. Conexión

El conductor de puesta a tierra se conectará al electrodo de puesta a tierra por medios de abrazaderas u otros medios apropiados. En los armarios tableros, la conexión se hará mediante un conector u otro medio que no se utilizará para otro objeto. Ver referencia plano T12.

2.11. Planos de construcción de cajones y tableros armarios de medidores

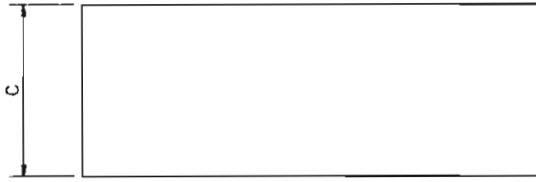
Estos planos de construcción se encuentran descritos al final de este capítulo.

PUERTA DEL TABLERO



NOTA: DIMENSIONES EN CENTIMETROS

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		Facultad: INGENIERIA ELECTRICA	
CAJON METALICO	Escala: s/o	TESIS DE GRADO	
PARA UN MEDIDOR	Rev: Ing. M. Barba	ALDO AGUAYO	Ref: T1 de TEE
	Fecha: Junio 1998		Dibujo: A.A.L.

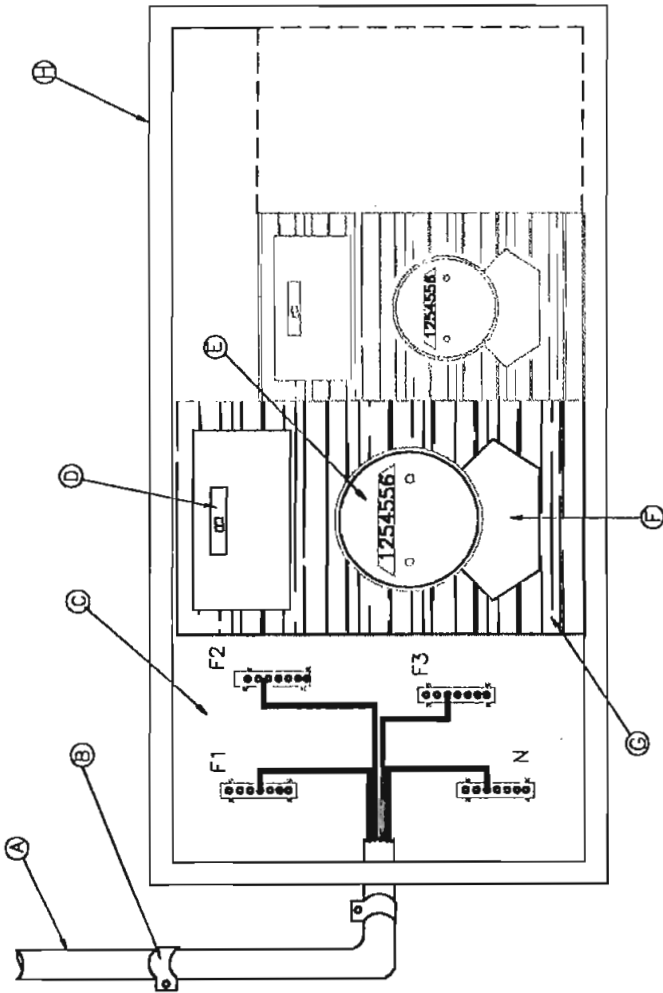


VISTA LATERAL

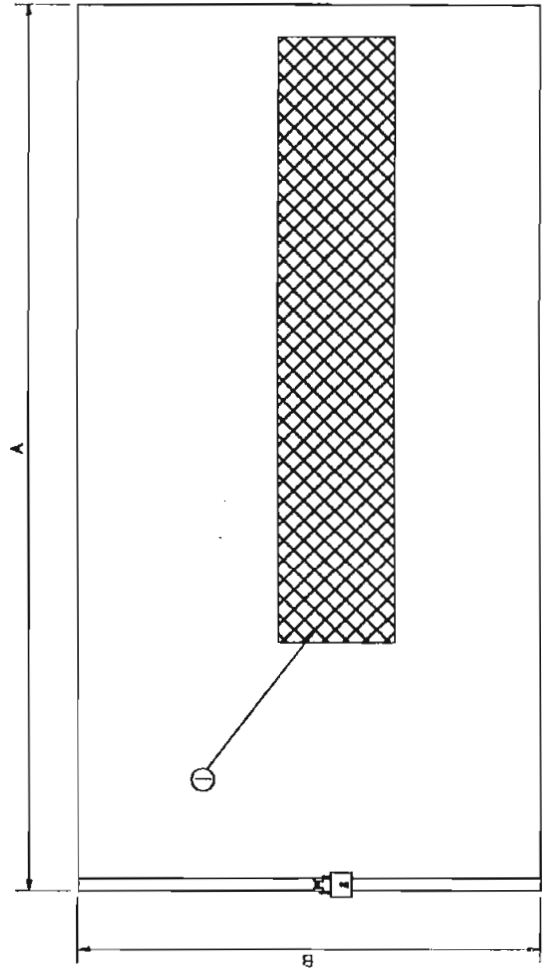
- Ⓐ ACOMETIDA
- Ⓑ ELEMENTOS DE FIJACION
- Ⓒ CAJA DE DISTRIBUCION
- Ⓓ DISYUNTOR INDIVIDUAL
- Ⓔ MEDIDOR
- Ⓕ BORNERA
- Ⓖ CAJA DE MADERA TIPO TB1 O TB3
- Ⓗ CAJON METALICO O DE MADERA
- Ⓛ VENTANA DE LECTURA

NOTAS:

- EL TABLERO ES METALICO CON LAMINAS DE 1.5 mm DE ESPESOR
- DIMENSIONES SON VARIABLES DE ACUERDO AL NUMERO DE MEDIDORES QUE TENGA EL CAJON METALICO, ESTAS ESTAN EN CENTIMETROS
- EL TABLERO DEBERA ESTAR BIEN SUJETADO PARA EVITAR SU CAIDA



VISTA INTERIOR



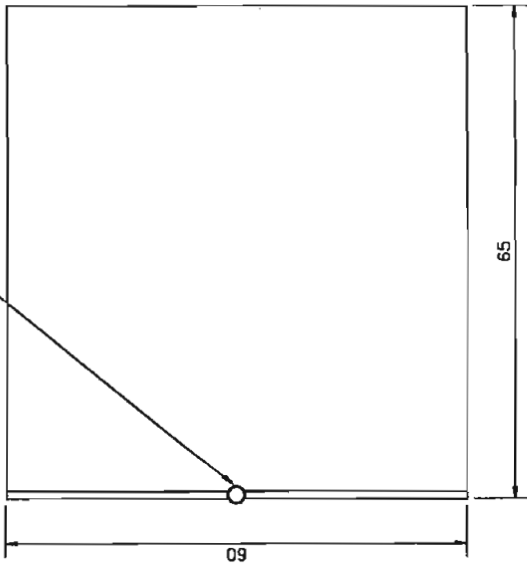
VISTA FRONTAL

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		Facultad: INGENIERIA ELECTRICA	
CAJON METALICO	Escala: / /	TESIS DE GRADO	
DEMANDAS BAJA MEDICION DIRECTA	Rev: Ing. M. Barba	ALDO AGUAYO	Ref: T2 de T22
	Fecha: Junio 1996		Dibujo: A.A.L.

ACTUAL

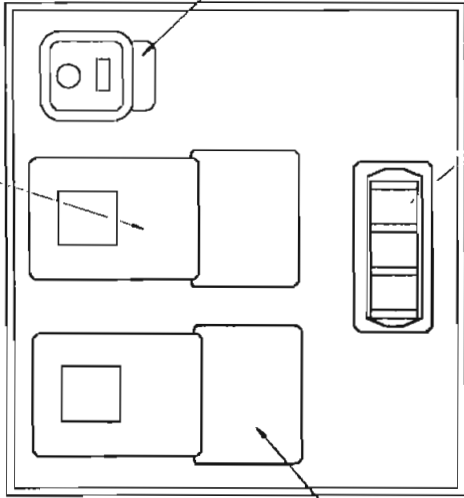


SELLO DE SEGURIDAD



NOTA: DIMENSIONES EN CENTIMETROS

MEDIDOR DE REACTIVA



RELOJ

MEDIDOR DE ACTIVA

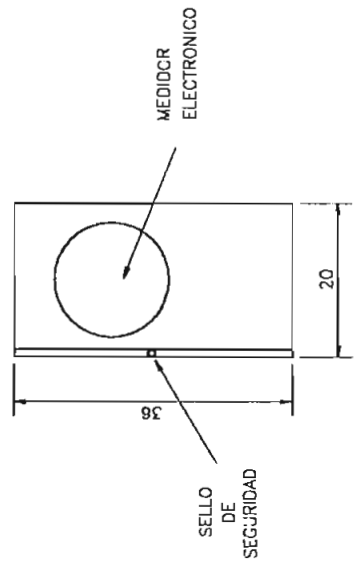
BORNERA

VISTA INTERIOR

VISTA LATERAL

VISTA FRONTAL

PROYECCION



MEDIDOR ELECTRONICO

SELLO DE SEGURIDAD

09

20

10

SOCKET

VISTA INTERIOR

VISTA LATERAL

VISTA FRONTAL

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

Facultad: INGENIERIA ELECTRICA

CAJON METALICO

Escala: $\frac{1}{1}$

TESIS DE GRADO

DEMANDAS ALTAS
MEDICION INDIRECTA

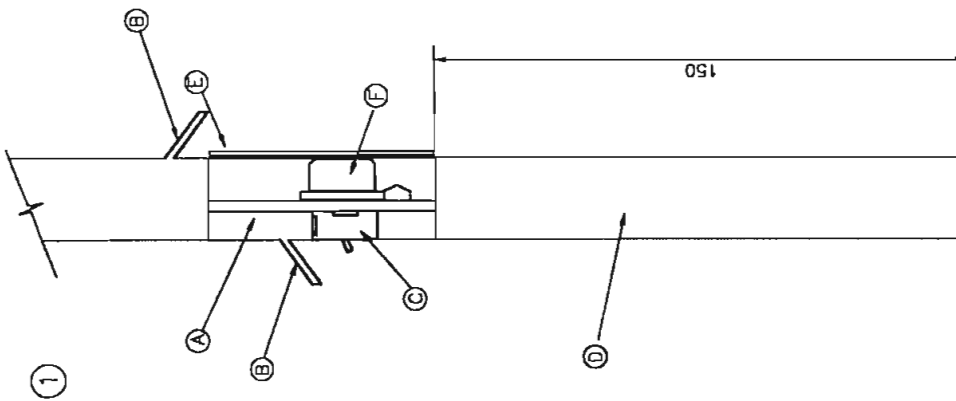
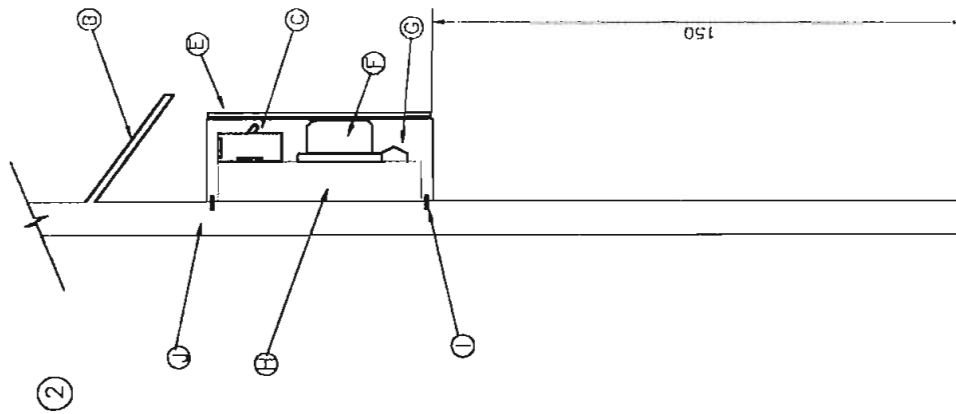
Rev:
Ing. M. Barba

ALDO AGUAYO

Ref:
TS de T22

Fecha:
Junio 1996

Dibujo:
A.A.L.



NOTAS:

- EL TABLERO ES METALICO CON LAMINAS DE 1.5 mm DE ESPESOR
- DIMENSIONES EN CENTIMETROS
- EL TABLERO DEBERA ESTAR BIEN SUJETADO PARA EVITAR SU DESPRENDIMIENTO

Ⓒ BORNERA

Ⓕ CAJA DE MADERA TIPO TB1 O TB3

Ⓖ ELEMENTOS DE FIJACION

Ⓗ PARED

Ⓐ ESTRUCTURA SOPORTE

Ⓑ VISERA

Ⓒ DISTINTOR INDIVIDUAL

Ⓓ VERJA

Ⓔ TABLERO METALICO O DE MADERA

Ⓕ MEDIDOR

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

Facultad: INGENIERIA ELECTRICA

CAJON METALICO

Escala: $\frac{1}{1}$

TESIS DE GRADO

UBICACION Y ALTURA

Rev: Ing. M. Barba

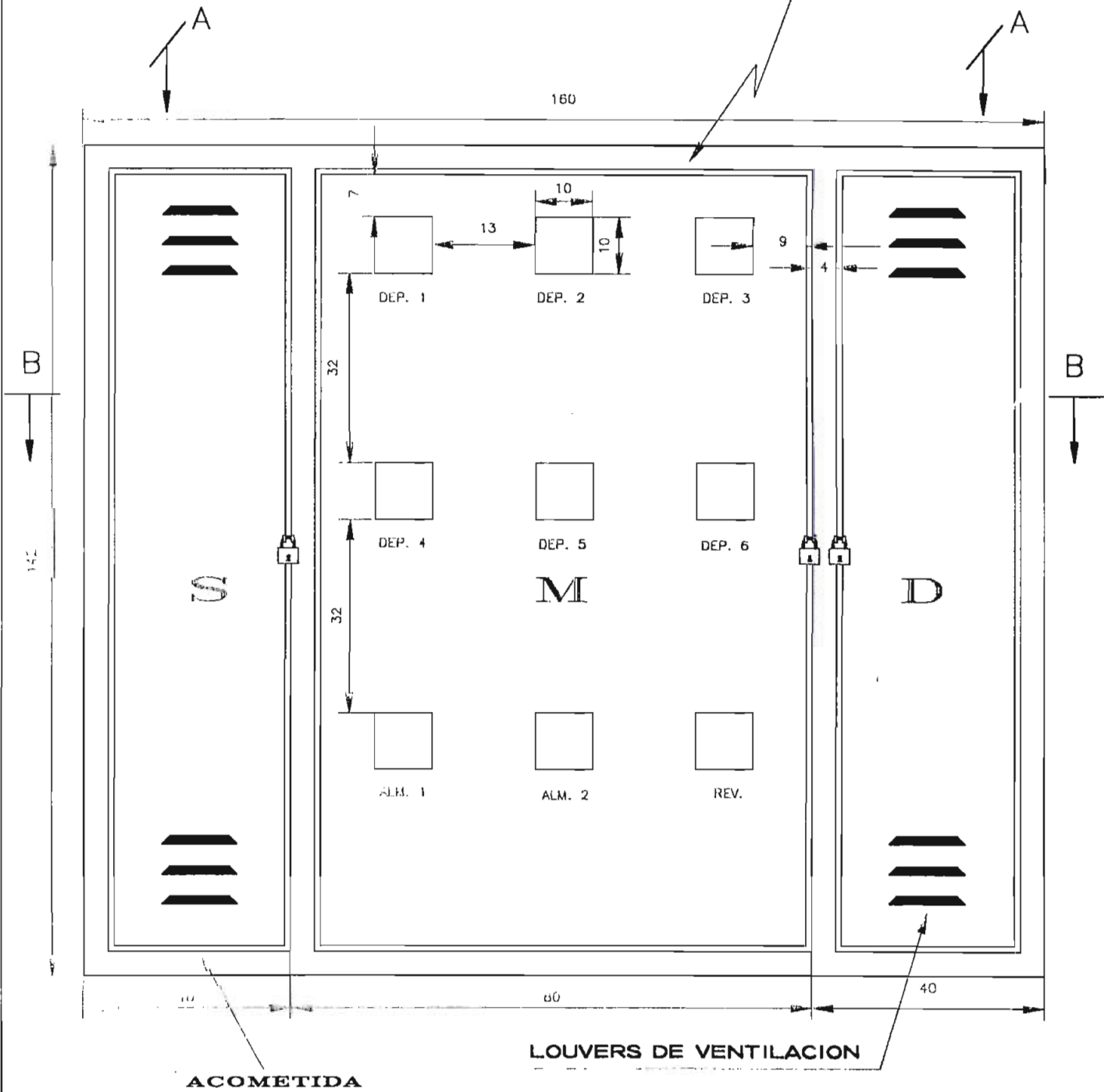
ALDO AGUAYO

Ref: T4 de T22

Fecha: Junio 1996

Dibujo: A.A.L.

ARMARIO MODULAR



NOTA:

- MEDIDAS EN CENTIMETROS
- FORRADO CON TOL 1.6 mm

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL Facultad: INGENIERIA ELECTRICA

TABLERO ARMARIO MEDICION DIRECTA

Escala: s/e

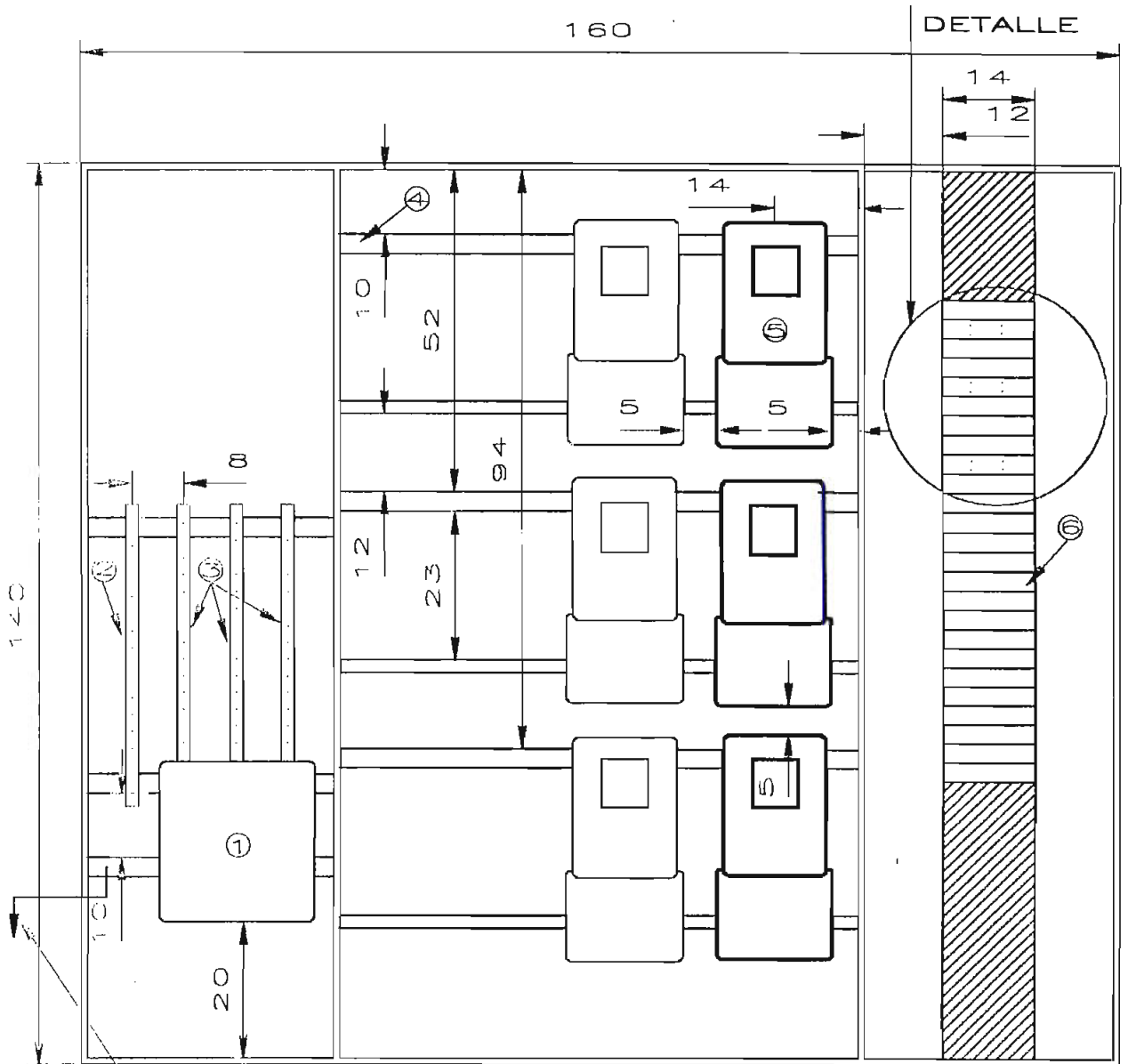
TESIS DE GRADO

TABLERO PARA 9 MEDIDORES VISTA FRONTAL

Rev: Ing. M. Barba
Fecha: Junio 1996

ALDO AGUAYO

Ref: T6 de T28
Dibujo: A A T

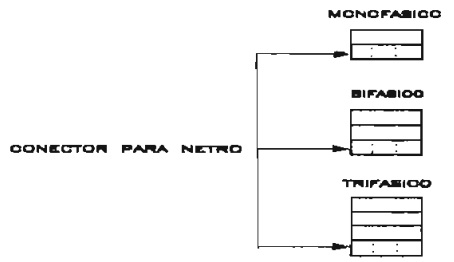


VARILLA DE
DE 5/8"
COPPERWELD



LINEA DE PISO

- ① DISYUNTOR GENERAL
- ② BARRA DE NEUTRO
- ③ BARRAS DE FASES
- ④ PLETINA
- ⑤ MEDIDOR
- ⑥ DISYUNTORES INDIVIDUALES



DETALLE

NOTA: MEDIDAS EN CENTIMETROS

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL Facultad: INGENIERIA ELECTRICA

TABLERO ARMARIO
MEDICION DIRECTA

Escala:
 #/e

TESIS DE GRADO

CORTE A - A

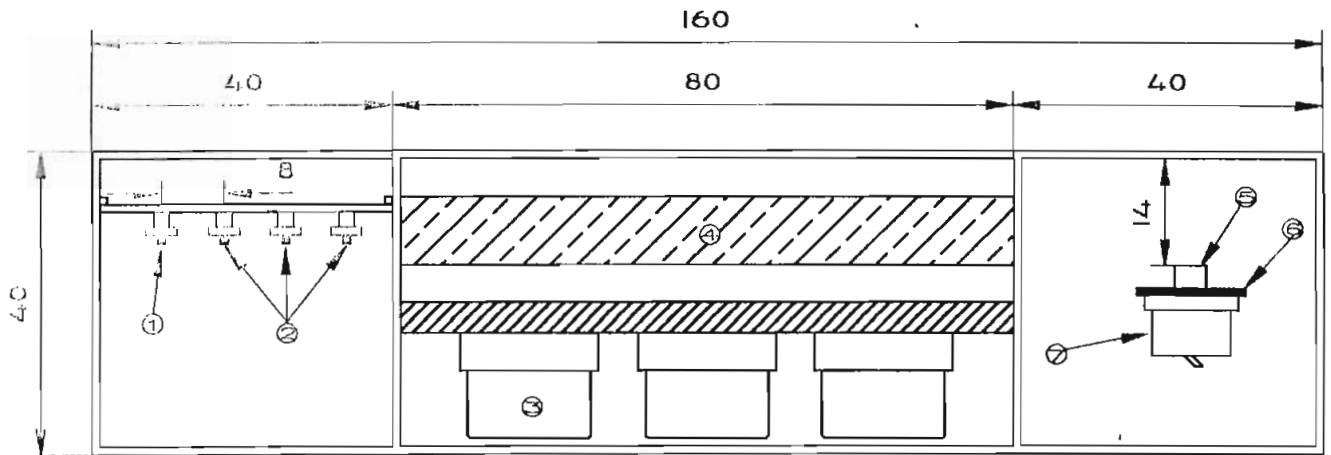
Rev:
Ing. M. Barba

ALDO AGUAYO

Ref:
T6 de TEE

Fecha:
Junio 1996

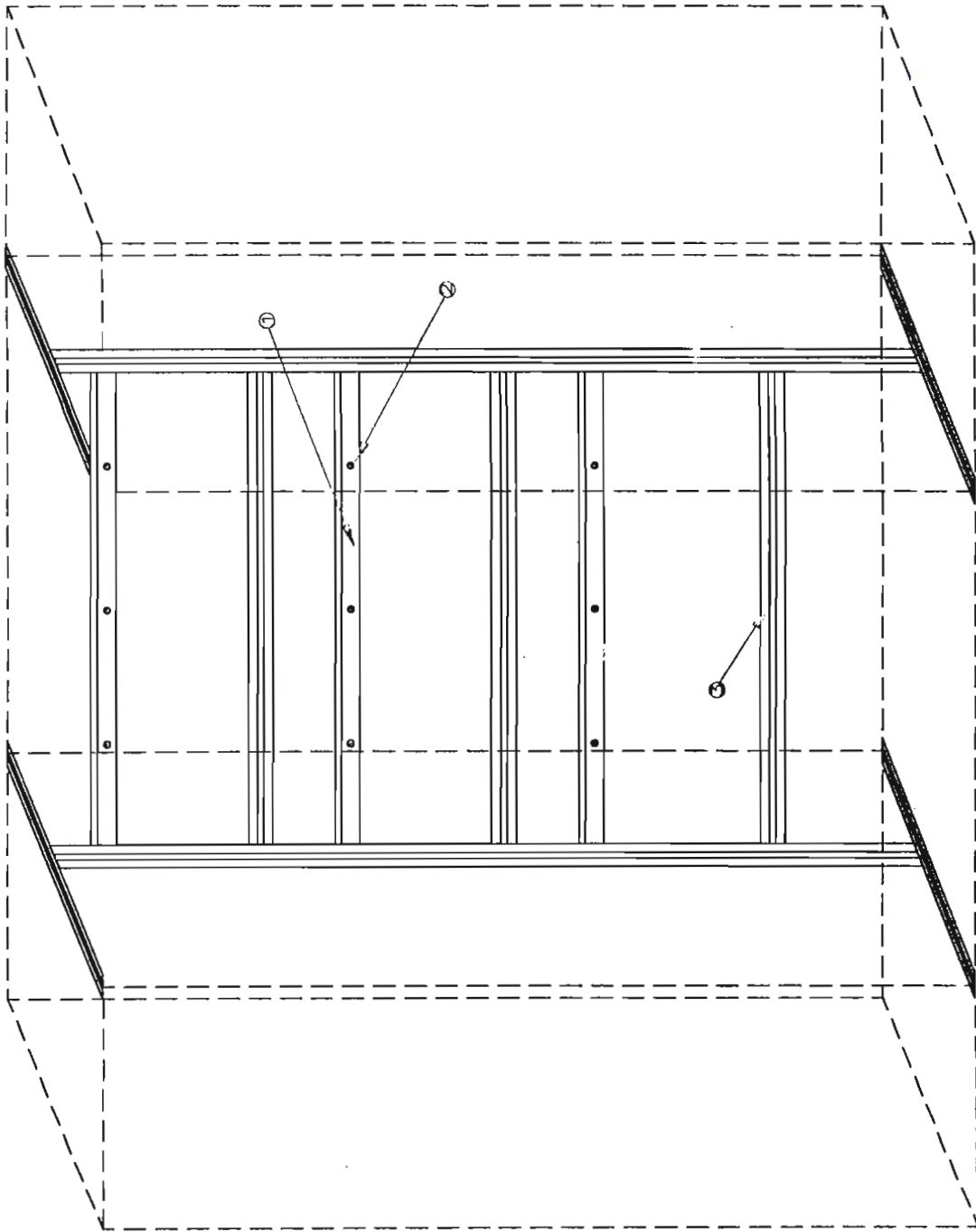
Dibujo:
A.A.L.



- ① BARRA DE NEUTRO
- ② BARRAS DE FASES
- ③ MEDIDOR
- ④ CANALETA
- ⑤ PLETINA
- ⑥ PLANCHA METALICA

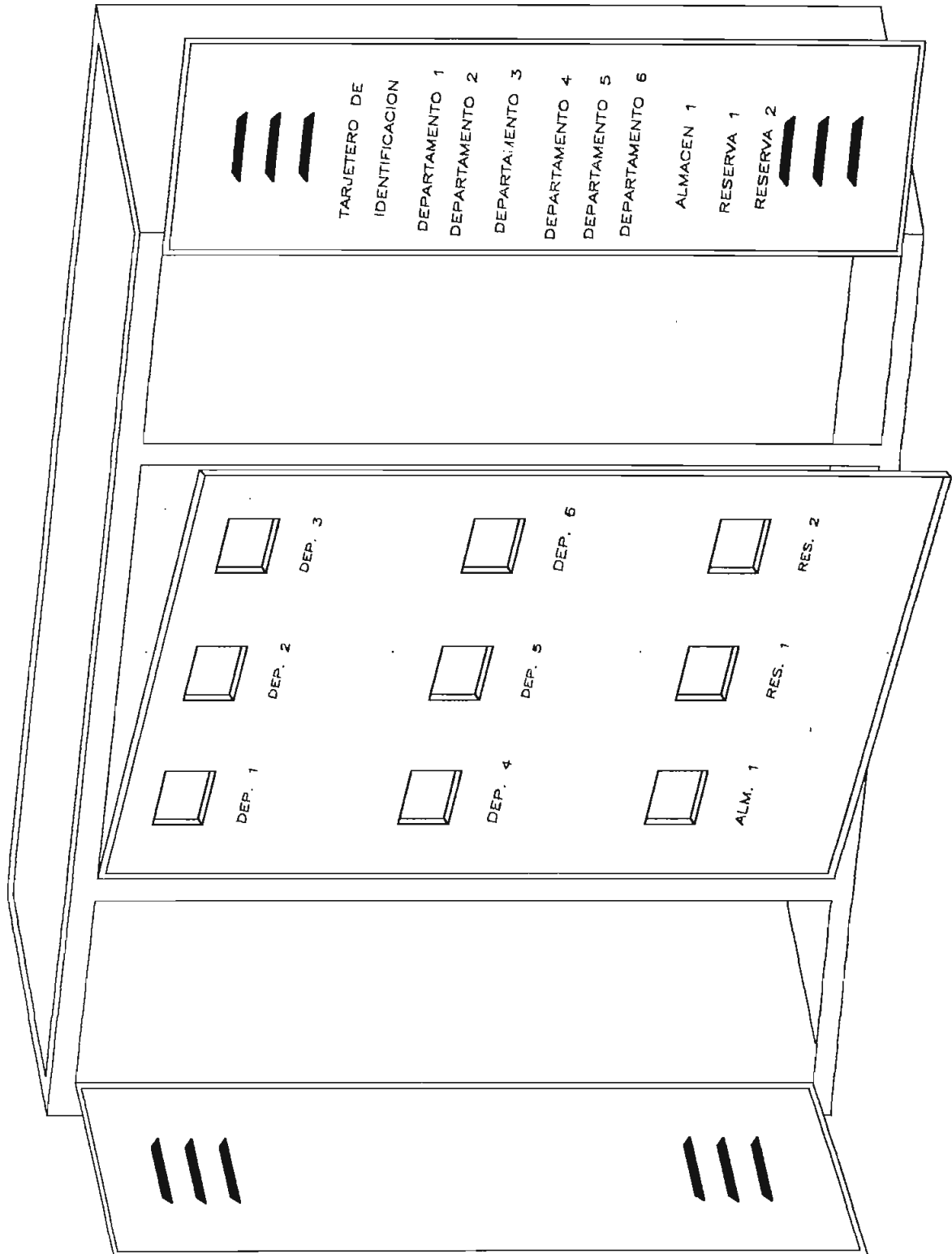
NOTAS: ● MEDIDAS EN CENTIMETROS
 ● SON TRES CANALETAS UNA POR CADA FILA DE MEDIDORES

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		Facultad: INGENIERIA ELECTRICA	
TABLERO ARMARIO MEDICION DIRECTA	Escala: = / e	TESIS DE GRADO	
CORTE B - B	Rev: Ing. M. Barba	ALDO AGUAYO	Ref: T7 de T28
	Fecha: Junio 1995		Dibujo: A.A.L.



- ① HIERRO ANGULO DE (25x25x3)mm
- ② PERFORACION DE 6 mm de ø
- ③ HIERRO RANURADO 25 mm DE ANCHO ABERTURA DE 6 mm

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		Facultad: INGENIERIA ELECTRICA	
TABLERO ARMARIO MEDICION DIRECTA		Escala: _/_	TESIS DE GRADO
ESTRUCTURA INTERIOR		Rev: Ing. M. Barba	ALDO AGUAYO
		Fecha: Mayo 1995	Ref: T8 de T22
			Dibujo: A.A.I.



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL Facultad: INGENIERIA ELECTRICA

TABLERO ARMARIO MEDICION DIRECTA

Escala: $\frac{\quad}{\quad}$ = / s

TESIS DE GRADO

PERSPECTIVA

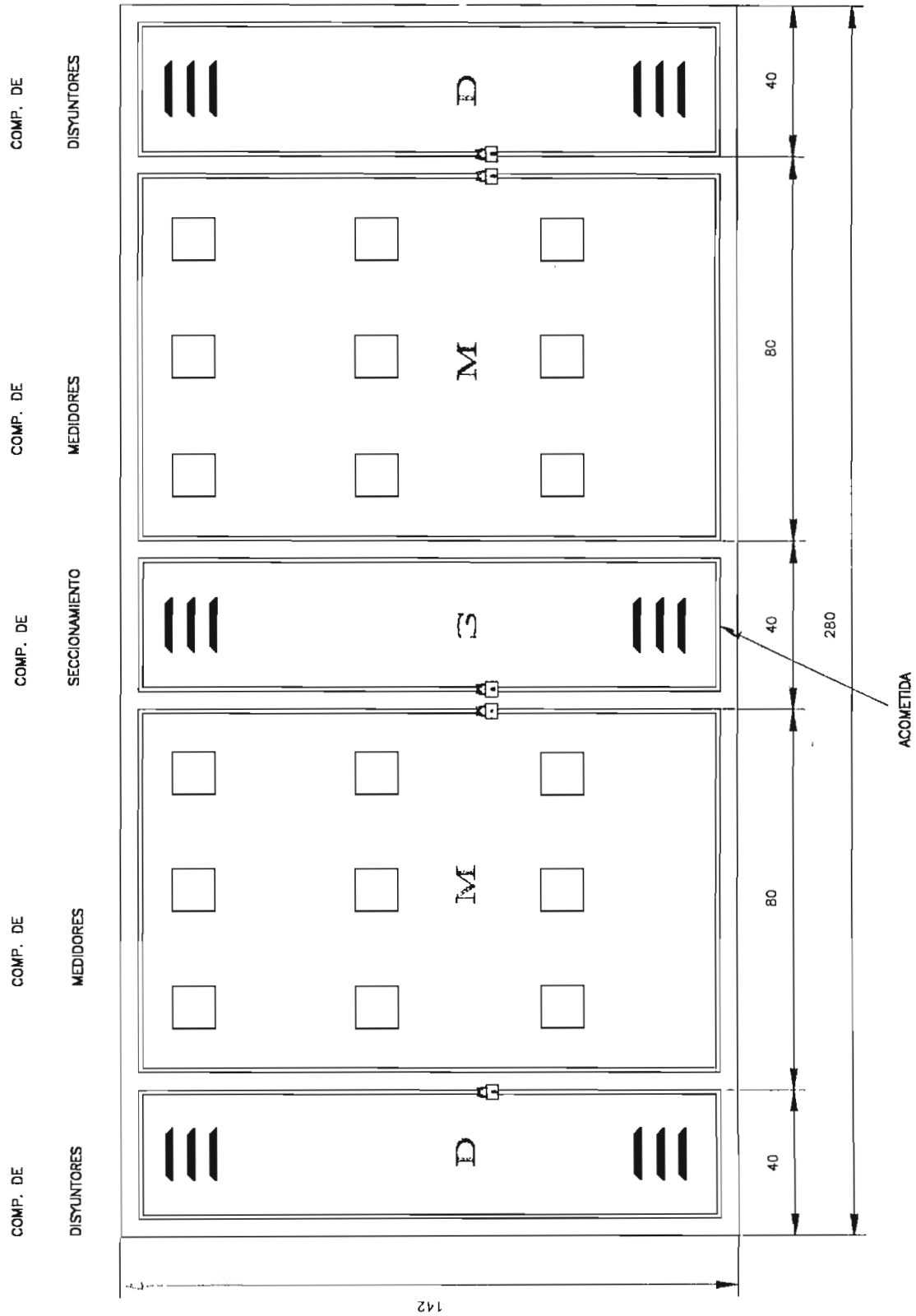
Rev: Ing. M. Barba

ALDO AGUAYO

Ref: T9 de T22

Fecha: Junio 1988

Dibujo: A.A.L.



NOTA: MEDIDAS EN CENTIMETROS

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL Facultad: INGENIERIA ELECTRICA

TABLERO ARMARIO
PARA 18 MEDIDORES

Escala:
= / o

TESIS DE GRADO

TABLEROS CONTINUOS

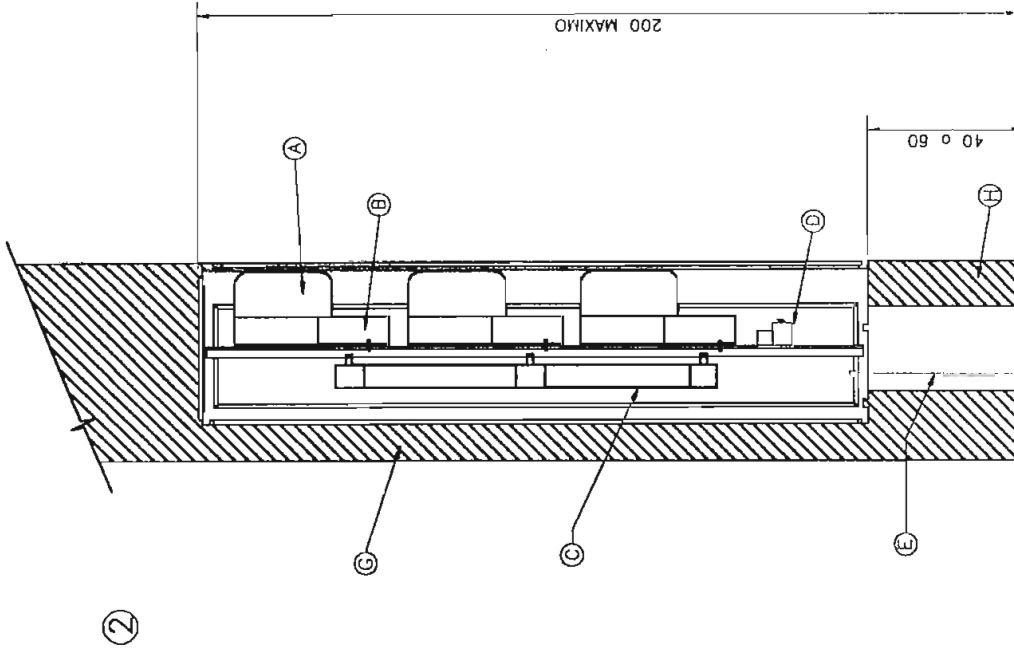
Rev:
Ing. M. Barba

Fecha:
Junio 1998

ALDO AGUAYO

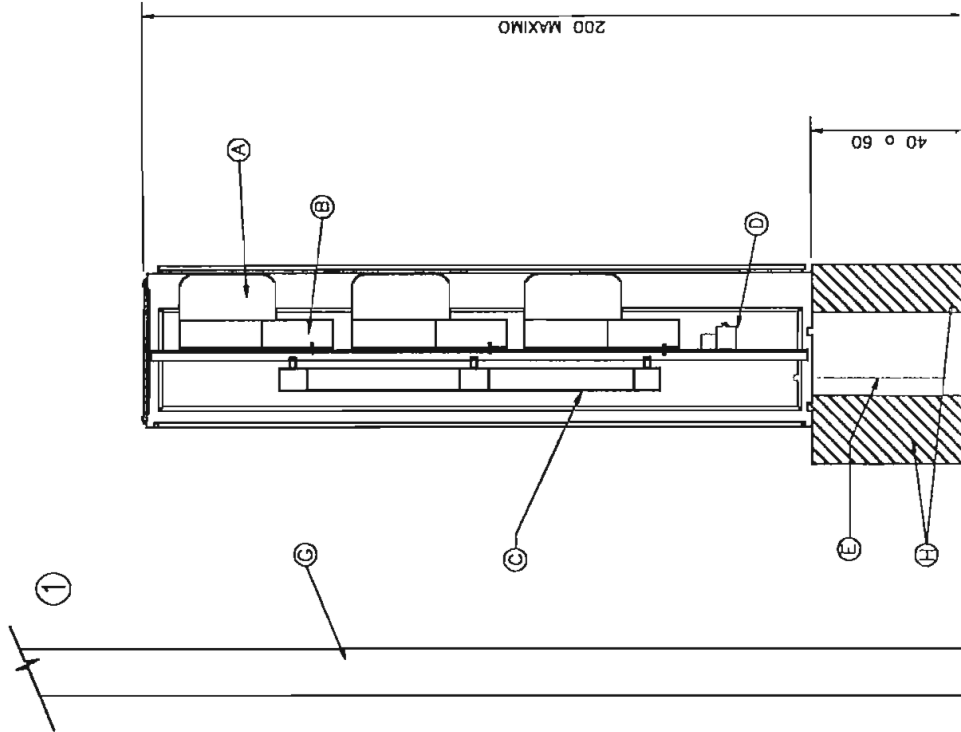
Ref:
T10 de T22

Dibujo:
A.A.L.



NOTAS:

- EL TABLERO ES METALICO CON LAMINAS DE 1.5 mm DE ESPESOR
- DIMENSIONES EN CENTIMETROS
- EL TABLERO DEBERA ESTAR BIEN SUJETADO PARA EVITAR SU CAIDA.



- PARED
- BASE DE LADRILLO ENLUSIDA

- MEDIDOR
- BORNERA
- CANALETA
- DISYUNTOR GENERAL
- CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA
- ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

Facultad: INGENIERIA ELECTRICA

TABLERO ARMARIO

Escala: *s/e*

TESIS DE GRADO

UBICACION Y ALTURA

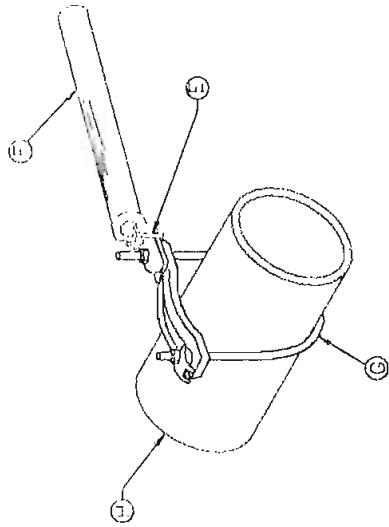
Rev: Ing. M. Barba

ALDO AGUAYO

Ref: T11 de T22

Fecha: Junio 1996

Dibujo: A.A.L.

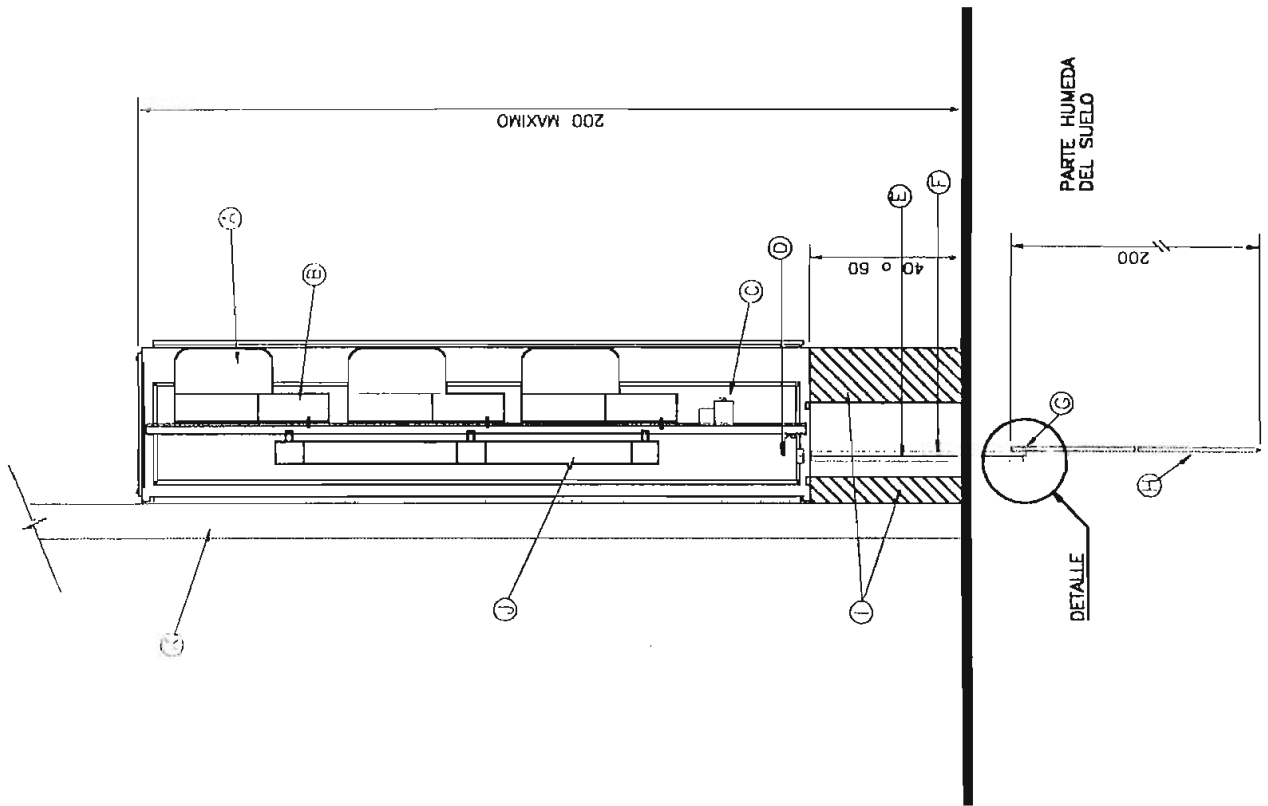


DETALLE

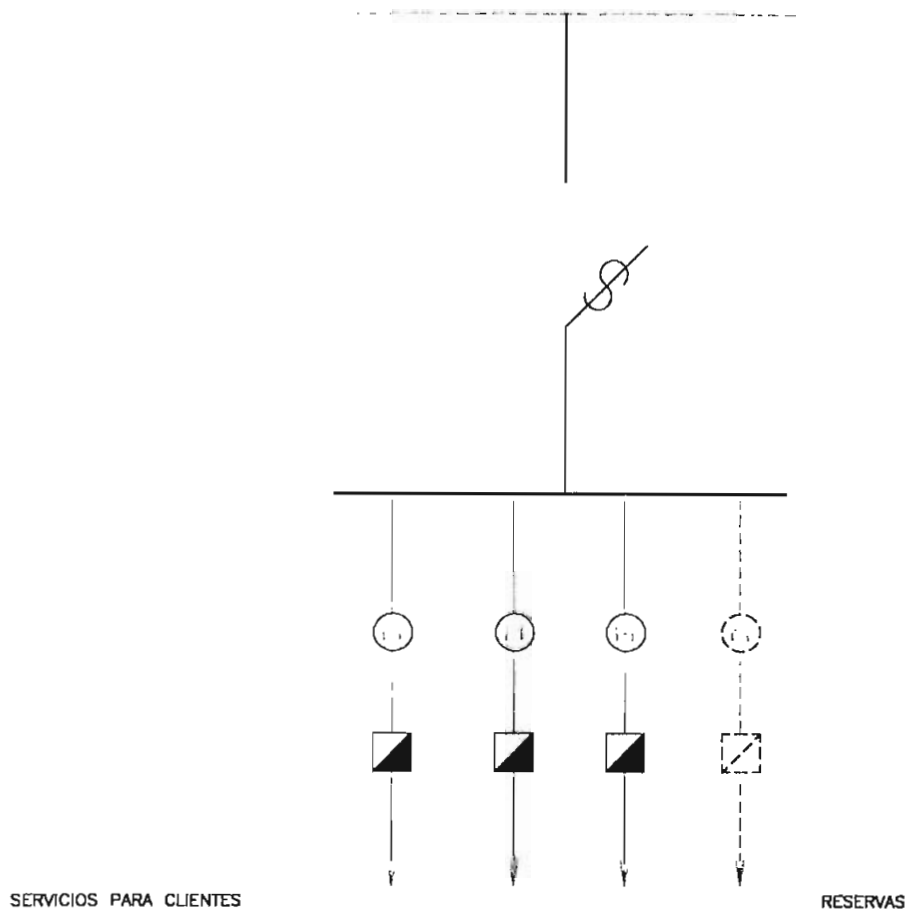
- (A) MEDIDOR
- (B) BORNERA
- (C) DISYUNTOR GENERAL
- (D) CONECTOR PARA BARRA DE NEUTRO
- (E) CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA
- (F) TUBERIA METALICA
- (G) CONECTOR O ABRAZADERA
- (H) VARRILLA DE COPPERWELD
- (I) BASE DE LADRILLO ENLUSIDA
- (J) CANALETA
- (K) PARED







NOTAS:

- EL TABLERO ES METALICO CON LAMINAS DE 1.5 mm DE ESPESOR
- DIMENSIONES EN CENTIMETROS
- EL TABLERO DEBERA ESTAR BIEN SUJETADO PARA EVITAR SU DESPRENDIMIENTO



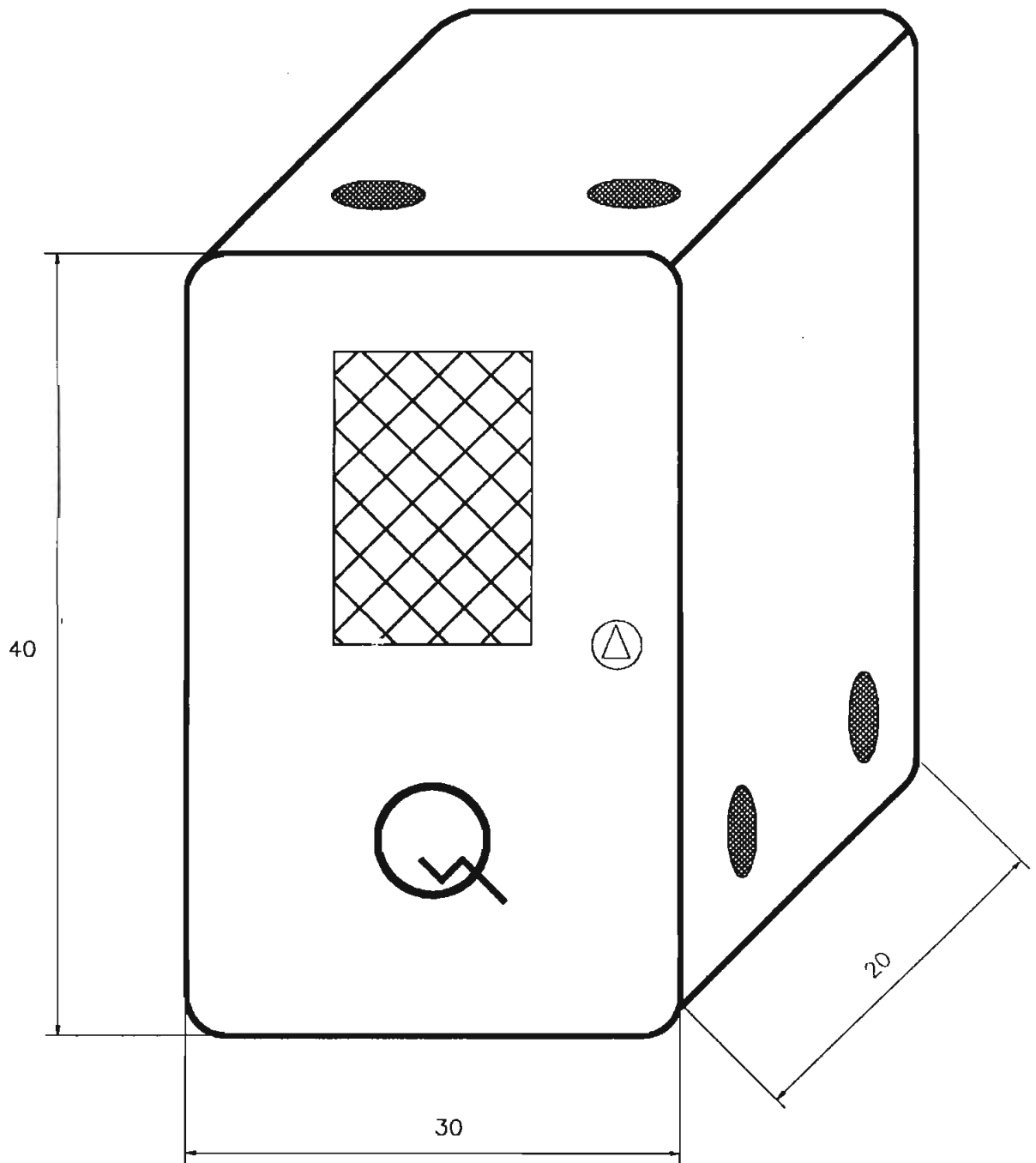
ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		Facultad: INGENIERIA ELECTRICA	
TABLERO ARMARIO	Escala: #/e	TESIS DE GRADO	
PUESTA A TIERRA	Rev: Ing. M. Barba	ALDO AGUAYO	Ref: T12 de T22
	Fecha: Junio 1996		Dibujo: A.A.L.

**SIMBOLOGIA:**

	RED EN BAJA TENSION
	ACOMETIDA EN BAJA TENSION
	BARRA DE DISTRIBUCION
	MEDIDOR KW - H
	PORTAFUSIBLE (SECCIONADOR TRIPOLAR PARA ACCIONAMIENTO BAJO CARGA O DISTUNTOR TERMICO MAGNETICO)
	DISYUNTOR TERMICO

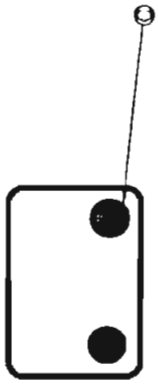
NOTA: LA CONEXION A TIERRA SE CONECTA DIRECTAMENTE A LA CARCAZA Y
ESTA A SU VEZ CONECTADA ADECUADAMENTE A TIERRA

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL	Facultad: INGENIERIA ELECTRICA
TABLERO ARMARIO	TESIS DE GRADO
DIAGRAMA UNIFILAR	ALDO AGUAYO
Escala: n/e	Ref: T13 de TEE
Rev: Ing. M. Barba	Dibujo: A.A.L.
Fecha: Junio 1996	

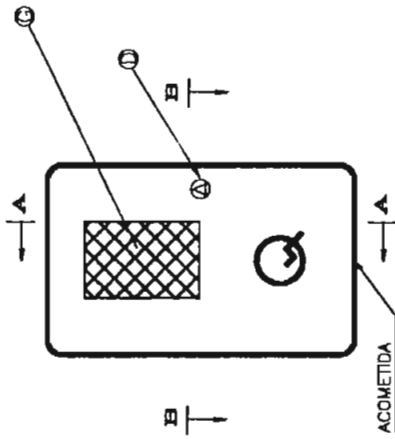


NOTA: DIMENSIONES EN CENTIMETROS

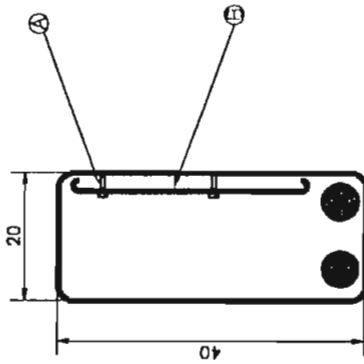
ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		Facultad: INGENIERIA ELECTRICA	
PROYECTO CAJON METALICO	Escala: n/e	TESIS DE GRADO	
PERSPECTIVA	Rev: Ing. M. Barba	ALDO AGUAYO	Ref: T14 de T22
	Fecha: Junio 1996		Dibujo: A.A.L.



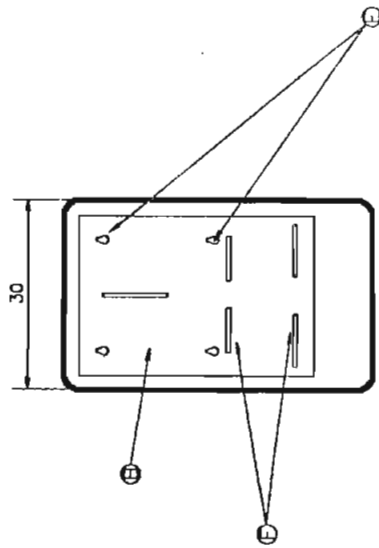
VISTA SUPERIOR



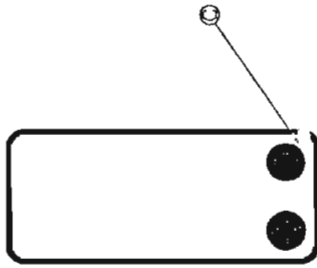
VISTA FRONTAL



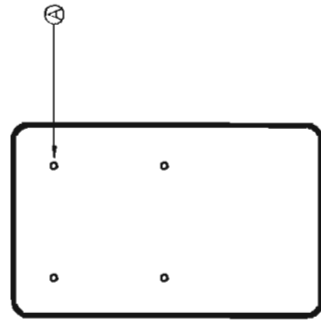
CORTE A - A



CORTE B - B



VISTA LATERAL

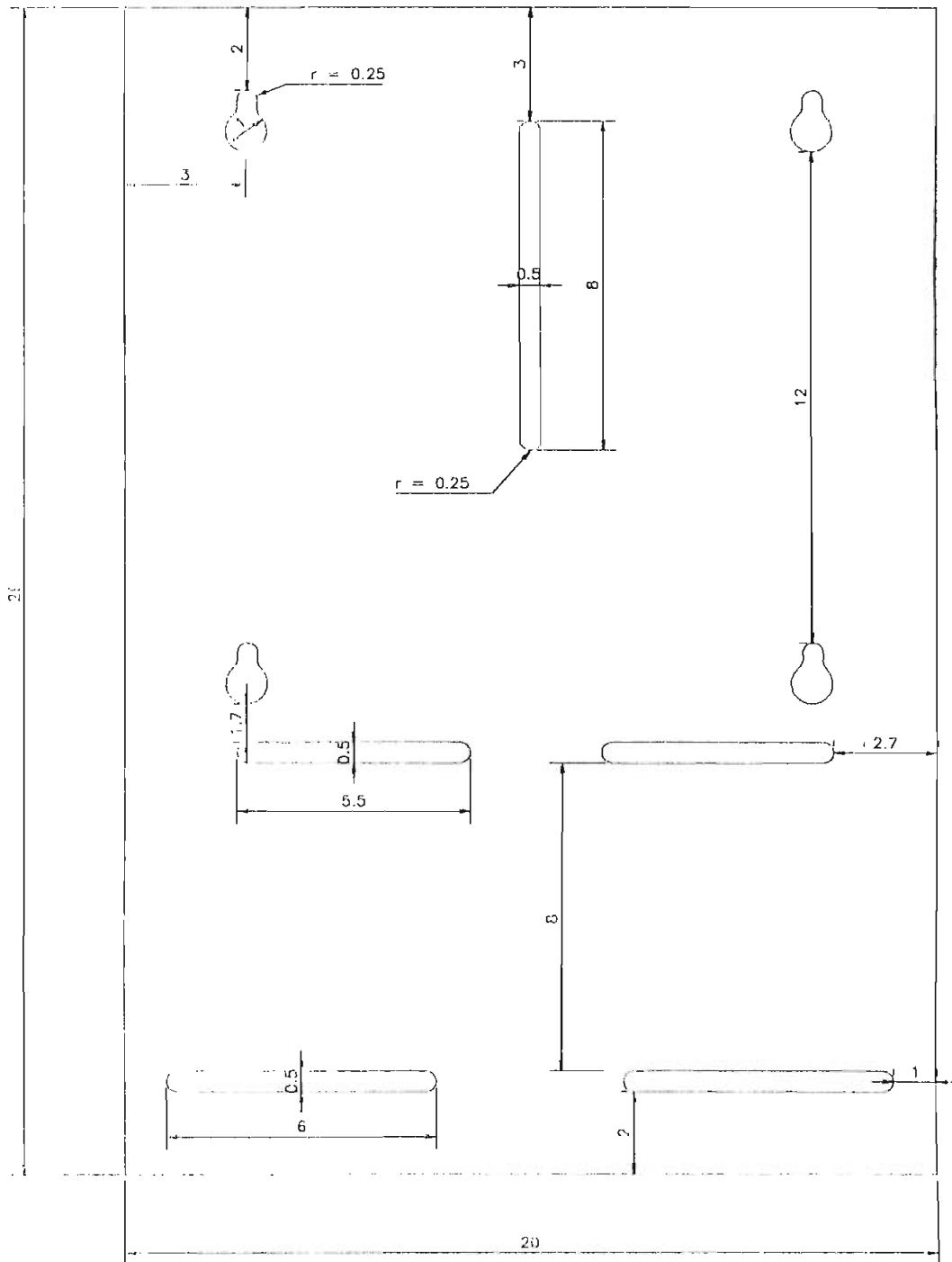


VISTA INTERIOR

- Ⓐ PERNOS SOLDADOS AL TABLERO
- Ⓑ TABLERO SOPORTE METALICO
- Ⓒ NOCAUTS
- Ⓓ CHAPA DE SEGURIDAD
- Ⓔ HUECOS PARA QUE ENTREN LOS PERNOS
- Ⓕ HUECOS PARA FIJAR LOS MEDIDORES MEDIANTE TORNILLOS
- Ⓖ VENTANA DE VIDRIO

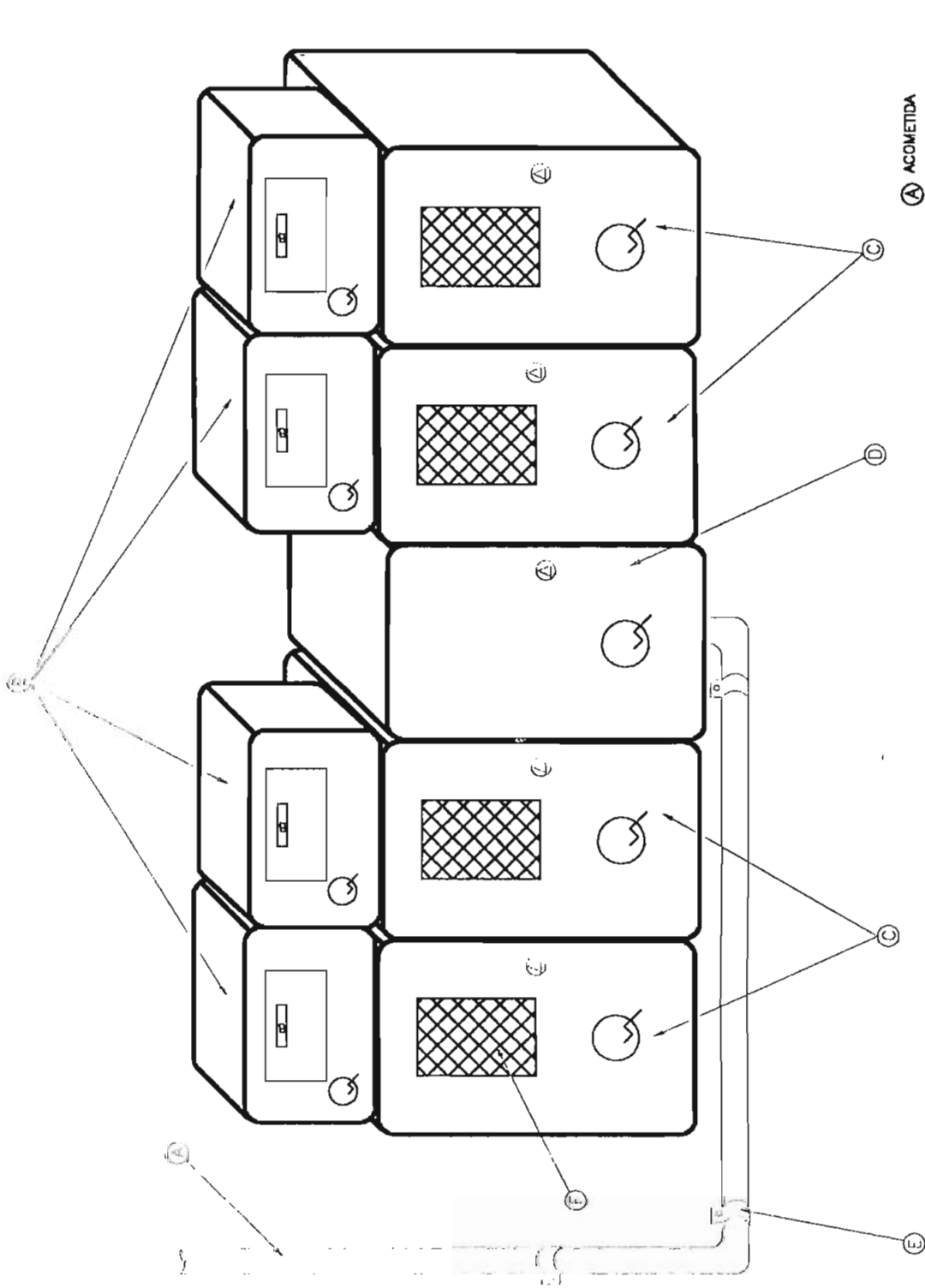
NOTA: DIMENSIONES EN CENTIMETROS

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		Facultad: INGENIERIA ELECTRICA	
PROYECTO CAJON METALICO		Escala: =/ =	TESIS DE GRADO
VISTAS Y CORTES		Rev: Ing. M. Barba	ALDO AGUAYO
		Fecha: Junio 1966	
			Dibujo: A.A.L.

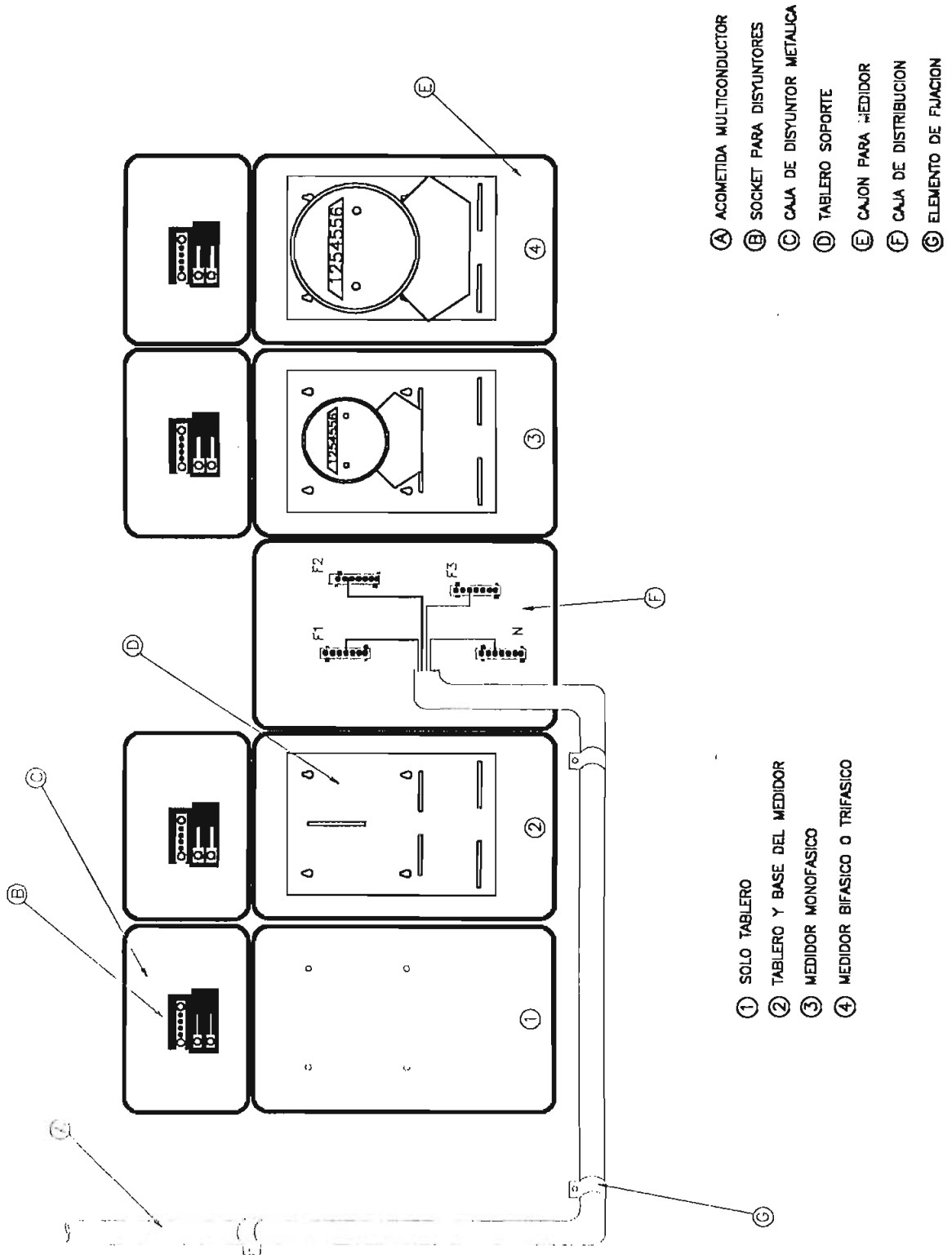


NOTA: LAS DISTANCIAS ESTAN EN CENTIMETROS

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		Facultad: INGENIERIA ELECTRICA	
TABLERO METALICO SOPORTE		TESIS DE GRADO	
PROYECCION		ALDO AGUAYO	
Escala: s/a		Ref: Tis de TSE	
Rev: Ing. M. Barba		Dibujo: A.A.L.	
Fecha: Junio 1996			



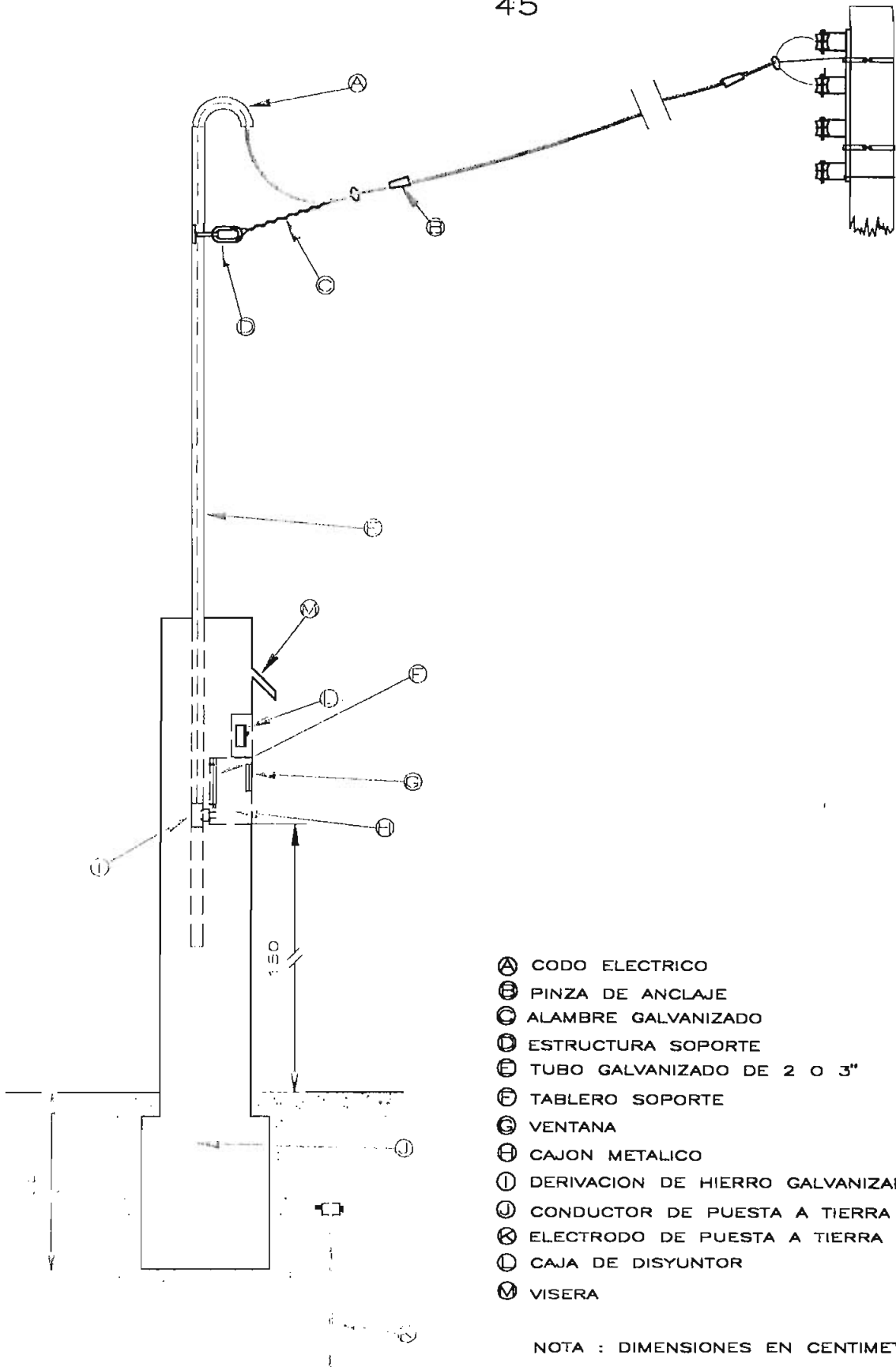
ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		Facultad: INGENIERIA ELECTRICA	
PROYECTO CAJON CONTINUO	Escala: s/e	TESIS DE GRADO	
PERSPECTIVA	Rev: Ing. M. Barba	ALDO AGUAYO	Ref: T17 de T22
	Fecha: Junio 1996		Dibujo: A.A.L.



- Ⓐ ACOMETIDA MULTICONDUCTOR
- Ⓑ SOCKET PARA DISYUNTORES
- Ⓒ CAJA DE DISYUNTOR METALICA
- Ⓓ TABLERO SOPORTE
- Ⓔ CAJON PARA MEDIDOR
- Ⓕ CAJA DE DISTRIBUCION
- Ⓖ ELEMENTO DE FUJACION

- ① SOLO TABLERO
- ② TABLERO Y BASE DEL MEDIDOR
- ③ MEDIDOR MONOFASICO
- ④ MEDIDOR BIFASICO O TRIFASICO

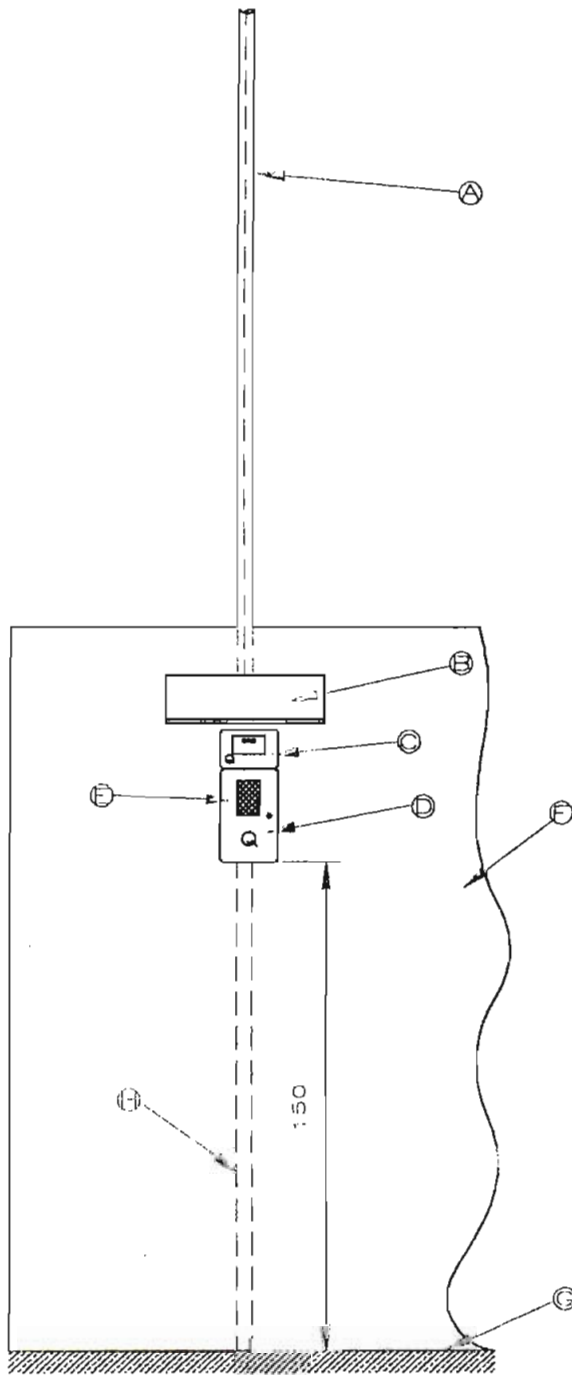
ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		Facultad: INGENIERIA ELECTRICA	
PROYECTO CAJON METALICO		TESIS DE GRADO	
VISTA INTERIOR	Rev: Ing. M. Barba	ALDO AGUAYO	Ref: T18 de T22
	Fecha: Junio 1966		Dibujo: A.A.L.



- Ⓐ CODO ELECTRICO
- Ⓑ PINZA DE ANCLAJE
- Ⓒ ALAMBRE GALVANIZADO
- Ⓓ ESTRUCTURA SOPORTE
- Ⓔ TUBO GALVANIZADO DE 2 O 3"
- Ⓕ TABLERO SOPORTE
- Ⓖ VENTANA
- Ⓗ CAJON METALICO
- Ⓘ DERIVACION DE HIERRO GALVANIZADO DE 2 O 3"
- ⓵ CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA
- Ⓚ ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA
- Ⓛ CAJA DE DISYUNTOR
- Ⓜ VISERA

NOTA : DIMENSIONES EN CENTIMETROS

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		Facultad: INGENIERIA ELECTRICA	
PROYECTO CAJON METALICO		Escala: = / e	TESIS DE GRADO
TABLERO Y ACOMETIDA		Rev: Ing. M. Barba	ALDO AGUAYO
		Fecha: Junio 1966	Ref: T19 de T22
			Dibujo: A.A.L.

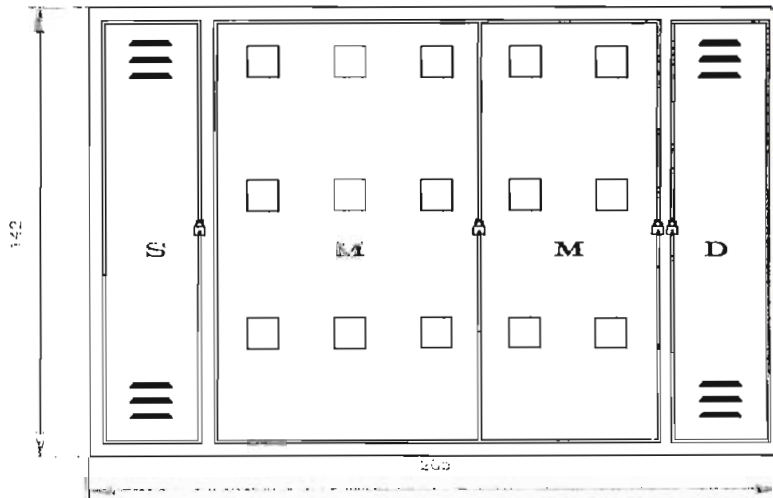
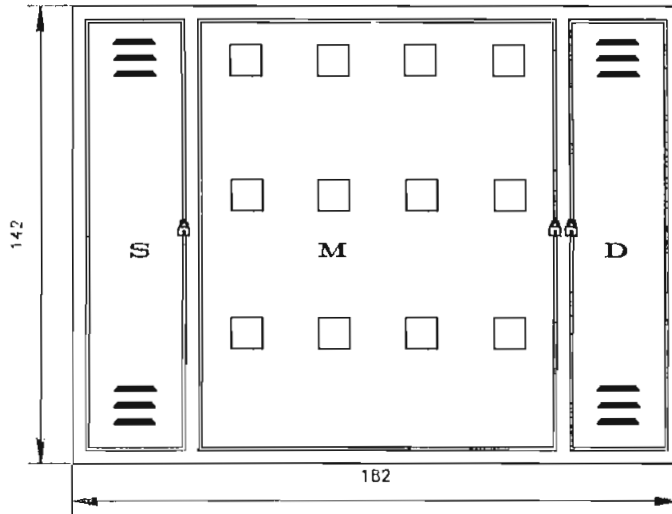
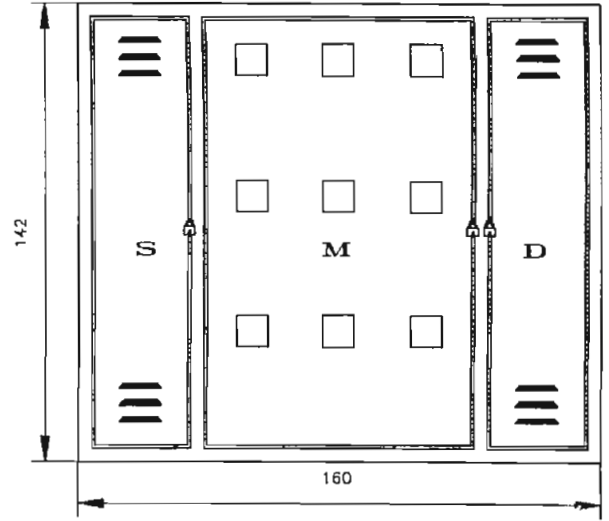
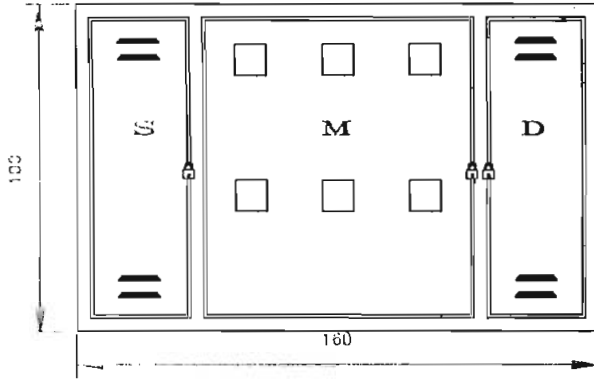


- Ⓐ TUBO GALVANIZADO DE 2 O 3"
- Ⓑ VISERA
- Ⓒ CAJA DE DISYUNTOR
- Ⓓ CAJON METALICO
- Ⓔ VENTANA
- Ⓕ PARED
- Ⓖ PISO
- Ⓗ CONDUCTOR DE PUESTA ATIERRA

NOTA:

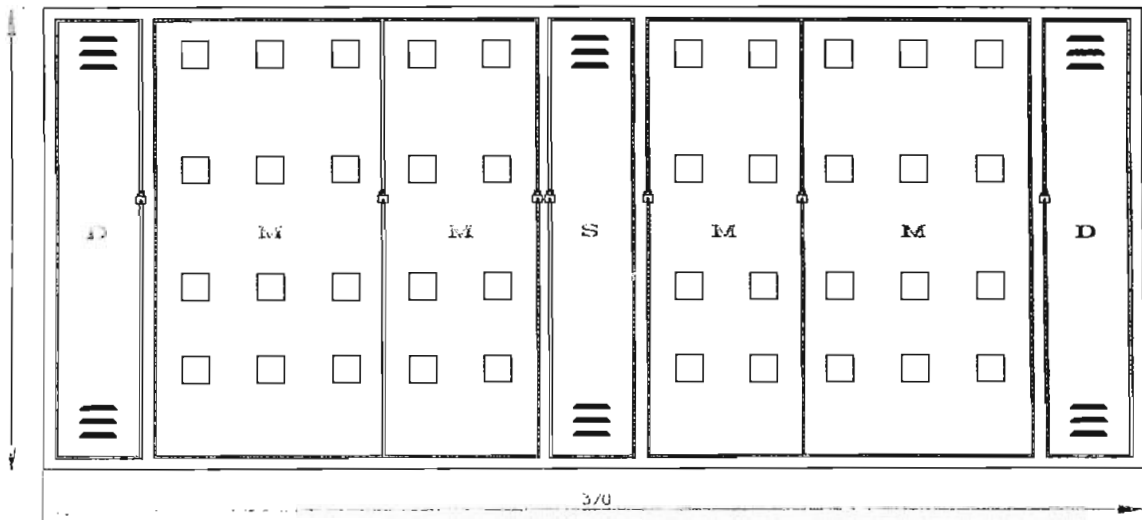
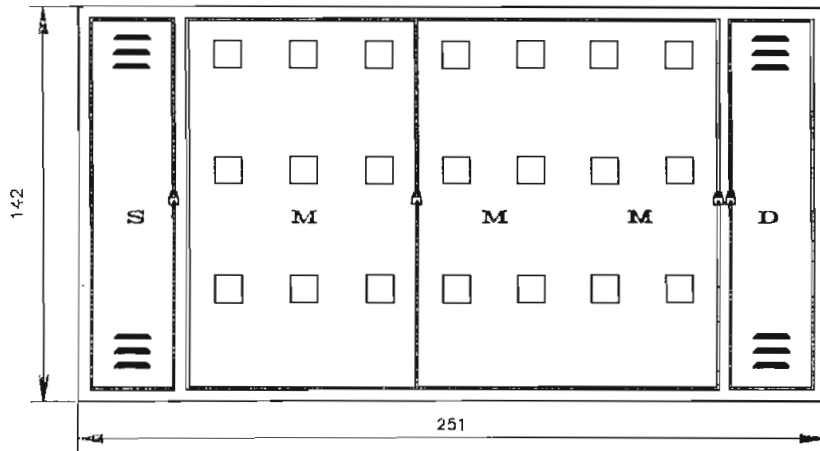
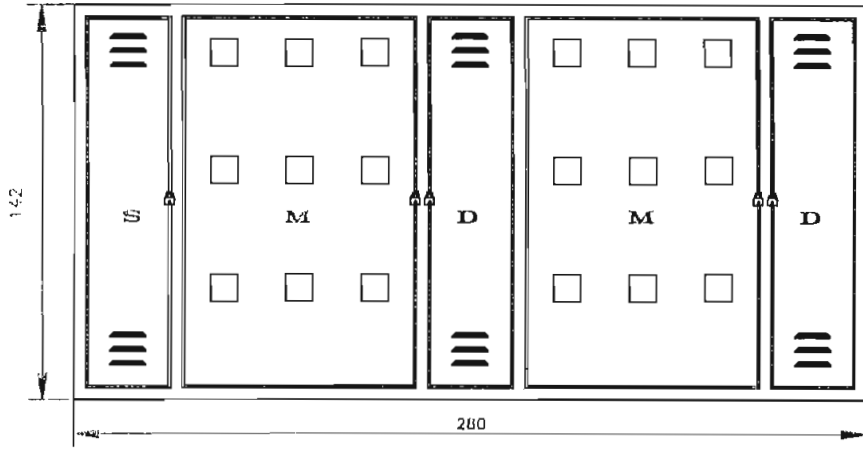
- EL MEDIDOR Y DISYUNTOR IRAN EMPOTRADOS EN LA PARED

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		Facultad: INGENIERIA ELECTRICA	
PROYECTO CAJON METALICO		Escala: s/o	TESIS DE GRADO
VISTA FRONTAL		Rev: Ing. M. Barba	Ref: T20 de T22
		Fecha: Junio 1990	Dibujo: A.A.L.
		ALDO AGUAYO	



NOTA: DIMENSIONES EN CENTIMETROS, PROFUNDIDAD 40 Cm.

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		Facultad: INGENIERIA ELECTRICA	
TABLEROS ARMARIOS MEDICION DIRECTA		Escala: s/e	TESIS DE GRADO
TABLEROS PARA 6, 9, 12 Y 15 MEDIDORES VISTA FRONTAL	Rev: Ing. M. Barba	ALDO AGUAYO	Ref: T21 de T22
	Fecha: Junio 1996		Dibujo: A.A.L.



NOTA: DIMENSIONES EN CENTIMETROS, PROFUNDIDAD 40 Cm.

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

Facultad: INGENIERIA ELECTRICA

TABLEROS ARMARIOS
MEDICION DIRECTA

Escala: $\frac{\quad}{\quad}$

TESIS DE GRADO

TABLEROS PARA 18, 21 Y 40 MEDIDORES
VISTA FRONTAL

Rev:
Ing. M. Barba

ALDO AGUAYO

Ref:
T22 de T22

Fecha:
Junio 1999

Dibujo:
A.A.L.

CAPITULO III

ACOMETIDAS Y PROTECCIONES

3. Acometidas

3.1. Requisitos generales

3.1.1. Clases de acometidas

Toda instalación de un cliente que fuere aprobada por la Empresa será conectada al sistema de distribución mediante acometidas aéreas o subterráneas.

En los sectores donde el sistema de distribución sea subterráneo, estas también lo serán.

3.1.2. Número de acometidas permitidas

En general, un inmueble o cualquier propiedad será servida solamente por una acometida, excepto cuando por razones de carga o criterio técnico de la Empresa se justifique la existencia de dos o más acometidas por ejemplo, en los siguientes casos:

Bombas contra incendios.- Cuando se necesita una acometida separada para servicios de bomba contra incendio.

Servicios de emergencia.- Cuando se necesita una acometida separada para servicios de emergencia de alumbrado y fuerza.

Requisitos de capacidad.- Con autorización cuando la carga calculada sea mayor de 1200 amperios (A).

Inmueble de gran área.- Con autorización cuando es necesario más de una acometida debido al área que ocupa el inmueble.

3.1.3. Acometida para un inmueble a través de otro

Las acometidas que alimentan un edificio o cualquier propiedad no podrán pasar por el interior de otra sin la debida autorización de la Empresa.

No se instalará una acometida a través de un solar o inmuebles ajenos a la instalación que se está efectuando, excepto en las partes coloniales en las que las acometidas van adosadas a las paredes de las fachadas de los inmuebles.

3.1.4. Longitud máxima de conductores de acometida

Los conductores de acometidas, serán suministrados por la Empresa hasta una longitud máxima de 30 metros (m); cualquier exceso en la longitud dependerá de un estudio técnico-económico. Exceptuándose:

- En los sectores periféricos de los barrios suburbanos y rurales, las acometidas tendrán una longitud máxima de 50 metros (m).

Cuando se trate de zonas *no delineadas, invadidas* y redes no aprobadas por la Empresa, se suministrará el servicio en forma provisional.

Cabe mencionar que las acometidas también pueden ser suministradas en su totalidad por el cliente, siempre que cumpla los requerimientos técnicos.

3.1.5. Acceso a las instalaciones eléctricas

El cliente debe permitir a los funcionarios debidamente autorizados por la Empresa, libre acceso a sus instalaciones eléctricas a cualquier tiempo y con debida presteza [9].

3.1.6. Conexión de conductores de acometida

La conexión de los conductores de acometida, con las líneas de distribución de bajo voltaje será realizada única y exclusivamente por el personal de la Empresa.

Todos los conductores de acometidas deben ser conectados con conectores técnicamente adecuados.

3.1.7. Conductores de acometida

Los conductores de acometida, tendrán una capacidad de conducción de corriente y aislamiento adecuado que esté de acuerdo con la demanda máxima a servir y las condiciones de instalación, sin que haya un aumento de temperatura anormales, ni otros daños perjudiciales de los mismos.

Estos tendrán una resistencia mecánica adecuada y deberán resistir en servicio a condiciones atmosféricas y de otra naturaleza, sin que se originen fugas de corriente a otros conductores, objetos adyacentes o a tierra.

3.1.8. Conexiones y empalmes en los conductores de acometida

No se permitirá ninguna conexión o empalme adicional en los conductores de acometida. Cualquier caso excepcional, será considerado por la Empresa en forma individual.

3.1.9. Medios de fijación de las tuberías de entrada de acometida

Cuando la tubería de acometida se instale en la fachada del inmueble, en cerramientos o en postes, se fijará a la superficie por medio de abrazaderas, pinzas de anclaje, alambre galvanizado u otros medios similares. Ver referencias planos A4, A5 y A6.

3.1.10. Derivaciones en la tubería de entrada de acometida

La tubería de acometida entrará desde el exterior del inmueble directamente al medidor, o al tablero general de medidores, sin ninguna derivación.

3.1.11. Diámetro mínimo de la tubería de entrada de acometida

El diámetro interior mínimo para las tuberías de entrada de acometida, en mediciones directas será de 2" [10].

3.1.12. Conductores en las tuberías de entrada de acometidas

No se permitirá instalar en las tuberías de entrada de acometida, otros conductores que no sean los de acometida y los de puesta a tierra.

3.1.13. Número de conductores en las tuberías de acometidas

El número máximo de conductores en las tuberías será el que indique en la tabla 3.1. [2]:

TAMAÑO DEL CONDUCTOR	DIAMETRO DE TUBERIAS EN PULGADAS							
	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"	5"
AWG, MCM	NUMERO DE CONDUCTORES EN TUBERIA							
6	7	10	16	23	36	48	62	97
4	5	7	12	17	27	36	47	73
2	4	5	9	13	20	27	34	54
1/0	2	3	5	8	12	16	21	33
4/0	1	1	3	5	7	10	13	20
250	1	1	2	4	6	8	10	16
300	1	1	2	3	5	7	9	14

Tabla 3.1. Número de conductores en tubería

3.1.14. Conductor neutro de sistemas de acometidas

El conductor neutro de un sistema monofásico a 3 hilos y de un sistema trifásico a 4 hilos, podrá ser de la misma sección de los conductores activos, pero se deberá tener como mínimo la sección normal inmediata inferior a la de éstos [1].

Para acometidas monofásicas trifilares y trifásicas provenientes de un sistema trifásico en estrella, la sección del conductor central deberá ser igual a la de los conductores activos, igual para acometidas trifásicas [1].

3.1.15. Partes activas

Las partes activas con voltaje, de líneas de acometidas deberán ser protegidas de modo que no estén expuestas a contactos fortuitos. Dichas partes serán accesibles únicamente al personal autorizado de la Empresa y

si estuvieran en el interior de un local, éste deberá estar libre de material inflamable.

3.1.16. Distintivo para los conductores

La empresa colocará una marca distintiva a los conductores de alimentación y barra para la correcta conexión de las fases y del neutro en el tablero.

Un conductor neutro, cuando existe debe ser identificado con un color blanco, debiendo los conductores de las fases poseer otra coloración, en las acometidas multiconductoras las fases serán de color negro, rojo y azul. Ver referencias planos T2 y T18 del capítulo II. Esto deberá ser cumplido a cabalidad por protección de las personas. Para el conductor de puesta a tierra se prevé un color verde o puede ser desnudo [37].

3.1.17. Personal autorizado

La conexión de los conductores de acometidas, con las líneas de distribución de bajo voltaje, será realizada exclusivamente por el personal expresamente autorizado por la Empresa. Las conexiones de conductores de acometidas hechas por el personal extraño o no autorizado por la Empresa serán fraudulentas y sus autores serán sancionados de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento Nacional de Acometidas (capítulo 10) [1].

3.2. Acometidas tipo

3.2.1. Generalidades

Las acometidas pueden ser de dos tipos Aéreas o Subterráneas a continuación se describen en forma detallada los reglamentos mínimos que tienen que ser cumplidas en la construcción de cada una de estas.

3.2.2. Acometidas aéreas en bajo voltaje

3.2.2.1. Condiciones de separación

Las acometidas no serán fácilmente accesibles, y tendrán con relación al suelo y a los techados las separaciones mínimas que se indican:

1. La altura mínima sobre el nivel de aceras, o cualquier plataforma saliente accesible tendrá como separación mínima de:
 - 3,0 metros (m) si esta plataforma saliente es peatonal
 - 4,5 metros (m) si esta plataforma saliente sirve para entrada o salida de vehículos.
2. La altura mínima sobre vías exclusivamente peatonales deberá ser de 3,0 metros (m).
3. La altura mínima sobre vías públicas, caminos y carreteras de tráfico considerables deberá ser de 5,50 metros (m).
4. Los conductores tendrán una separación no menor de 1 metro (m) desde ventanas, puertas, salidas de emergencia o sitios semejantes.
5. Los conductores tendidos sobre el borde superior de una ventana se considerará fuera del alcance.
6. El punto de llegada de la acometida aérea al inmueble no estará a menos de 3 metros (m) sobre el nivel del suelo.
7. Para inmuebles residenciales y de interés social, ver referencias planos A1, A2, A3, A4, A5, A6.
8. Para inmuebles suburbanos y rurales, ver referencias planos A8, A9, A10, A11, A12.

3.2.2.2. Tipos de conductores aéreos

Los conductores de las acometidas aéreas pueden ser:

1. Cable multiconductor de cobre aislado para 600 V, adecuado para trabajar a la intemperie y especialmente fabricado para este fin.
2. Conductores de cobre individuales aislados para 600 V, adecuados para trabajar a la intemperie, siempre que se trate de líneas que estén a la vista. De todos modos en el último tramo de entrada al inmueble, irán dentro de tuberías metálicas rígidas o se usarán cables protegidos, especiales para acometidas.

3. Para conductor neutro, se permite utilizar conductor de cobre desnudo.

3.2.2.3. Ubicación de las tuberías de entrada de acometida

El extremo de la tubería de entrada de acometida en un inmueble, estará ubicado del lado del poste de distribución más cercano al inmueble.

No se permitirá que una acometida aérea cruce propiedades contiguas. Ver referencia plano A20.

3.2.2.4. Identificación de componentes

En las acometidas aéreas que van a casas altas, bajas o cerramientos, se puede identificar sus componentes: cable multiconductor, poste, estructura soporte (puntal), pinzas de anclaje, alambre galvanizado, etc. Ver referencias planos A1 y A2.

3.2.2.5. Accesorios empotrados y no empotrados

Las acometidas aéreas podrán ser empotradas y no empotradas en las paredes, esto será elegido por estética o porque se requiere proteger las instalaciones de la lluvia.

Pero si se utiliza cable multiconductor no es necesario que las acometidas vayan empotradas como se ve en las referencias planos A4 y A5.

En cerramientos las acometidas podrán ser solamente empotradas en un tubo de acero galvanizado de 2 ó 3 pulgadas de diámetro. Ver referencia plano A3.

Pero si se tiene una acometida que necesita mástil para obtener la altura requerida, esta acometida podrá ser empotrada como se ve en la referencia plano A6.

3.2.2.6. Métodos de instalación de acometidas

Los conductores de entrada de acometida en inmuebles residenciales e inmuebles de dos departamentos, incluyendo los de interés social, se instalarán dentro de tubería de acero galvanizado, si estas van al cerramiento ó si necesitan mástil. Ver referencias planos A6 y A7.

Excepción: para las acometidas en viviendas suburbanas y rurales, los conductores de entrada de acometida se podrán instalar exteriormente, en las fachadas. Ver referencias planos A4, A5 y A8.

3.2.2.7. Punto de fijación de los conductores de acometidas

El punto de fijación de los conductores de acometida a un inmueble estará a una altura mínima de 3 metros, sobre el suelo [1].

En todo caso, la altura permitirá el cumplimiento del numeral 3.2.2.1., en cuanto a separaciones mínimas. Ver referencias planos A1, A2, A3, A4, A5 y A6.

Cuando se necesite un puntal o mástil para alcanzar la altura exigida, éste será de hormigón, acero galvanizado, según el caso.

Ver referencias planos A6, A7, A12 y A13.

El punto de fijación deberá ser siempre accesible desde una escalera apoyada en el suelo.

3.2.2.8. Medios de fijación

Los cables multiconductores se fijarán al poste de salida y al inmueble u otra estructura de llegada con accesorios aprobados para este fin. Los conductores individuales se fijarán a aisladores de materiales incombustibles y no absorbente soportado a su vez a la estructura mediante cualquier accesorio aprobado para este fin.

Se usarán normalmente abrazaderas, pinzas de anclaje, estructuras de soporte, ganchos soportes, pernos de ojo, aisladores de garrucha, alambre galvanizado, etc. sólidamente unidas a las tuberías de entrada de acometida.

3.2.2.9. Codo de la entrada de acometida

La tubería de entrada de acometida, estará equipada con un codo eléctrico estanco a la lluvia (su extremo esta doblado en forma de U invertida hacia abajo).

Cuando el codo no sea estanco a la lluvia, los conductores de acometida, formarán una caída de agua en forma de S, antes de entrar al codo, con el propósito de impedir el ingreso de agua a la tubería de entrada de acometida.

El codo se ubicará a 20 centímetros por encima del punto de fijación de la acometida. Ver referencia plano A6.

Cuando sea imposible instalar el codo por encima del punto de fijación, se lo instalará 20 centímetros por debajo del mencionado punto. Ver referencia plano A13.

3.2.2.10. Canalización para conductores de acometida aérea

La canalización de entrada para conductores de acometida, será de acero galvanizado ó tubería plástica PVC pesado. Esta tubería y sus accesorios serán suministrados e instalados por el cliente.

3.2.2.11. Calibre mínimo de los conductores

Los conductores técnicos-económicos, establecidos del análisis posterior serán de cobre, cuyo calibre mínimo para acometidas aéreas será:

ACOMETIDA AEREA	CALIBRE MINIMO (AWG)
2 HILOS	2*10, MULTICONDUCTOR
3 HILOS	3*10, MULTICONDUCTOR
4 HILOS	4*8, MULTICONDUCTOR

Tabla 3.2. Calibre mínimo de acometidas aéreas

3.2.2.12. Planos de construcción de acometidas aéreas

Estos planos de construcción se indican al final de este capítulo.

3.2.3. Acometidas subterráneas

3.2.3.1. Tipos de acometida subterránea

Existen dos tipos de acometida subterránea:

1. Una acometida subterránea proveniente de un sistema de distribución subterráneo ver referencias planos A14 y A15.
2. Para acometidas subterráneas provenientes de un poste de distribución aérea, ver referencias planos A16 y A17.

3.2.3.2. Suministro e instalación de las tuberías

Cuando el cliente solicite acometida subterránea, suministrará e instalará por su cuenta toda la tubería metálica, ductos de cemento o PVC pesado [11], que se requiera, desde el sistema de distribución correspondiente, hasta el medidor o tablero de medidores.

3.2.3.3. Protección mecánica

Los conductores de acometidas subterráneas, se protegerán contra daños materiales instalándolos en tubería metálica rígida, o eléctrica metálica (EMT) galvanizadas, sujetas a paredes, postes ó enterradas en sitios que no soportan mucha presión. Para sitios como calles, cruces, garajes, etc. que tengan que soportar alta presión se recomienda el uso de ductos de cemento o PVC pesado de acuerdo a la NORMA INEN 1869 [11].

Si la acometida se deriva desde un poste, la tubería llegará hasta la altura de los conductores secundarios, y será continua hasta llegar al medidor o tablero que contiene el equipo de acometida. Ver referencias planos A14, A15, A16 y A17.

3.2.3.4. Sellado de tuberías

Si la tubería de acometida entra desde un sistema de distribución, el extremo dentro del inmueble será sellado con una mezcla apropiada para impedir la entrada de humedad o de gases. De igual manera, se sellarán las tuberías no usadas o de reserva.

3.2.3.5. De sus conductores

Los conductores de acometidas subterráneas pueden ser:

1. Cables unipolares o múltiples con aislamiento apropiado para instalarse en contacto directo con la tierra.
2. Conductor o cable unipolar o múltiples con aislamiento para intemperie siempre que se lo instale en tuberías metálicas rígidas, ductos de cemento ó en PVC pesado [1].

Notas:

- Los conductores de acometidas subterráneas, serán con aislamiento tipo TTU en condiciones normales.
- El conductor de acometida subterránea tipo TTU tiene un voltaje nominal respecto a tierra de 2000 voltios.
- El conductor de puesta a tierra podrá ser desnudo.

3.2.3.6. Curvatura de las tuberías de entrada de acometidas

Las tuberías de acometidas, no tendrán más curvas que el equivalente a 2 ángulos rectos (180° grados); cuando sea necesario hacer más de 2 curvas, se evitarán construyendo hasta 2 cajas de revisión, cuyas dimensiones serán de 60 x 60 x 60 que permitirán el paso adecuado de los conductores. Ver referencia plano A19.

Las curvas en la tuberías se harán de modo que éstas conserven su sección circular; los radios de las curvas no serán menores que 6 veces el diámetro nominal de la tubería.

3.2.3.7. Canalización para conductores de acometida

La canalización de entrada para conductores de acometida, subterránea será tubería metálica rígida o eléctrica metálica (EMT), PVC pesado. Esta tubería y sus accesorios serán suministrados e instalados por el cliente, no se permitirá el uso de tubería plástica.

Para el cruce de vías o calles se lo hará exclusivamente en ductos de cemento de 2, 4, o 8 vías ó en PVC pesado de acuerdo a la NORMA INEN 1869. Ver referencia plano A19.

3.2.3.8. Calibre mínimo de los conductores

Los conductores técnicos económicos recomendados son de cobre cuyo calibre mínimo, establecidos en análisis posterior para acometidas subterráneas será:

ACOMETIDA AEREA	CALIBRE MINIMO (AWG)
3 HILOS	2*2 (4), TTU
4 HILOS	3*4 (6). TTU

Tabla 3.3. Calibre mínimo de acometidas subterráneas

3.2.3.9. Protección dentro de propiedades privadas

Dentro de las propiedades privadas el cable descrito en el literal 1) de 3.2.3.5, será instalado en ductos de hormigón, tuberías rígidas, PVC pesado ó cualquier otro tipo de protección equivalente que garantice sus seguridad mecánica adecuada.

3.2.3.10. Protección al conductor

En el sitio de bajada del conductor del poste a tierra se proveerá protección mecánica hasta una altura de 50 cm. a 1,00 metros bajo el conductor inferior de la red aérea secundaria; esta protección se hará con tubería metálica rígida. Este mismo tipo de resguardo se pondrá a la entrada del inmueble, hasta llegar al tablero para medidores, si dicha acometida no pasa por una calle o vía.

3.2.3.11. De la boca de la tubería

En la boca de la tubería (paso del sistema aéreo o subterráneo) se podrá instalar accesorios o materiales sellantes apropiados para impedir la entrada de humedad o gases, también para evitar solamente la lluvia se podrá poner un codo eléctrico invertido en forma de U hacia abajo.

3.2.3.12. Accesorios intermedios de derivación

Los conductores y la tubería de la acometida en lo posible no llevarán accesorios intermedios de derivación, en casos contrarios la Empresa señalará los sitios adecuados para las cajas o pozos de revisión.

3.2.3.13. Número de conductores en tuberías

Si se trata de una instalación en tubería el número máximo de conductores debe estar basado en que la suma de áreas de los conductores no exceda del 40% de la sección útil de la tubería [1].

3.2.3.14. Contenido exclusivo

En ductos destinados a líneas de acometidas se instalarán exclusivamente los conductores pertenecientes a éstas. No se permite por lo tanto la instalación de conductores ajenos a esta finalidad.

3.2.4. Estructuras tipo (Kits) de acometidas

Es un grupo de materiales con una cantidad promedio de los mismos, utilizados en la instalación de acometidas. Se han definido 42 estructuras tipo (Kits) de acometidas como las más utilizadas, las mismas que dependen del número de fases, el tipo de derivación de la red hacia la carga y la carga a ser atendida. VER ANEXO 12.

3.2.5. Listado de materiales asociados a cada acometida

Dado que se tienen 42 tipos de acometidas y que cada una de ellas tiene diferentes tipos de materiales para formar un Kit de acometida, es necesario detallar estos listados de materiales. VER ANEXO 12.

3.2.6. Planos de construcción de acometidas subterráneas

Estos planos se muestran al final de este capítulo.

3.2.7. Caídas de voltaje en acometidas

3.2.7.1 Bases teóricas para la evaluación de caídas de voltaje.

Introducción:

Caída de voltaje (ΔV): Es la diferencia entre el voltaje del lado de la fuente y el voltaje en el lado de la carga de cualquier parte del sistema de distribución [12].

La caída de voltaje en estado estacionario es causada por un flujo de corriente eléctrica a través de la impedancia que puede presentarse en un transformador, un conductor, un cable, etc. Para su cálculo es necesario conocer la impedancia, la corriente y el factor de potencia del circuito.

El empleo de métodos de cálculo rigurosos puede tomar mucho tiempo y ser complicado, lo cual ha motivado el uso de analizadores de Redes o de Métodos Digitales procesados en computador. Para efectos de su aplicación en sistemas de distribución, los métodos aproximados son satisfactorios.

A continuación se describen dos métodos de cálculo:

- **Cálculo mediante gráfico:**

Este método emplea un monograma típico que permite el cálculo de caída de voltaje en función de la potencia del circuito, el voltaje nominal, la longitud del circuito, el factor de potencia de la carga, el calibre y el tipo de conductor que se emplea.

- Cálculo mediante fórmulas:

Para el cálculo de la caída de voltaje se sigue un procedimiento similar tomando como referencia el voltaje de recepción. En la práctica el voltaje de referencia es el nominal del sistema [12].

3.2.7.2. Ecuaciones para caídas de voltaje

Como se sabe el nivel de voltaje, es una medida de la calidad de servicio y es función de la longitud y carga del circuito, cantidades que se relacionan linealmente con ella. Como consecuencia se puede desarrollar una expresión en función de la longitud y carga del circuito [13].

Existen varios métodos para el cálculo de la caída de voltaje. El criterio utilizado en el estudio, es el de los KVA-m, siendo éste, un método de cálculo sencillo, presentando resultados con la suficiente exactitud. Este método está basado en los siguientes principios que son generales para todo cálculo [14].

1. Considerando una carga simple a factor de potencia constante, la caída de voltaje a través del circuito es proporcional a la de carga.
2. Considerando un conductor uniforme dimensionado con la carga y factor de potencia constante, la caída de voltaje será proporcional a la longitud máxima del circuito.
3. Considerando varias cargas sobre el circuito, la caída de voltaje acumulada en un punto será, la producida por la suma de todas las cargas que inciden sobre ese punto.

Bajo estos principios se puede expresar la caída de voltaje en función de la longitud, carga, factor de potencia y características del conductor (resistencia y reactancia). Si se considera la acometida como el circuito como el que se indica en la figura 3.1.:

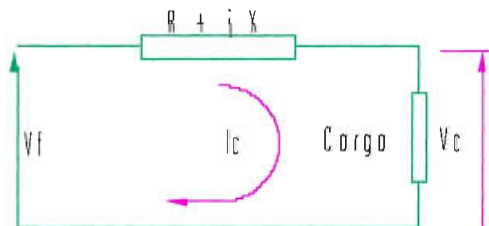


Fig. 3.1 Representación de una acometida

La corriente de carga, en forma general puede ser calculada como:

$$I_c = \frac{KVA_T}{N_f * KV_{fn}} \quad (3.1)$$

donde:

- Ic: corriente de carga.
- KVAT: potencia aparente de carga.
- Nf: número de fases.
- Kvfn: voltaje fase neutro.

Para encontrar el valor de caída de voltaje, expresado en porcentaje del valor del voltaje nominal, la siguiente ecuación de caída de voltaje dividimos para el voltaje nominal, multiplicamos por 100 y reemplazamos la ecuación (3.1).

$$\Delta V = I_c * (R * \cos \varphi + X \operatorname{sen} \varphi) \quad (3.2)$$

donde:

- ΔV : caída de voltaje.
- Ic: corriente de carga.
- R: resistencia del conductor de la sección (Ω).
- X: reactancia del conductor de la sección (Ω).
- $\operatorname{Cos} \varphi$: ángulo del factor de potencia de la carga.

Con lo cual podemos escribir la siguiente ecuación:

$$\Delta v(\%) = \frac{KVA_T * (R * \cos \varphi + X * \operatorname{sen} \varphi)}{N_f * KV_{fn}^2 * 10} \quad (3.3)$$

donde:

- $\Delta V(\%)$: porcentaje de caída de voltaje.
- KVAT: potencia aparente de carga (KVA).
- R: resistencia del conductor de la sección (Ω).
- X: reactancia del conductor de la sección (Ω).
- $\operatorname{Cos} \varphi$: ángulo del factor de potencia de la carga.
- Nf: número de fases.
- Kvfn: voltaje fase neutro (KV).

R y X pueden ser expresados en valores por unidad de longitud, r y x respectivamente, en (Ω/Km), de esta manera la ecuación (3.3) puede ser escrita en función de la longitud del tramo L, de la siguiente manera:

$$\Delta V(\%) = \frac{KVA_T * L * (r * \cos \varphi + x * \sin \varphi)}{N_f * KV_{f_i}^2 * 10} \quad (3.4)$$

donde:

L: longitud (Km).

r, x: resistencia y reactancia (Ω/Km).

Utilizando el criterio de los KVA-m, la expresión de caída de voltaje también puede escribirse de la siguiente manera:

$$\Delta V(\%) = KVA_T * L * FCV \quad (3.5)$$

donde:

FCV: factor de caída de voltaje.

El valor de FCV dependerá de la configuración de los circuitos, de las características técnicas del conductor como son r y x, voltaje y factor de potencia de la carga. La relación de FCV puede ser escrita mediante la siguiente expresión:

$$FCV = \frac{r * \cos \Phi + x * \sin \Phi}{10 * N_f * KV_{f_i}^2} \quad (3.6)$$

La caída de voltaje para la acometida se calcula a partir de los valores de KVA-L o KVA-m del circuito y multiplicando por el FCV para cada nivel de voltaje y calibre de conductor de las acometidas [12].

Los valores de KVA-m para el 1% de caída de voltaje para cada calibre de conductor, se encuentran tabulados en el ANEXO 3. Este valor de KVA-m es el inverso del FCV.

Se debe acotar que para calcular el porcentaje real de la caída de voltaje se empleará la siguiente ecuación:

$$\Delta V(\%) = \frac{KV_{f_i} * I_{LT}}{KVA - m(1\%)} = \frac{KVA_{LT}}{KVA - m(1\%)} \quad (3.7)$$

donde:

- $\Delta V(\%)$: porcentaje de caída de voltaje.
 Kvfn: voltaje fase neutro (KV).
 ILT: límite térmico (A).
 KVA-m(1%): KVA-m para el 1% de caída de voltaje.
 KVALT: KVA de límite térmico.

3.2.7.3. Parámetros eléctricos de los conductores

Los datos de la resistencia se tomaron de la referencia [15] y [16], mientras que para el cálculo de la reactancia se utiliza las siguientes ecuaciones:

$$x = 12.567 * 10^{-4} * f * \ln \frac{1}{RMG} + 12.567 * 10^{-4} * f * \ln DMG \quad (3.8)$$

donde:

- DMG : distancia media geométrica.
 RMG : radio medio geométrico.
 f: frecuencia (HZ).

DMG depende del espaciamiento entre los conductores y RMG viene dado en tablas. El primer término de la ecuación anterior representa la reactancia inductiva de un conductor a 1 pie de distancia entre conductores [17].

El RMG también puede ser calculado a partir del radio de un hilo del conductor. La construcción de los conductores, para el rango utilizado es de 7 y 19 hilos por conductor, de esta clasificación tenemos lo siguiente [18]:

$$RMG(7hilos) = 0.726 * r \quad (3.9)$$

$$RMG(19hilos) = 0.758 * r \quad (3.10)$$

donde:

- r: radio de un hilo.

Para el cálculo de DMG , de los cables tipo sucre ST que sirven para las acometidas aéreas se tomaron los valores de espaciamento entre conductores y de aislamiento que constan en las referencias [15] y [16].

Para los cálculos de la distancia media geométrica se dividen en dos partes : acometidas aéreas y acometidas subterráneas:

• **Acometidas aéreas:**

- Circuitos de acometidas aéreas monofásicas 2 hilos, DMG = variable de acuerdo al tipo de conductor.

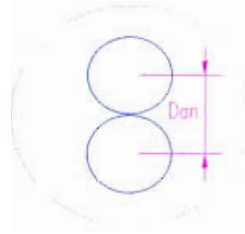


Fig. 3.2 Representación de una acometida aérea monofásica a 2H

- Circuitos de acometidas aéreas monofásicas 3 hilos y bifásicas, DMG = variable de acuerdo al tipo de conductor.

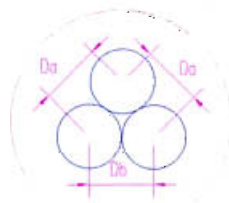


Fig. 3.3 Representación de una acometida aérea monofásica a 3H y bifásica

- Circuitos de acometidas aéreas trifásicas 3 hilos, DMG = variable de acuerdo al tipo de conductor.

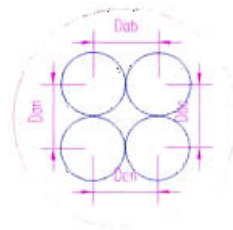


Fig. 3.4 Representación de una acometida aérea trifásica a 4H

- **Acometidas subterráneas:**

Para el cálculo de DMG , de los conductores tipo TTU que sirven para las acometidas subterráneas se tomaron los siguientes valores de espaciamiento entre conductores.

- Circuitos de acometidas subterráneas monofásicas 2 hilos, $DMG = 10$ cm.

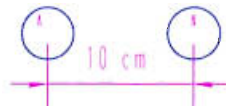


Fig. 3.5 Representación de una acometida subterránea monofásica a 2H

- Circuitos de acometidas subterráneas monofásicas 3 hilos y bifásicas, $DMG = 10$ cm.

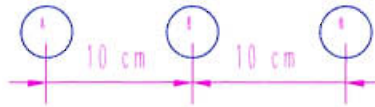


Fig. 3.6 Representación de una acometida subterránea monofásica a 3H y bifásica

- Circuitos de acometidas subterráneas trifásicas 3 hilos, $DMG = 12.59$ cm.

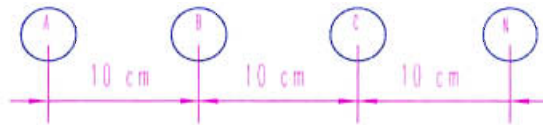


Fig. 3.7 Representación de una acometida subterránea trifásica a 4H

A continuación se presenta las fórmulas utilizadas en el proceso de cálculo de caída de voltaje y KVA-m.

3.2.7.4. Metodología para el cálculo de caída de voltaje y KVA-m

De acuerdo a la configuración de los circuitos secundarios el cálculo de caída de voltaje y KVA-m se fundamentan en las siguientes fórmulas:

- Acometidas monofásicas 2 conductores (una fase y neutro). tenemos que el $\Delta V\%$ y los KVA-m serán:

$$\Delta V(\%) = \frac{KVA_{acom} * L_{acom} * 2 * (r * \cos \varphi + x * \sin \varphi)}{KV_{fn}^2 * 10^4} \quad (3.11)$$

$$KVA - m(1\%) = \frac{KV_{fn}^2 * 10^4}{2 * (r * \cos \varphi + x * \sin \varphi)} \quad (3.12)$$

- Acometidas monofásicas 3 conductores (dos fases y neutro), la corriente será:

$$I_{acom} = \frac{KVA_{acom}}{2 * KV_{fn}} \quad (3.13)$$

Para este caso $N_f = 2$ por lo tanto las ecuaciones para el cálculo de $\Delta V\%$ y KVA-m serán:

$$\Delta V(\%) = \frac{KVA_{acom} * L_{acom} * (r * \cos \varphi + x * \sin \varphi)}{2 * KV_{fn}^2 * 10^4} \quad (3.14)$$

$$KVA - m(1\%) = \frac{2 * KV_{fn}^2 * 10^4}{(r * \cos \varphi + x * \sin \varphi)} \quad (3.15)$$

- Acometidas bifásicas 3 conductores (dos fases y neutro). tenemos que el $\Delta V\%$ y los KVA-m serán:

$$\Delta V(\%) = \frac{KVA_{acom} * L_{acom} * (r * \cos \varphi + x * \sin \varphi)}{KV_{fn}^2 * 10^4} \quad (3.16)$$

$$KVA - m(1\%) = \frac{KV_{fn}^2 * 10^4}{(r * \cos \varphi + x * \sin \varphi)} \quad (3.17)$$

- Acometidas trifásicas 4 conductores (tres fases y neutro).

$$I_{acom} = \frac{KVA_{acom}}{\sqrt{3} * KV_{fn}} \quad (3.18)$$

En la ecuación 3.1 tenemos que, para este caso $N_f = 3$ por lo tanto las ecuaciones para el cálculo de $\Delta V\%$ y KVA-m serán:

$$\Delta V(\%) = \frac{KVA_{acom} * L_{acom} * (r * \cos \varphi + x * \sin \varphi)}{3 * KV_{fn}^2 * 10^4} \quad (3.19)$$

$$KVA - m(1\%) = \frac{3 * KV_{fn}^2 * 10^4}{(r * \cos \varphi + x * \sin \varphi)} \quad (3.20)$$

donde:

$\Delta V(\%)$: porcentaje de caída de voltaje.

KVAacom: potencia aparente que soporta la acometida (KVA).

Lacom: longitud de la acometida (m).

r: resistencia de la acometida por unidad de longitud (Ω/Km).

x: reactancia de la acometida por unidad de longitud (Ω/km).

$\text{Cos}\varphi$: ángulo del factor de potencia de la carga.

Kvfn: voltaje fase neutro (KV).

Se debe tener presente que el valor de x varia, dependiendo de la configuración de los circuitos y de la distancia entre los conductores que forman el cable.

3.2.7.5. Proceso de cálculo de KVA-m y $\Delta V\%$

En el siguiente punto se procede a calcular las caídas de voltaje para las acometidas residenciales, comerciales e industriales utilizando las ecuaciones del numeral 3.2.7.4, teniendo presente si las acometidas se derivan de redes secundarias monofásicas ó trifásicas.

El método empleado es el de los KVA-m para lo cual se utilizaron los datos de resistencia DC a 20 °C descritos en catálogos emitidos por Cablec y Electrocables, referencias [15] y [16]. Pero para calcular estos KVA-m máximos se tomo como temperatura 70 °C, por lo cual estos valores de resistencia se ven afectados por un valor de 1.196 para cobre [19].

Además se debe anotar que existe un factor que afecta por el paso de resistencia DC a AC y que es función del tipo de conductor y calibre, estos datos se tomaron de la referencia [20].

Como para el cálculo de los KVA-m se necesitaba de otro dato como es el de reactancia se procedió a determinar con la fórmula (3.8), pero primero se debió calcular las distancias medias geométricas.

Los cálculos tanto de resistencia, reactancia y de *DMG* se muestran en los ANEXOS 1 y 2.

Se asume un factor de potencia de 0.9 y una frecuencia de 60 Hz para los cálculos. Para cables multiconductores las distancias medias geométricas *DMG* varían según el calibre en acometidas aéreas. En acometidas subterráneas las distancias medias geométricas se mantienen constantes, esto se pueden apreciar en los gráficos del numeral 3.2.7.3. Los cálculos de los KVA-m se muestran en el ANEXO 3.

Finalmente para determinar el porcentaje real de caída de voltaje ($\Delta V\%$) se empleó las ecuaciones del numeral 3.2.7.4, los cálculos se muestran en el ANEXO 4.

3.3. Protecciones

3.3.1. Generalidades

Las acometidas se protegen contra sobrecargas y cortocircuitos en el lado de la carga, se utilizan disyuntores (breakers, interruptores termomagnéticos) que protegen ambas cosas [21].

También se protege con un seccionador-portafusibles con el fin de abaratar los costos de las protecciones.

3.3.2. Tipo de protección en función de la demanda

La capacidad será calculada técnicamente de acuerdo a la demanda a servirse, debiendo seleccionarse el aparato de capacidad *standard* próximo a la calculada [1].

En el ANEXO 12 se detallan las protecciones en función de la demanda.

3.3.3. Seccionador-portafusible ó disyuntor general para tableros armarios

Todo inmueble con servicio eléctrico incluirá en su instalación de acometida, un medio de desconexión y protección, y será un disyuntor general ó seccionador-portafusible, que desconecte y proteja los conductores activos de la instalación interna del inmueble, cuando existan sobrecargas o cortocircuitos.

Cuando la corriente de demanda es inferior a 100 A se instalará un disyuntor termomagnético, si ésta es mayor a 100 A se instalará un seccionador-portafusible con fusibles tipo NH [10].

3.3.3.1. Características mínimas del interruptor termomagnético (disyuntores) y seccionador-portafusible general

Las características mínimas que deben cumplir el disyuntor general son:

1. Los disyuntores tienen las propiedades de seccionadores, es decir ellos separan todas las vías de corriente de un circuito, teniendo una indicación confiable de la posición de maniobra.
2. Son como mínimo interruptores bajo carga, es decir, tienen una capacidad de ruptura en el orden de la corriente nominal de los clientes y por lo tanto, pueden conectar y desconectar en condiciones normales de funcionamiento.
3. Pueden ser accionados manualmente y tienen solamente una posición ON y una posición OFF con sus correspondientes topes.
4. El disyuntor principal separa simultáneamente a todos los conductores de que no están puestos a tierra.
5. Estos equipos deben cumplir con lo estipulan las normas VDE 0113 y IEC 204 [19].

Las características mínimas que deben cumplir el seccionador-portafusible principal son:

1. Debe ser un portafusible para accionamiento bajo carga.

2. Debe separar todas las vías de corriente del circuito, teniendo una indicación confiable de la posición de maniobra que es manual y con sus respectivos topes.
3. Debe ser para accionamiento bajo carga, es decir tener una capacidad de ruptura de la corriente nominal de la demanda máxima y, por tanto conectar y desconectar bajo condiciones normales de servicio.
4. No Tienen capacidad térmica ni de sobrecarga, como valor normalizado, porque no es aplicable [12].
5. Deben poseer apaga chispas (extintores de arco).
6. La construcción y operación de este equipo debe estar de acuerdo a las normas que rigen para estos aparatos de maniobra en bajo voltaje, tales como: I.E.C. 144, V.D.E. 0100, NEMA, UL, ANSI u otras equivalentes [8].

3.3.3.2. Características de los fusibles

Los fusibles presentan las siguientes particularidades:

1. Son de una sola operación, ya que después de haber interrumpido la falla debe reponerse el fusible completo o su elemento conductor.
2. Son de operación individual ya que sólo interrumpen la corriente en la fase donde sucedió el cortocircuito o la sobrecarga.
3. Son baratos comparados con otras protecciones.
4. Tienen un tiempo de operación bastante corto, por lo que resulta difícil coordinarlos con otros dispositivos de protección.
5. Tienen una potencia de cortocircuito superior a otras protecciones.
6. Son bastante seguros y difícilmente operan sin causa [21].

3.3.4. Cálculo de la capacidad de la protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

Un dispositivo de protección debe ser dimensionado para protección contra sobrecargas y cortocircuitos:

1. Cálculo contra sobrecargas

El disyuntor debe tener la capacidad de corriente nominal, menor o igual a la capacidad de conducción de corriente del conductor, y mayor o igual a la corriente máxima de la carga servida [9].

2. Cálculo contra cortocircuitos

La capacidad contra los cortocircuitos debe ser igual o superior a la corriente de cortocircuito esperada en un punto donde el dispositivo fuese instalado [9].

Notas:

- Un conductor neutro debe ser continuo, no pudiendo ser instalado dispositivo capaz de causar su interrupción.
- Donde se utilicen motores, el cálculo de la capacidad de los disyuntores, estará dada por la corriente de régimen o disparo del dispositivo protector de la derivación del motor de mayor potencia, más la suma de las corrientes a plena carga de los demás motores, y otros artefactos eléctricos [2].

3.3.5. Ubicación del disyuntor individual

Los elementos o equipos de desconexión estarán ubicados en un lugar de fácil acceso e inmediatamente a la salida del medidor.

El disyuntor individual se instalará junto al medidor, cuando éste se encuentra en el interior o exterior de un inmueble o edificación, siempre y cuando este inmueble posea un cajón metálico de hasta 5 medidores. Ver referencia plano A18.

3.3.6. Ubicación del disyuntor general

El disyuntor general se instalará en el compartimiento de seccionamiento del tablero armario, antes de que los conductores de acometida alimenten a las barras de distribución. Ver referencia plano T6 (capítulo II).

3.3.7. Altura del disyuntor

Normalmente el disyuntor individual, se instalará, a una altura de 1,50 metros desde el suelo, junto al medidor. Ver referencia plano A18.

Se exceptúa el caso de disyuntores agrupados en el compartimiento de disyuntores de tableros armarios.

3.3.8. Instalación

Los elementos o equipos deberán ser instalados en paneles, para ser accionados desde el exterior y deben ser de tipo recambiable. Deberán tener también las posiciones de "abierto" y "cerrado" claramente establecidas.

3.3.9. Protección mecánica

Los disyuntores estarán protegidos por una tapa o caja resistente a daños mecánicos, y ser del tipo de manejo externo, o estarán encerrados en el compartimiento de disyuntores de los tableros armarios.

Si los disyuntores se instalaren en el exterior de un inmueble, sus cajas protectoras serán a prueba de intemperie.

3.3.10. Desconexión

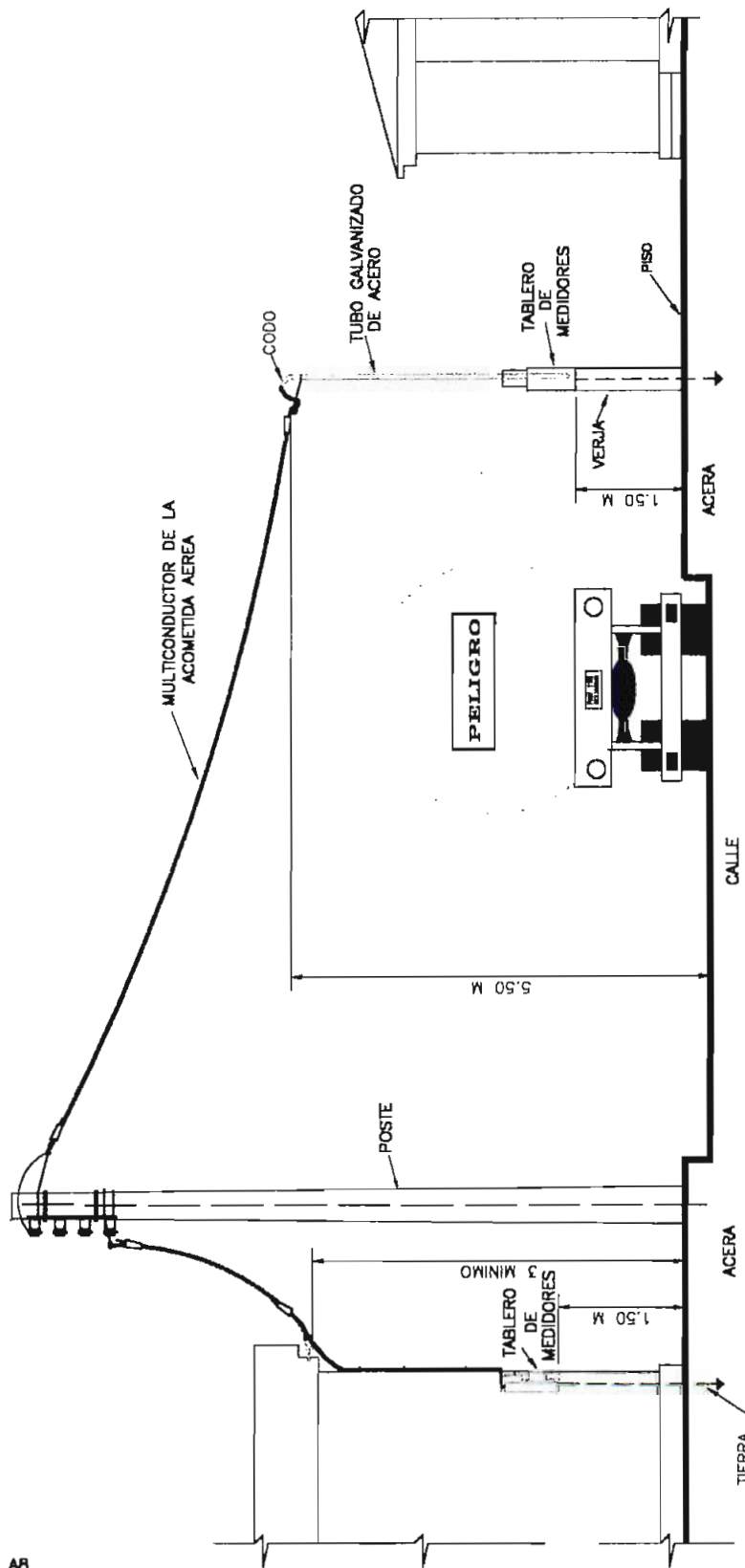
El disyuntor general desconectará simultáneamente todos los conductores activos. Podrá también desconectar el neutro en el caso que técnicamente se justifique, pero sólo simultáneamente con dichos conductores. En el caso de que el neutro no sea desconectado por el disyuntor, se preverá un terminal, conector o dispositivo equivalente a éstos en el tablero armario para medidores.

3.3.11. Conexiones

Los conductores serán conectados a los disyuntores mediante dispositivos de presión o compresión.

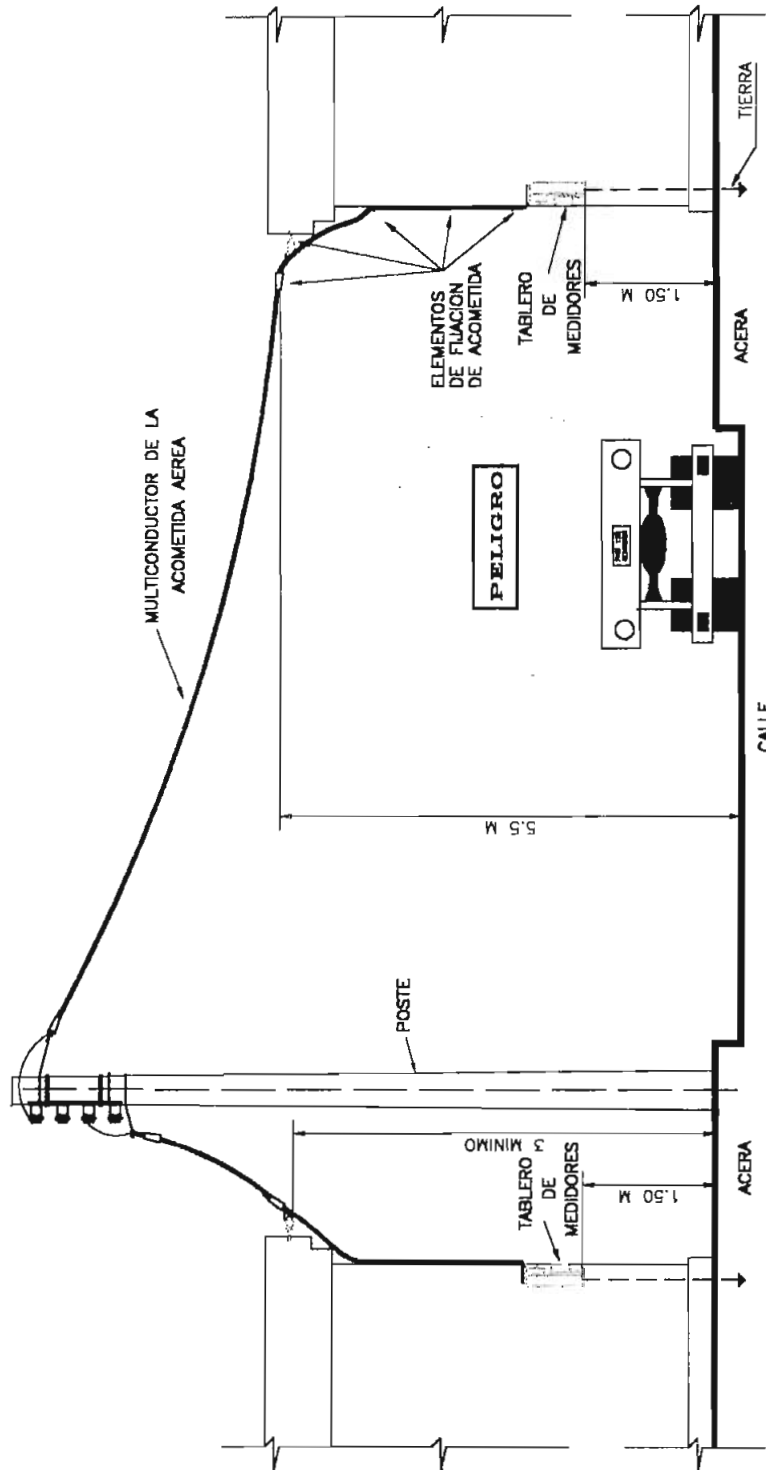
3.3.12. Estructuras tipo (Kits) de protecciones

Existen definidos 17 tipos de estructuras tipo (Kits) de protecciones, los mismos que dependen de la carga a proteger, el número de fases y el nivel de voltaje de la protección. La protección va ligada directamente al tipo de medición a utilizar. VER ANEXO 12.



NOTA:
VISTA FRONTAL VER PLANO A8

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		Facultad: INGENIERIA ELECTRICA	
ACOMETIDA AEREA		TESIS DE GRADO	
Escala:		ALDO AGUAYO	
Rev: Ing. M. Barba			
IDENTIFICACION DE LA ACOMETIDA AEREA		Ref: Al de AÑO	
Fecha: Junio 1998		Dibujo: A.A.L.	



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

Facultad: INGENIERIA ELECTRICA

**ACOMETIDA
AEREA**

Escala: **n/a**

TESIS DE GRADO

IDENTIFICACION DE LA ACOMETIDA
AEREA

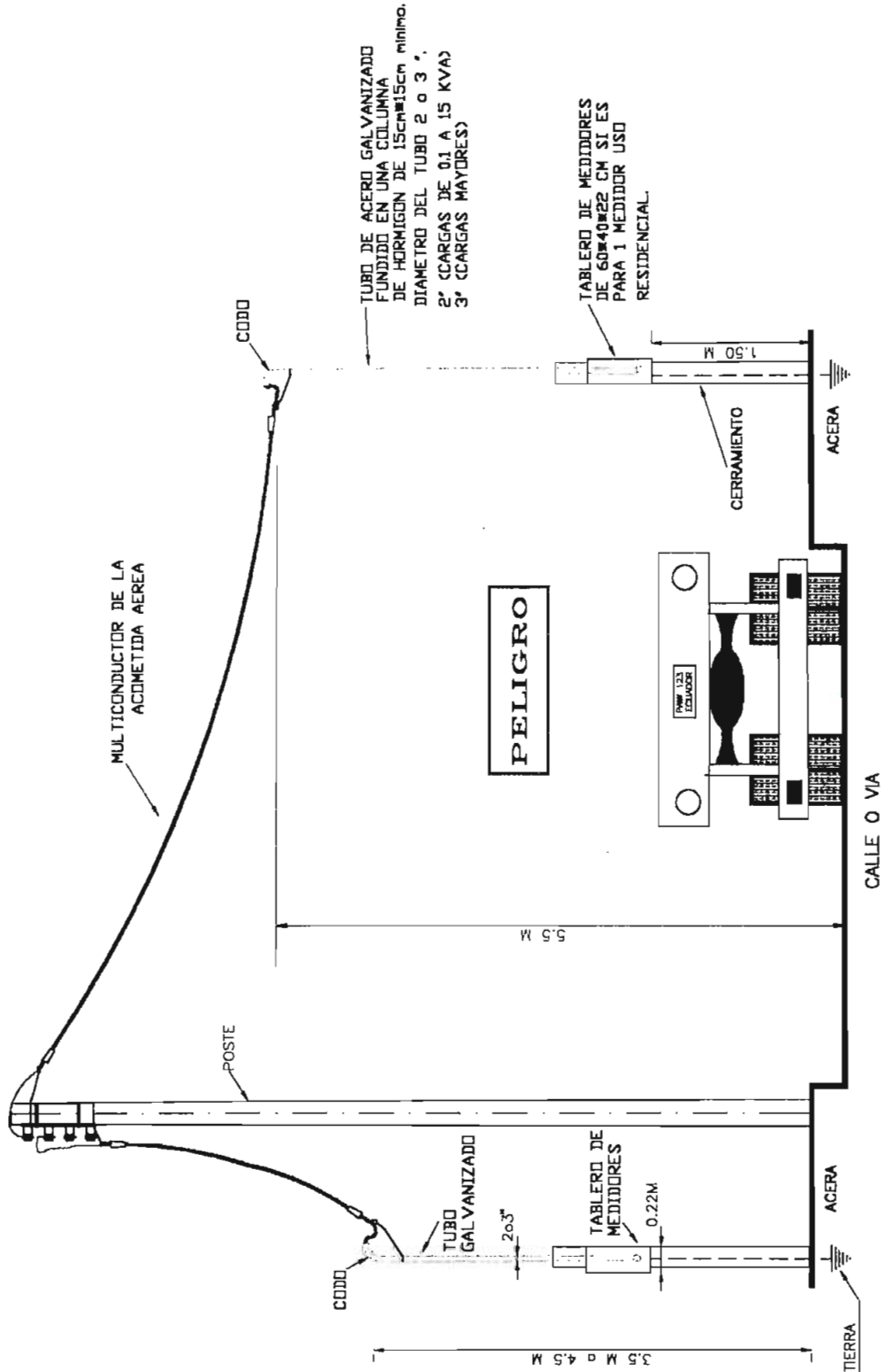
Rev:
Ing. M. Barba

ALDO AGUAYO

Fecha:
Junio 1996

Ref:
A2 de A80

Dibujo:
A.A.L.



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

Facultad: INGENIERIA ELECTRICA

ACOMETIDA AEREA

Escala: **s/a**

TESIS DE GRADO

VISTA GENERAL DE UNA ACOMETIDA AEREA

Rev: Ing. M. Barba

ALDO AGUAYO

Ref: AS de ASO

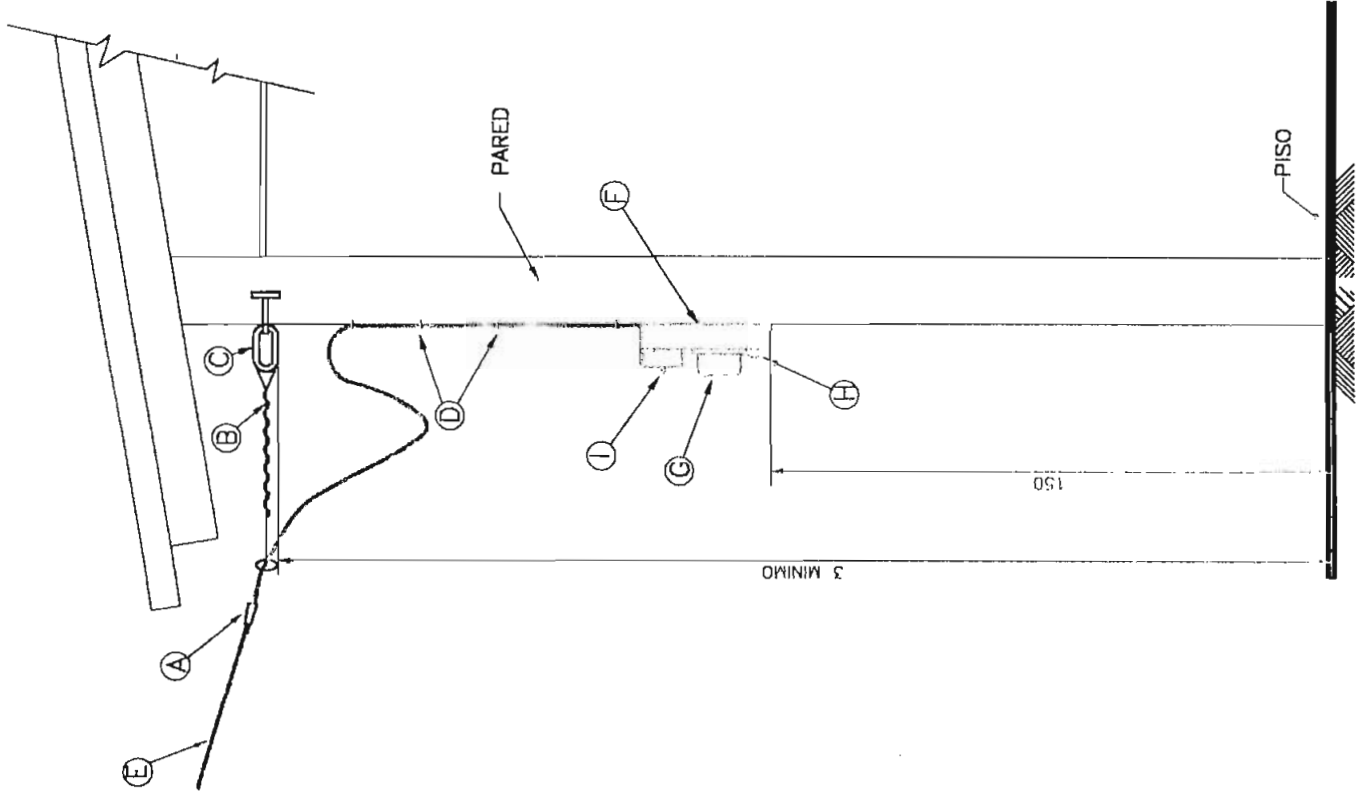
Fecha: Junio 1988

Dibujo: A.A.L.

- (A) PINZAS DE ANCLAJE
- (B) ALAMBRE GALVANIZADO
- (C) ESTRUCTURA SOPORTE
- (D) ABRAZADERAS DE SUJECION
- (E) MULTICONDUCTOR DE ACOMETIDA
- (F) CAJA DE MADERA TIPO TB1 O TB3
- (G) MEDIDOR
- (H) BORNERA
- (I) DISYUNTOR (INTERRUPTOR AUTOMATICO)

NOTA:

• TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EXPRESADAS EN CENTIMETROS

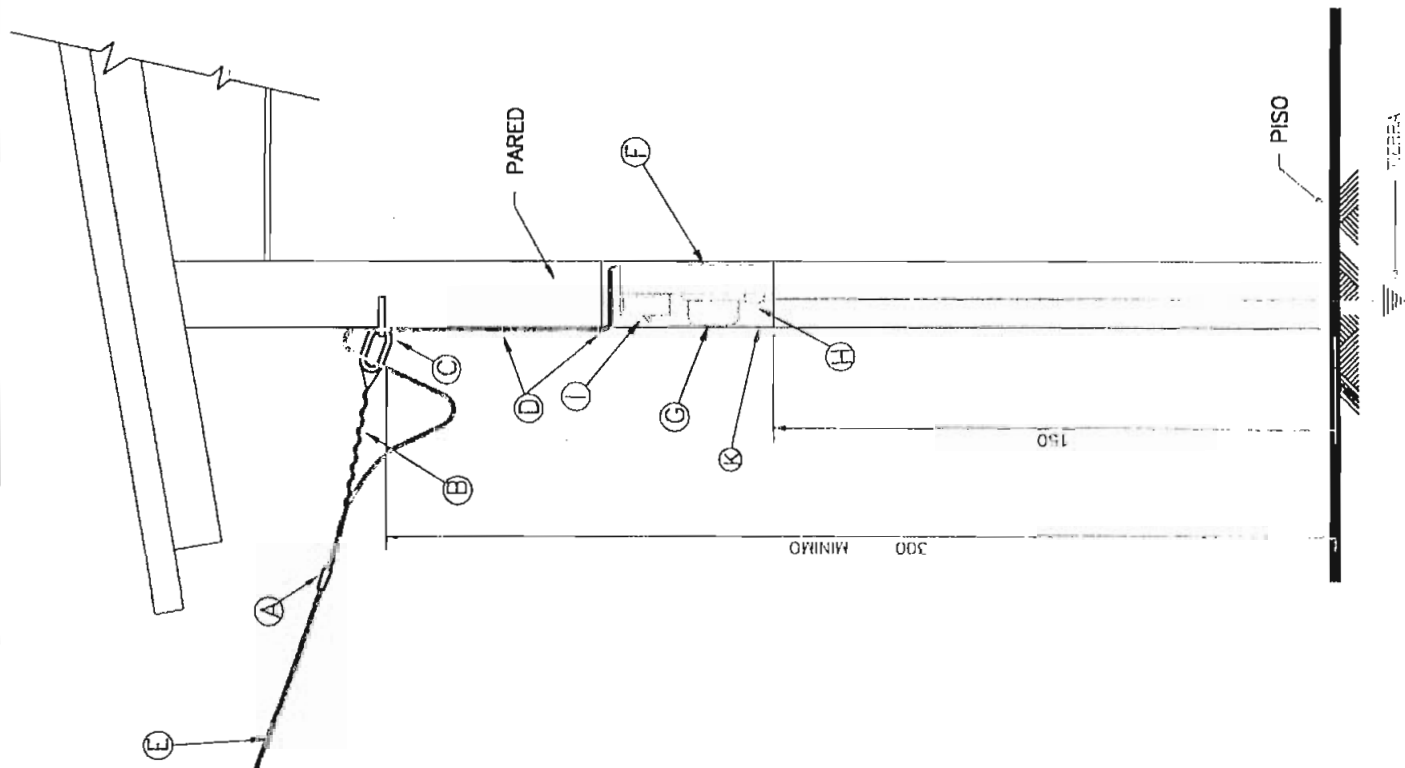


ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		Facultad: INGENIERIA ELECTRICA	
ACOMETIDA AEREA		TESIS DE GRADO	
ACOMETIDA RESIDENCIAL ACCESORIOS EXTERIORES		ALDO AGUAYO	Ref: A4 de A20
Escala: #/e			Dibujo: A.A.L.
Rev: Ing. M. Barba		Fecha: Junio 1986	

- (A) PINZA DE ANCLAJE
- (B) ALAMBRE GALVANIZADO
- (C) ESTRUCTURA SOPORTE
- (D) ABRAZADERAS
- (E) MULTICONDUCTOR DE ACOMETIDA
- (F) CAJA DE MADERA TIPO TB1 O TB3
- (G) MEDIDOR
- (H) BORNERA
- (I) DISTINTOR (INTERRUPTOR AUTOMATICO)
- (K) TABLERO DE MEDIDORES

NOTA:

- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EXPRESADAS EN CENTIMETROS



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

Facultad: INGENIERIA ELECTRICA

ACOMETIDA AEREA

Escala: $\frac{1}{1}$

TESIS DE GRADO

ACOMETIDA RESIDENCIAL
ACCESORIOS EMPOTRADOS

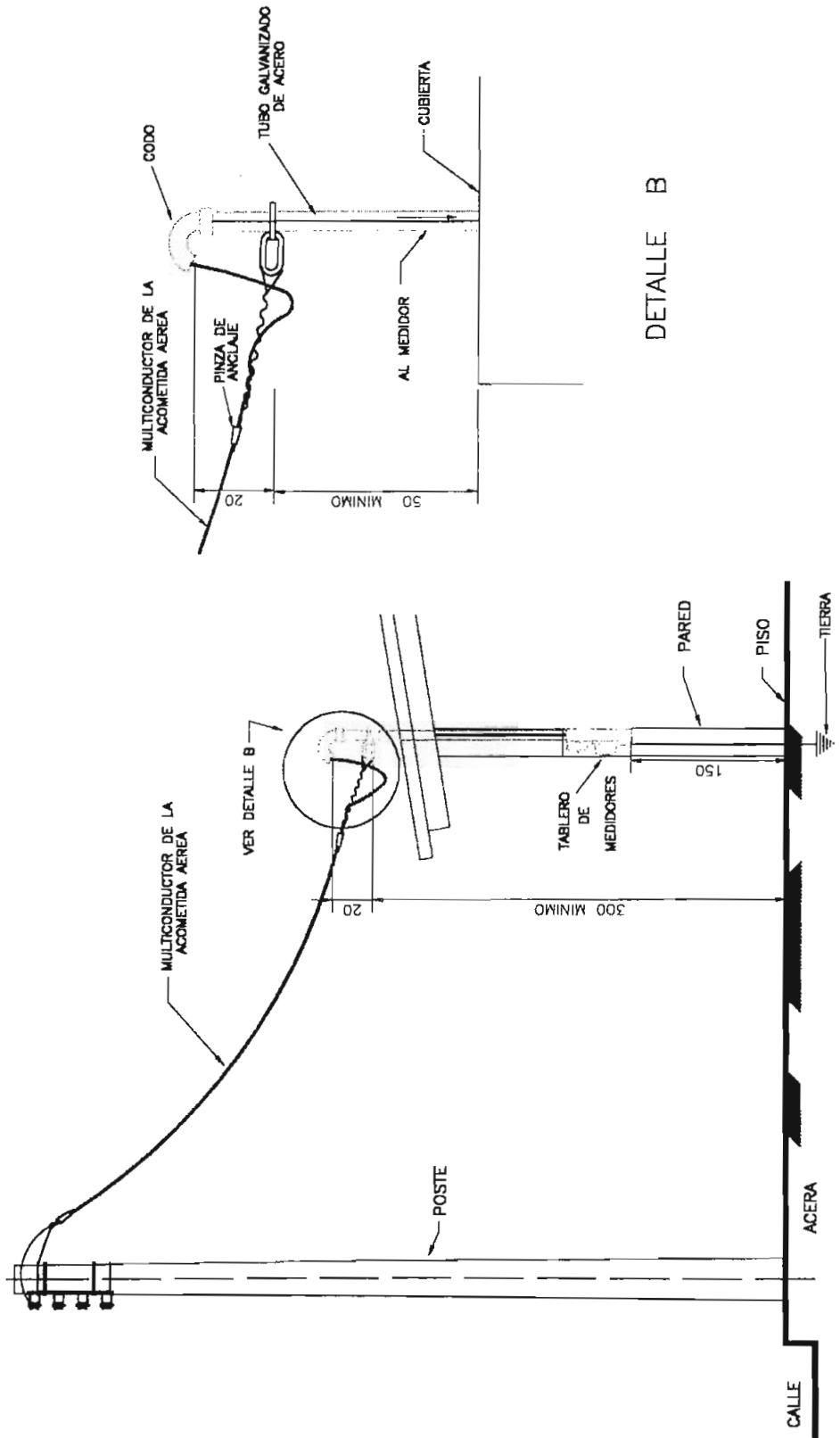
Rev: Ing. M. Barba

ALDO AGUAYO

Ref: A5 de A20

Fecha: Junio 1996

Dibujo: A.A.L.



NOTA:
• DIMENSIONES EN CENTIMETROS

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

Facultad: INGENIERIA ELECTRICA

ACOMETIDA AEREA

Escala: s/o

TESIS DE GRADO

SEPARACION DE LOS CONDUCTORES CON RELACION AL SUELO Y TECHADOS

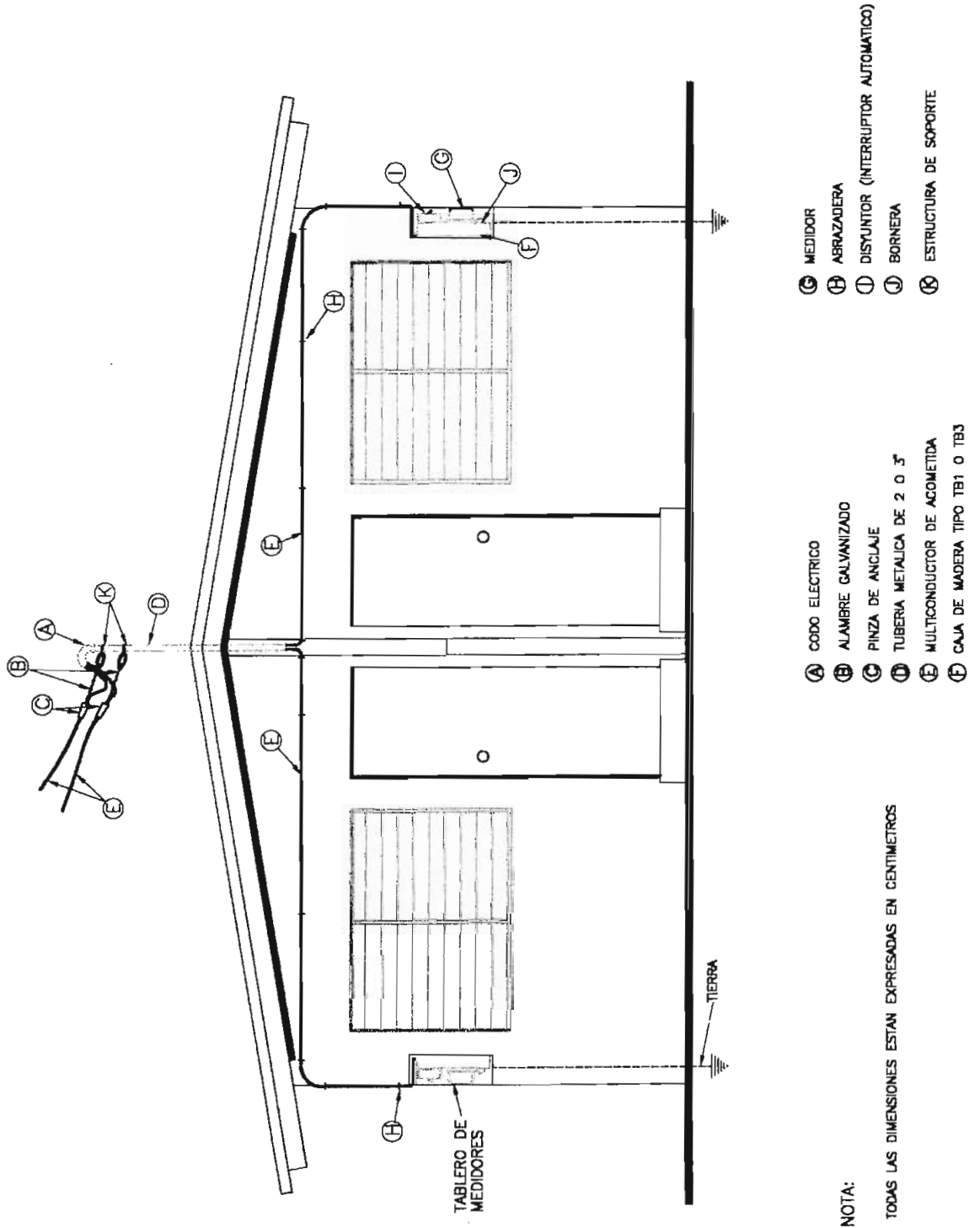
Rev: Ing. M. Barba

ALDO AGUAYO

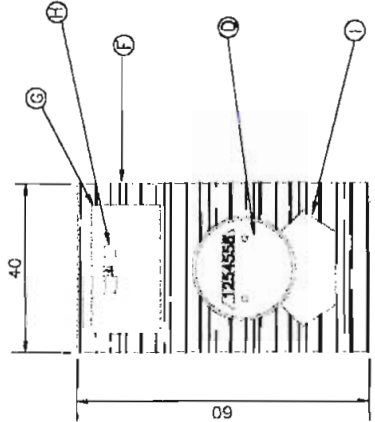
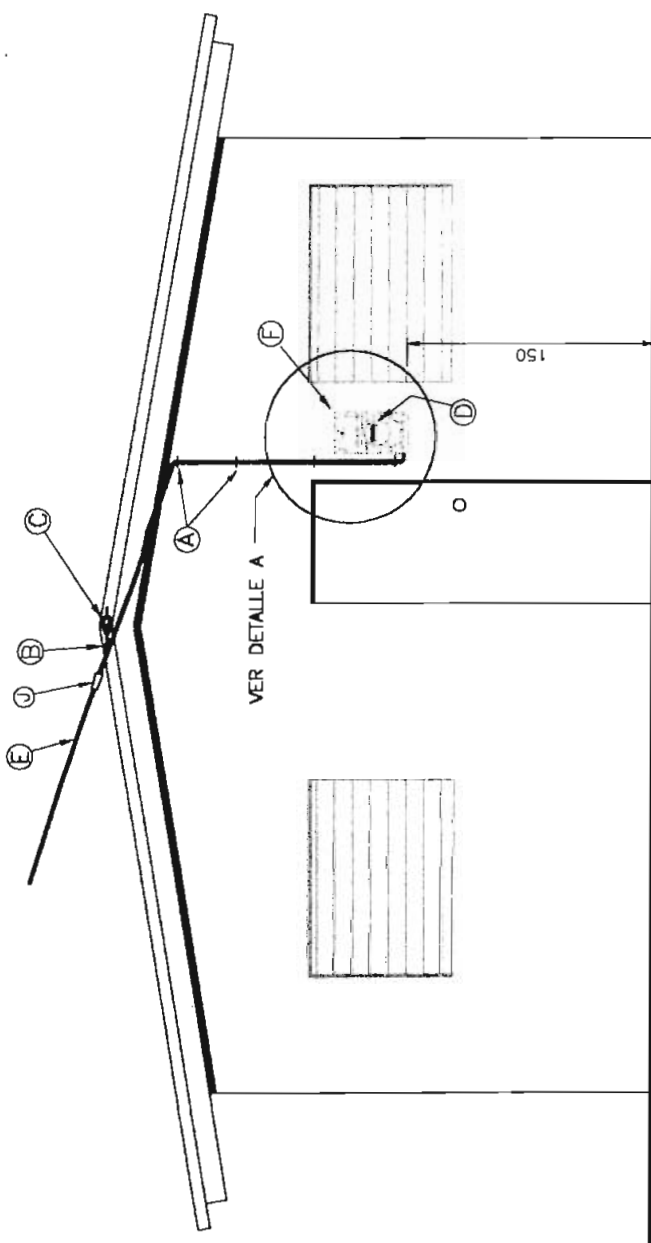
Ref: A6 de A20

Fecha: Junio 1996

Dibujo: A.A.L.



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		Facultad: INGENIERIA ELECTRICA	
ACOMETIDAS AEREAS		Escala: s/o	TESIS DE GRADO
ACOMETIDA RESIDENCIAL INMUEBLES DE INTERES SOCIAL	Rev: Ing. M. Barba	ALDO AGUAYO	Ref: A7 de A20
	Fecha: Junio 1996		Dibujo: A.A.L.



DETALLE A

- Ⓐ ABRAZADERAS
- Ⓑ ALAMBRE GALVANIZADO
- Ⓒ ESTRUCTURA DE SOPORTE
- Ⓓ MEDIDOR
- Ⓔ MULTICONDUCTOR DE ACOMETIDA
- Ⓛ CAJA DE MADERA TB1 O TB3
- Ⓜ CAJA METALICA PARA DISYUNTOR
- Ⓨ DISYUNTOR
- Ⓩ BORNERA
- ⓐ PINZA DE ANCLAJE

NOTAS:
• DIMENSIONES EN CENTIMETROS

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

Facultad: INGENIERIA ELECTRICA

ACOMETIDA AEREA

Escala: $\frac{\quad}{\quad}$

TESIS DE GRADO

ACOMETIDA DE CASAS
SUBURBANAS Y RURALES

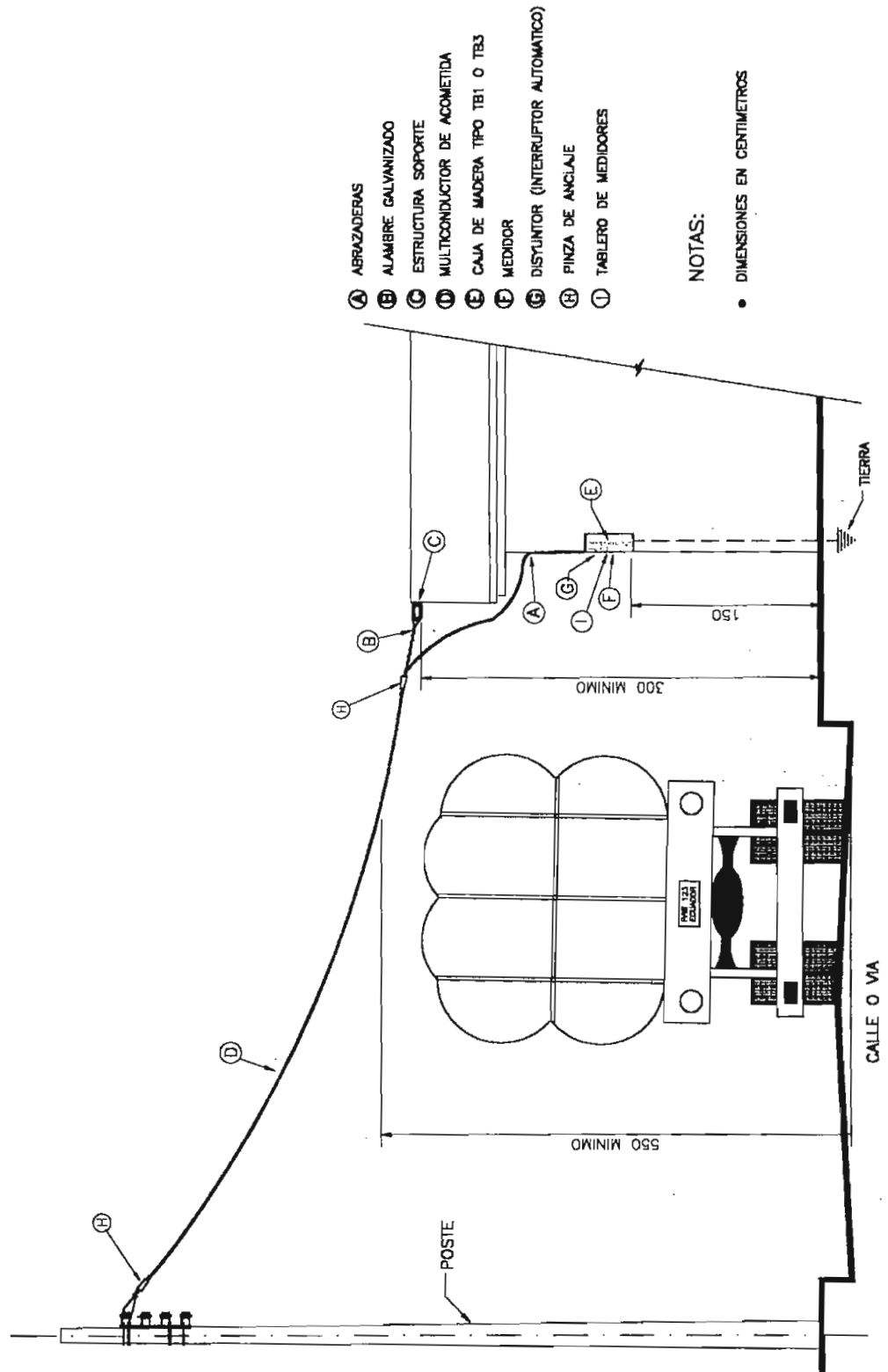
Rev:
Ing. M. Barba

ALDO AGUAYO

Ref:
A8 de A20

Fecha:
Junio 1996

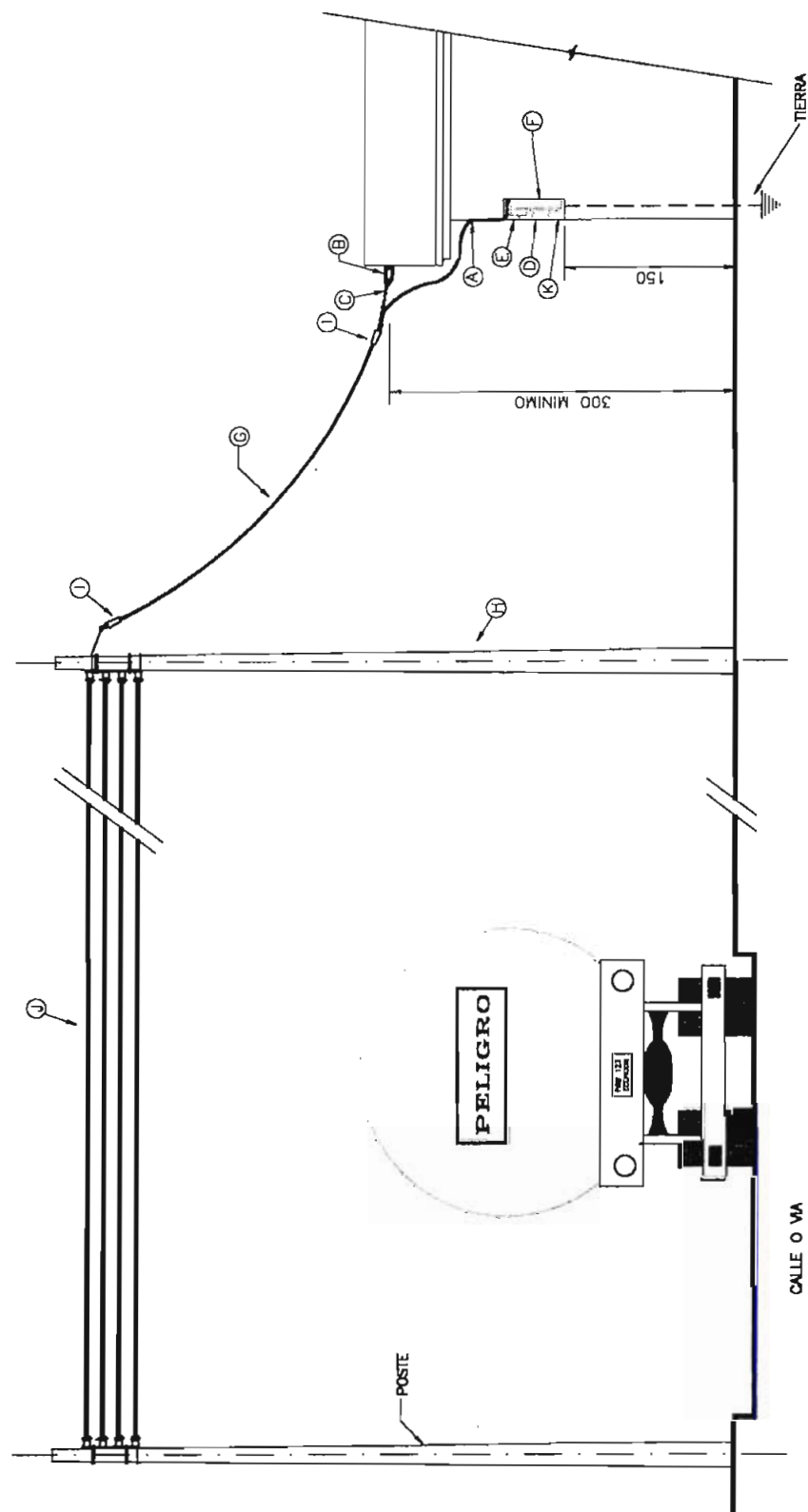
Dibujo:
A.A.L.



- (A) ABRAZADERAS
- (B) ALAMBRE GALVANIZADO
- (C) ESTRUCTURA SOPORTE
- (D) MULTICONDUCTOR DE ACOMETIDA
- (E) CAJA DE MADERA TIPO TB1 O TB3
- (F) MEDIDOR
- (G) DISTINTOR (INTERRUPTOR AUTOMATICO)
- (H) PINZA DE ANCLAJE
- (I) TABLERO DE MEDIDORES

NOTAS:
 • DIMENSIONES EN CENTIMETROS

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		Facultad: INGENIERIA ELECTRICA	
ACOMETIDA AEREA		TESIS DE GRADO	
SEPARACION DE CONDUCTORES CON RELACION AL SUELO EN CASAS SUBURBANAS Y RURALES		ALDO AGUAYO	
Escala: // Rev: Ing. M. Barba Fecha: Junio 1988		Ref: A9 de A20 Dibujo: A.A.L.	



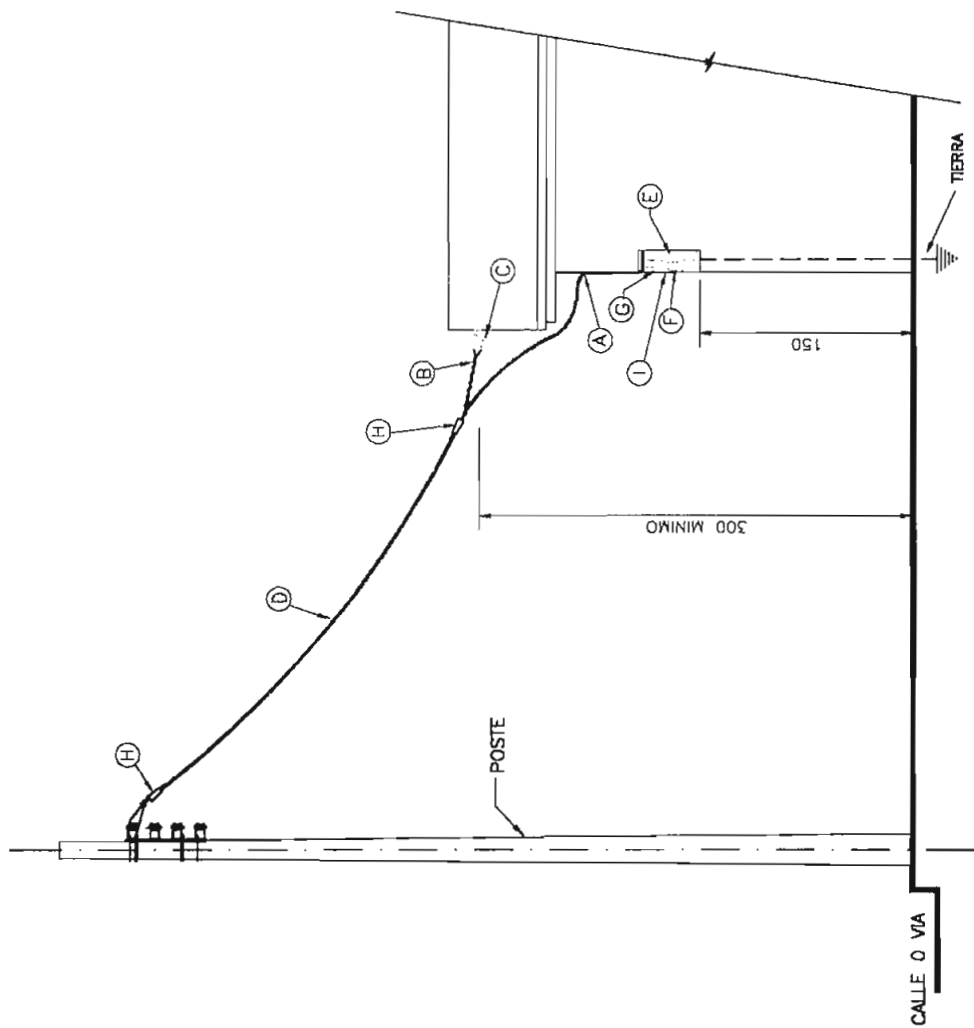
- (A) ABRAZADERAS
 - (B) ESTRUCTURA SOPORTE
 - (C) ALAMBRE GALVANIZADO
 - (D) MEDIDOR
 - (E) DISYUNTOR UNIPOLAR (INTERRUPTOR AUTOMATICO)
 - (F) TABLERO DE MADERA TIPO TB1 O TB3
 - (G) MULTICONDUCTOR DE LA ACOMETIDA
 - (H) POSTE PARTICULAR DE MADERA TRATADA
 - (I) PINZAS DE ANCLAJE
 - (J) SECUNDARIOS
 - (K) TABLERO DE MEDIDORES
- NOTA:
• DIMENSIONES EN CENTIMETROS

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		Facultad: INGENIERIA ELECTRICA	
ACOMETIDA AEREA		TESIS DE GRADO	
SEPARACION DE CONDUCTORES CON RELACION AL SUELO EN CASAS SUBURBANAS Y RURALES		ALDO AGUAYO	
Escala: s/o		Ref: A10 de A20	
Rev: Ing. M. Barba		Dibujo: A.A.L.	
Fecha: Junio 1986			

- (A) ABRAZADERAS
- (B) ALAMBRE GALVANIZADO
- (C) ESTRUCTURA SOPORTE
- (D) MULTICONDUCTOR DE ACOMETIDA
- (E) CAJA DE MADERA TIPO TB1 O TB3
- (F) MEDIDOR
- (G) DISTINTOR (INTERRUPTOR AUTOMÁTICO)
- (H) PINZA DE ANCLAJE
- (I) TABLERO DE MEDIDORES

NOTA:

- DIMENSIONES EN CENTIMETROS
- VISTA FRONTAL VER PLANO AB



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

Facultad: INGENIERIA ELECTRICA

ACOMETIDA AEREA

Escala: s/e

TESIS DE GRADO

SEPARACION DE CONDUCTORES CON RELACION AL SUELO EN CASAS SUBURBANAS Y RURALES

Rev: Ing. M. Barba

ALDO AGUAYO

Ref: A11 de A20

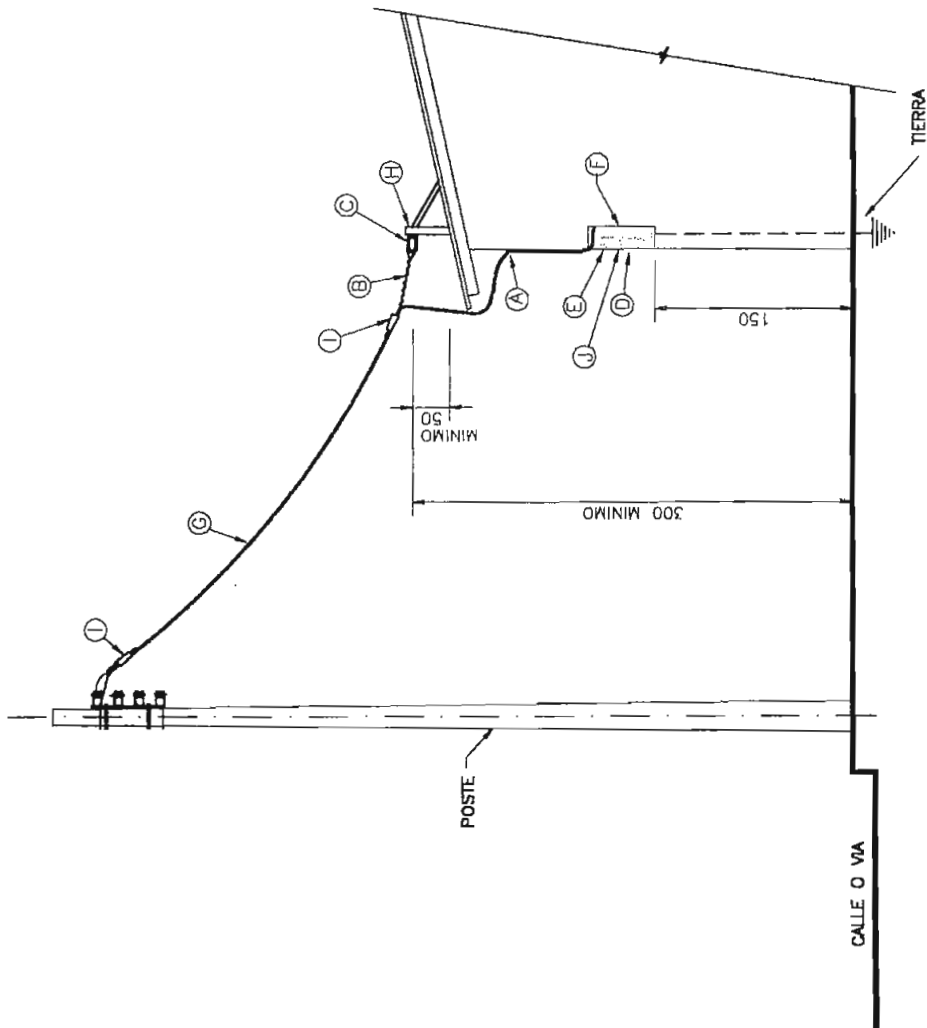
Fecha: Junio 1998

Dibujo: A.A.L.

- (A) ABRAZADERAS
- (B) ESTRUCTURA SOPORTE
- (C) ALAMBRE GALVANIZADO
- (D) MEDIDOR
- (E) DISYUNTOR UNIPOLAR (INTERRUPTOR AUTOMATICO)
- (F) TABLERO DE MADERA TIPO TB1 O TB3
- (G) MULTICONDUCTOR DE ACOMETIDA
- (H) MASTIL DE ACERO
- (I) PINZAS DE ANCLAJE
- (J) TABLERO DE MEDIDORES

NOTA:

- DIMENSIONES EN CENTIMETROS



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

Facultad: INGENIERIA ELECTRICA

ACOMETIDA AEREA

Escala: s/e

TESIS DE GRADO

SEPARACION DE CONDUCTORES CON RELACION AL SUELO Y TECHADOS EN CASAS SUBURBANAS Y RURALES

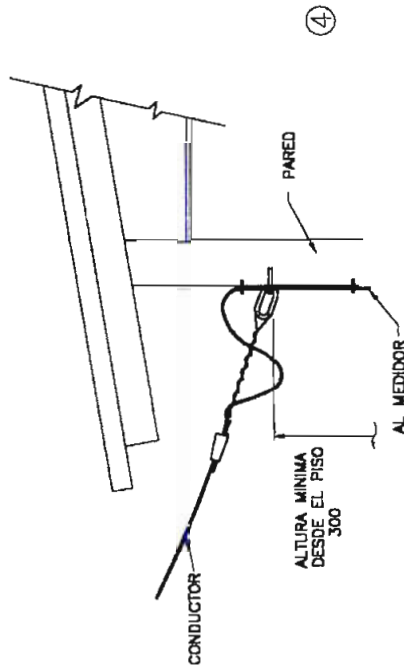
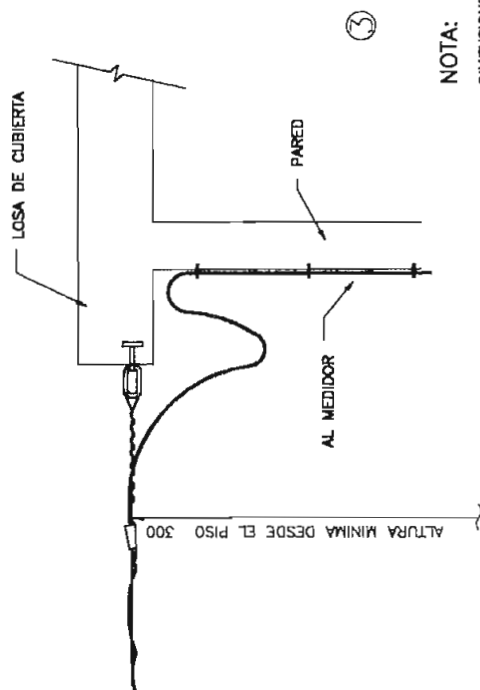
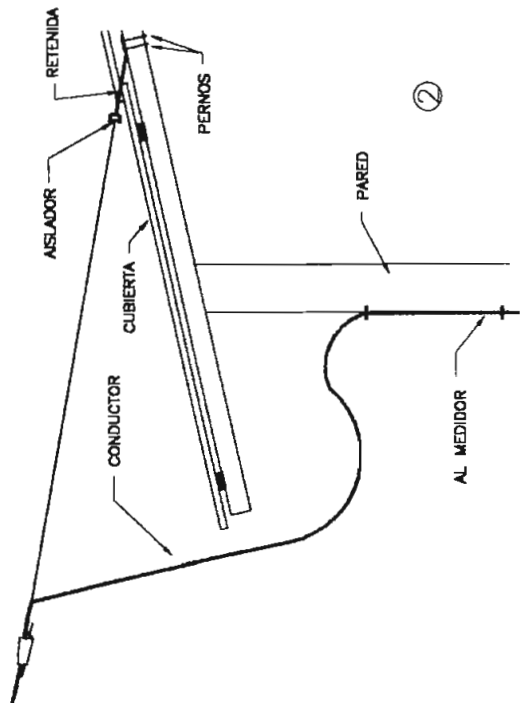
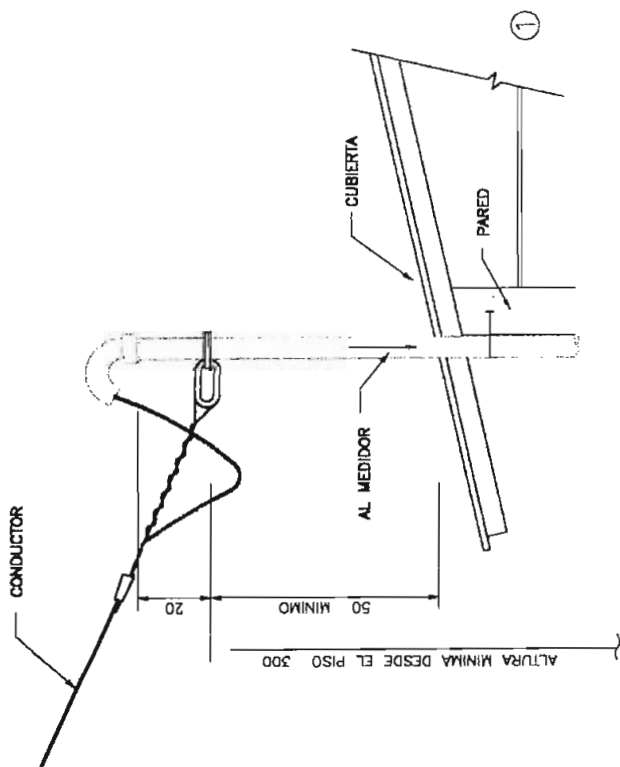
Rev: Ing. M. Barba

ALDO AGUAYO

Ref: A12 de A20

Fecha: Junio 1996

Dibujo: A.A.L.



NOTA:
DIMENSIONES EN CENTIMETROS

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

Facultad: INGENIERIA ELECTRICA

ACOMETIDA AEREA

Escala: $\frac{\quad}{\quad}$

TESIS DE GRADO

DIFERENTES FORMAS DE SUJETAR
ACOMETIDA DE ACUERDO A LAS
ALTURAS REGLAMENTARIAS

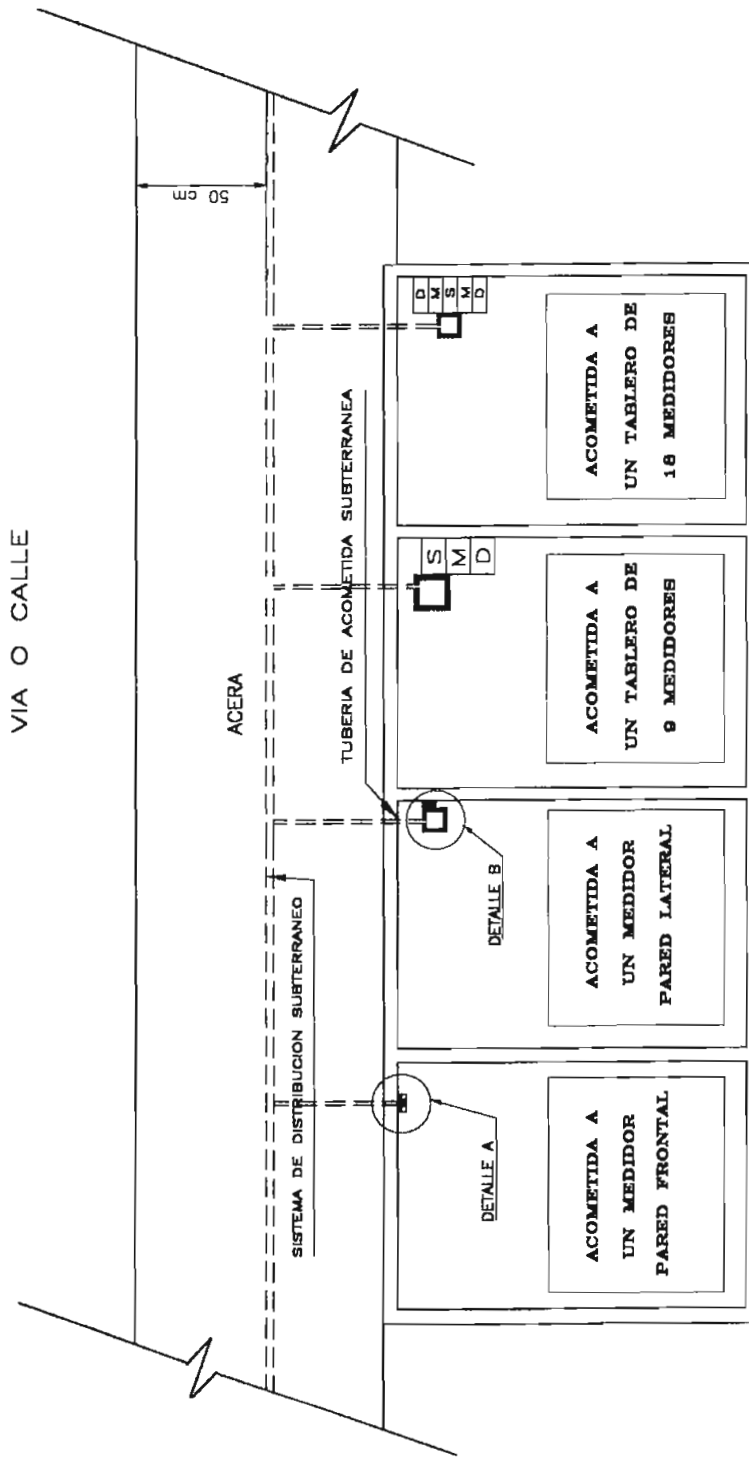
Rev:
Ing. M. Barba

ALDO AGUAYO

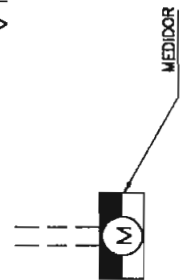
Ref:
A13 de A20

Fecha:
Junio 1996

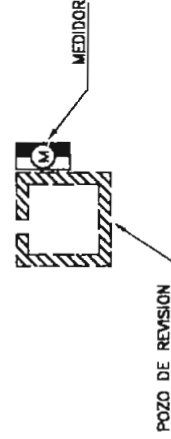
Dibujo:
A.A.L.



VISTA DE PLANTA:



DETALLE A



DETALLE B

NOTA:
● VISTA FRONTAL VER PLANO A15

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

Facultad: INGENIERIA ELECTRICA

ACOMETIDAS SUBTERRANEAS

Escala:
s/a

TESIS DE GRADO

IDENTIFICACION ACOMETIDA SUBTERRANEA PROVENIENTE DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCION SUBTERRANEO

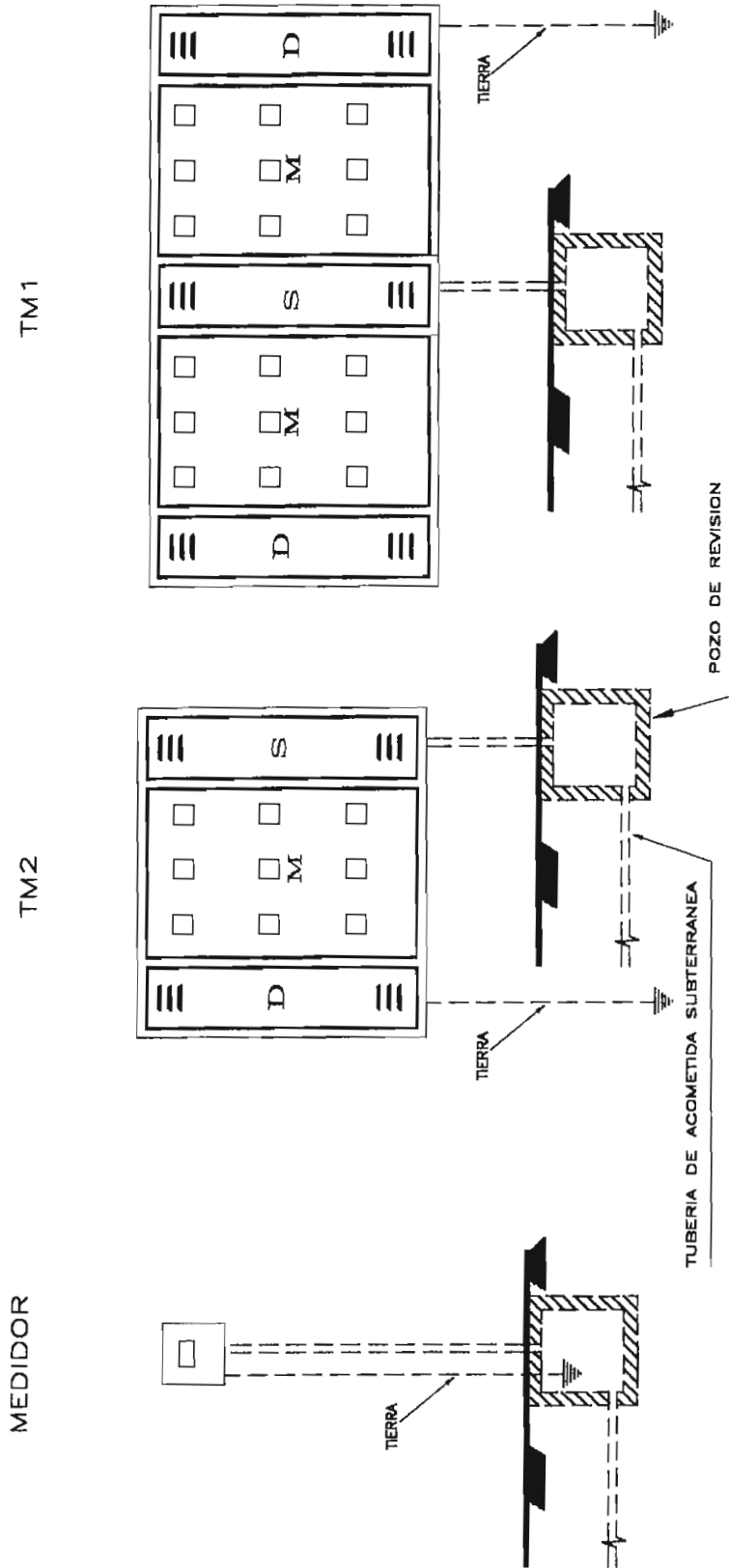
Rev:
Ing. M. Barba

ALDO AGUAYO

Ref:
A14 de A20

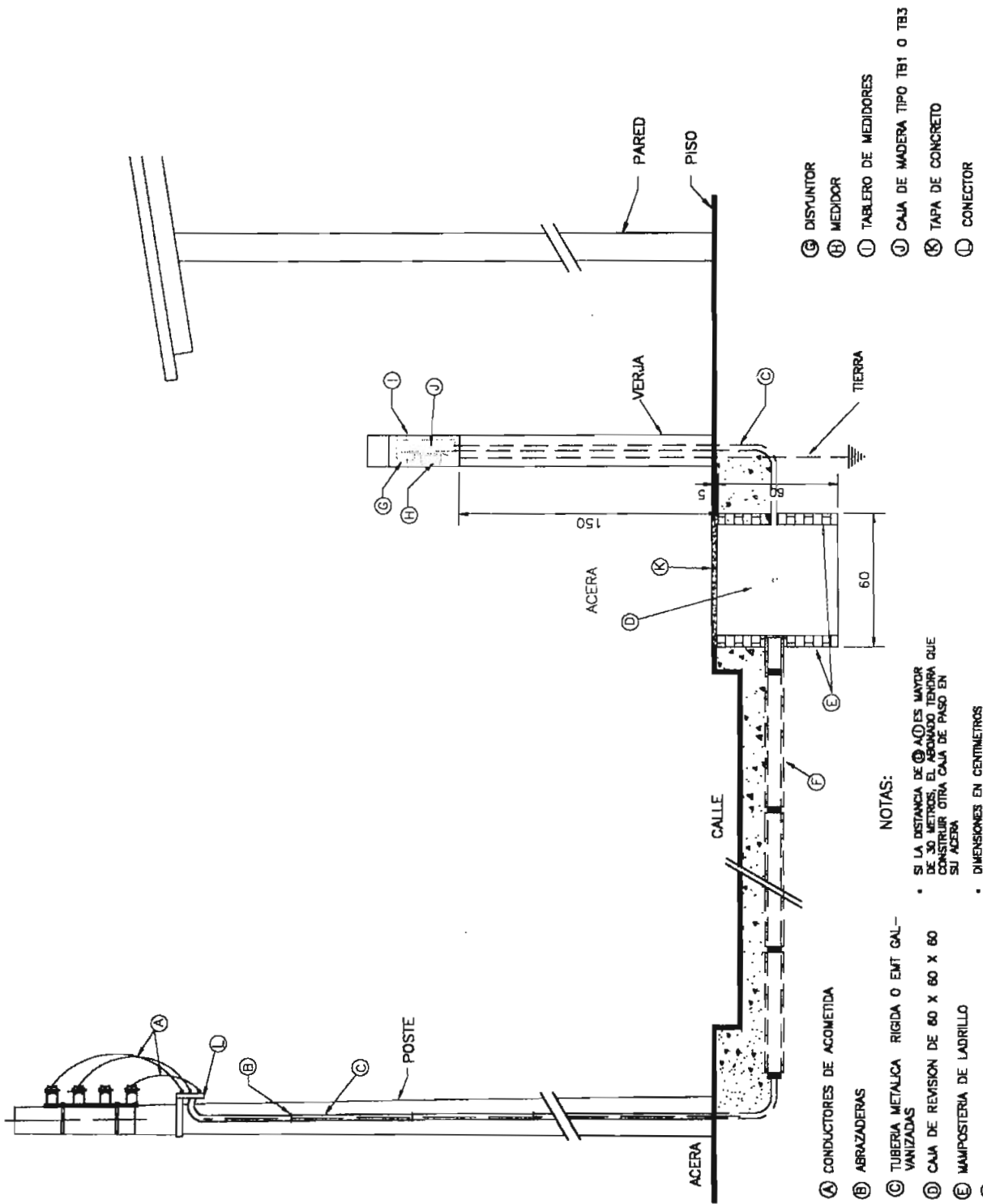
Fecha:
Junio 1986

Dibujo:
A.A.L.



VISTA FRONTAL

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		Facultad: INGENIERIA ELECTRICA	
ACOMETIDAS SUBTERRANEAS		TESIS DE GRADO	
OBRAS CIVILES	Escala: n/o	ALDO AGUAYO	Ref: A15 de A20
	Rev: Ing. M. Barba		Dibujo: A.A.L.
	Fecha: Junio 1996		

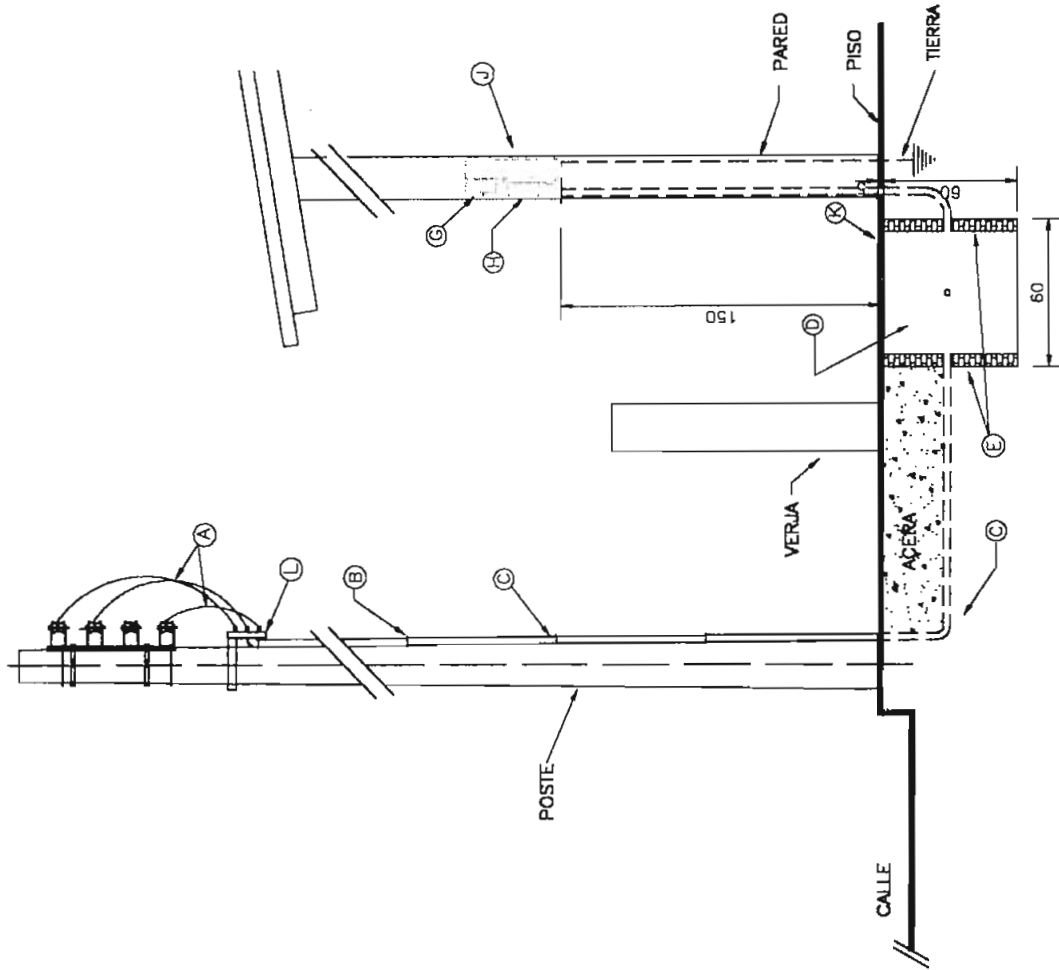


- (G) DISYUNTOR
- (H) MEDIDOR
- (I) TABLERO DE MEDIDORES
- (J) CAJA DE MADERA TIPO TB1 O TB3
- (K) TAPA DE CONCRETO
- (L) CONECTOR

- (A) CONDUCTORES DE ACOMETIDA
- (B) ABRAZADERAS
- (C) TUBERIA METALICA RIGIDA O EMT GALVANIZADAS
- (D) CAJA DE REVISION DE 60 X 60 X 60
- (E) MAPOSTERIA DE LADRILLO
- (F) DUCTOS DE CEMENTO

NOTAS:
 * SI LA DISTANCIA DE (C) A (D) ES MAYOR DE 30 METROS, EL ACOMODADO TIENDRA QUE CONTENER OTRA CAJA DE PASO EN SU ACERA
 * DIMENSIONES EN CENTIMETROS

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		Facultad: INGENIERIA ELECTRICA	
ACOMETIDAS SUBTERRANEAS		TESIS DE GRADO	
IDENTIFICACION DE LA ACOMETIDA SUBTERRANEA PROVENIENTE DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCION AEREO		ALDO AGUAYO	
Escala: #/e		Ref: A16 de A20	
Rev: Ing. M. Barba		Dibujo: A.A.L.	
Fecha: Junio 1986			

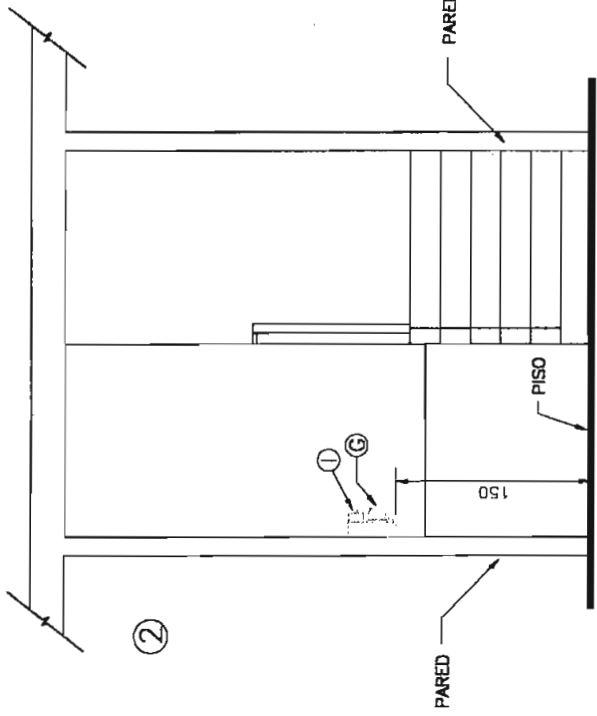
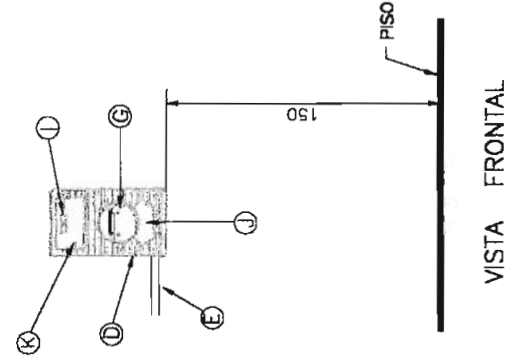
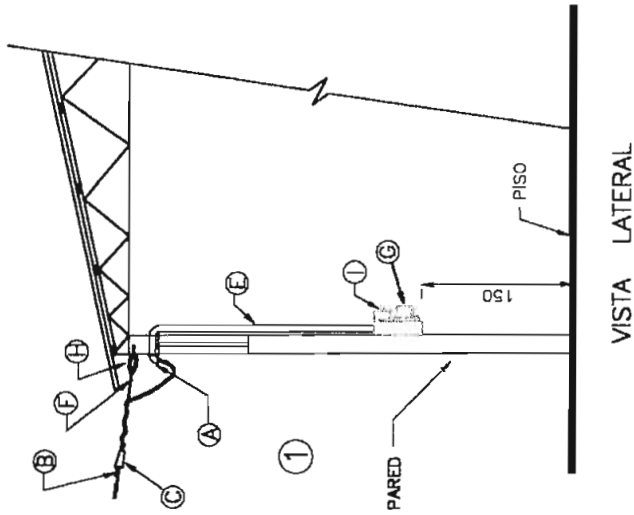


NOTAS:

- SI LA DISTANCIA DE A A H ES MAYOR DE 30 METROS, EL ABOMADO TENDRA QUE CONSTRUIR OTRA CAJA DE PASO EN SU ACERA
- DIMENSIONES EN CENTIMETROS

- (A) CONDUCTORES DE ACOMETIDA
- (B) ABRAZADERAS
- (C) TUBERIA METALICA RIGIDA O EMT GAL-VANIZADAS
- (D) CAJA DE REVISION DE 60 X 60 X 60
- (E) MAMPOSTERIA DE LADRILLO
- (G) DISYUNTOR
- (H) MEDIDOR
- (I) TABLERO DE MEDIDOR
- (K) TAPA DE HORMIGON
- (L) CONECTOR

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		Facultad: INGENIERIA ELECTRICA	
ACOMETIDAS SUBTERRANEAS		Escala: = / =	TESIS DE GRADO
IDENTIFICACION DE LA ACOMETIDA SUBTERRANEA PROVENIENTE DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCION AEREO		Rev: Ing. M. Barba	ALDO AGUAYO
		Fecha: Junio 1966	Ref: A17 de A80
			Dibujo: A.A.L.



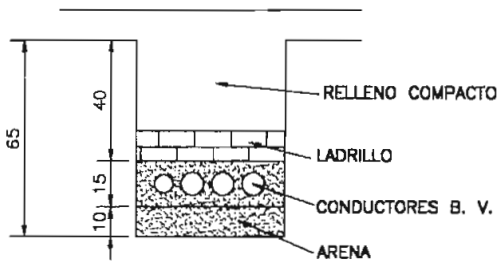
- Ⓐ CODO ELECTRICO
- Ⓑ MULTICONDUCTOR DE ACOMETIDA
- Ⓒ PINZAS DE ANCLAJE
- Ⓓ CAJA DE MADERA TIPO TB1 O TB3
- Ⓔ TUBERIA METALICA DE 2 O 3"
- Ⓕ ALAMBRE GALVANIZADO
- Ⓖ MEDIDOR
- Ⓗ ESTRUCTURA SOPORTE
- Ⓘ DISYUNTOR (INTERRUPTOR AUTOMATICO)
- Ⓛ BORNERA
- Ⓚ CAJA METALICA PARA EL DISYUNTOR

- ① TALLERES Y PEQUEÑAS INDUSTRIAS
- ② INSTALACION EN ZAGUAN DE INMUEBLES RESIDENCIALES DE HASTA CINCO MEDIDORES

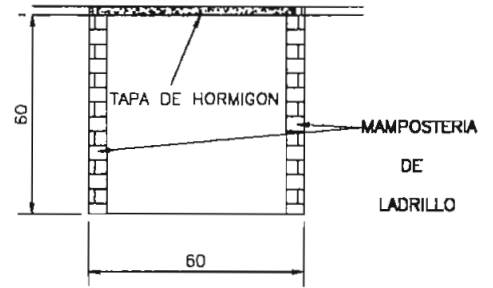
NOTA:
• DIMENSIONES EN CENTIMETROS

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		Facultad: INGENIERIA ELECTRICA	
ACOMETIDAS		TESIS DE GRADO	
ALTURA DEL MEDIDOR		ALDO AGUAYO	
INSTALACION INTERIOR			
Escala: = / o		Ref: A18 de A20	
Rev: Ing. M. Barba		Dibujo: A.A.L.	
Fecha: Junio 1996			

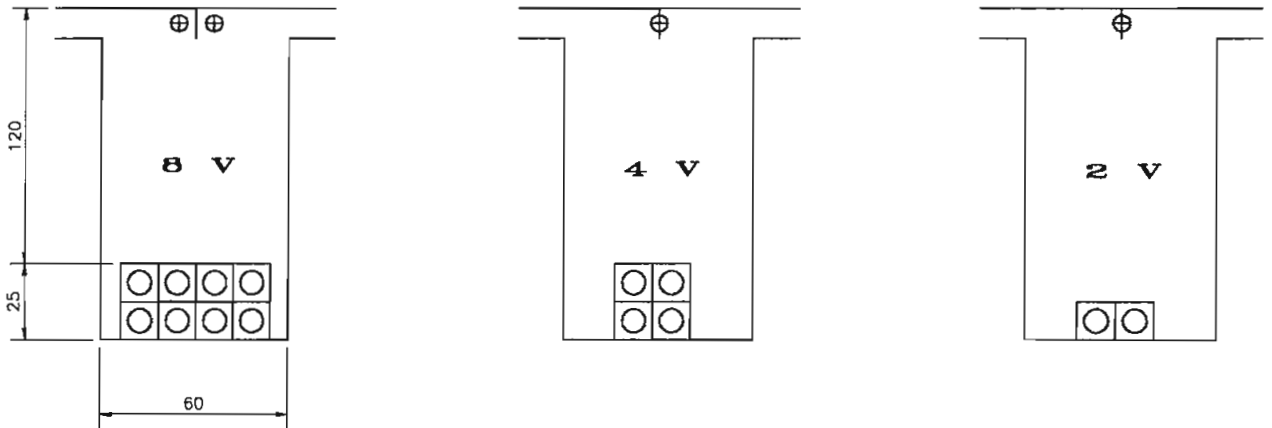
CANALIZACION PARA CIRCUITO DE BAJO VOLTAJE



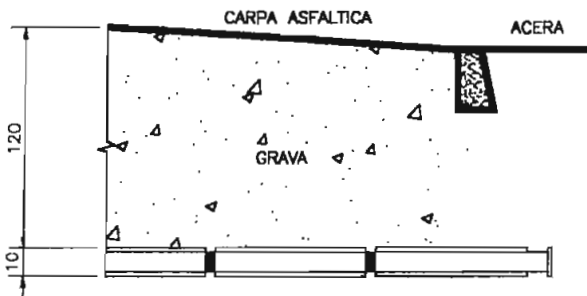
CAJA DE REVISION



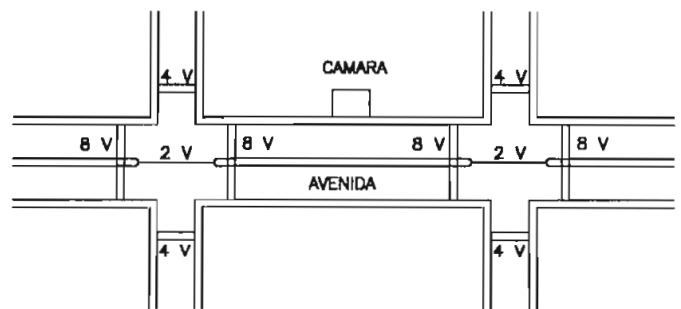
DUCTOS PARA CRUCE DE VIAS



SECCION LONGITUDINAL



TIPOS DE CRUCE



NOTA: DIMENSIONES EN CENTIMETROS

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

Facultad: INGENIERIA ELECTRICA

ACOMETIDAS SUBTERRANEAS

Escala: $\frac{1}{100}$

TESIS DE GRADO

OBRA CIVILES EN ACOMETIDAS SUBTERRANEAS DE BAJO VOLTAJE

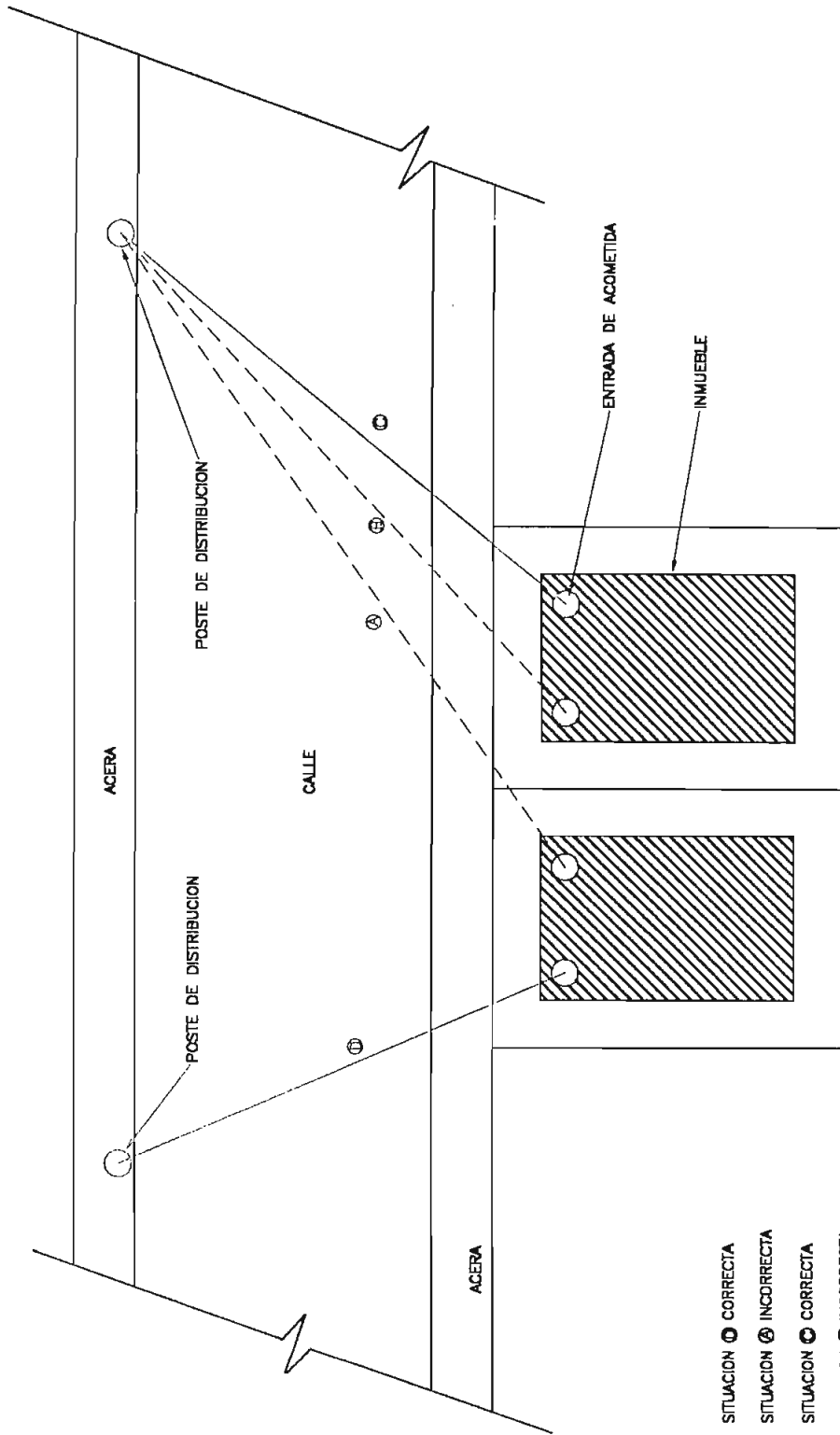
Rev: Ing. M. Barba

ALDO AGUAYO

Fecha: Junio 1998

Ref: A19 de A20

Dibujo: A.A.L.



- SITUACION ① CORRECTA
- SITUACION ② INCORRECTA
- SITUACION ③ CORRECTA
- SITUACION ④ INCORRECTA

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		Facultad: INGENIERIA ELECTRICA		
ACOMETIDAS		Escala: $\frac{\quad}{\quad}$	TESIS DE GRADO	
UBICACION DE ENTRADA DE ACOMETIDA		Rev: Ing. M. Barba	ALDO AGUAYO	
		Fecha: Junio 1966	Ref: A20 de A20	
			Dibujo: A.A.L.	

CAPITULO IV

ANALISIS TECNICO-ECONOMICO

4.1. Análisis técnico-económico del conductor en función de caídas de voltaje, pérdidas óptimas, capacidad de conducción y mínimo costo.

Las pérdidas de energía en las Empresas Eléctricas Ecuatorianas han crecido a valores extremadamente altos, llegando a cifras que oscilan entre el 17 y 30% de la energía disponible [22].

Razón por la cual en este trabajo de tesis realiza un análisis técnico-económico de las acometidas, en dos partes: la primera parte *técnica* en función de las caídas de voltaje y del límite térmico, la segunda parte *económica* en función de la evaluación de las pérdidas tanto de potencia como de energía y del costo de inversión.

La reducción de estas pérdidas debe establecer un compromiso entre la inversión necesaria para disminuirlas y el beneficio económico resultante.

4.1.1. Análisis técnico

Las bases teóricas, metodología y cálculo de los KVA-m en función de cada tipo de conductor para el 1% de caída de voltaje de las acometidas ya fue visto en el capítulo III.

En esta parte lo que añadimos es la relación de los KVA-m para el 1% de caída de voltaje y los KVA-m en función del límite térmico, esto da como resultado un análisis técnico congruente, obteniéndose las caídas máximas de voltaje y cálculo del porcentaje.

Los porcentajes del límite térmico que se aplican son : 50, 85 y 100%, para distancias de: 10, 20, 30, 40, 50, 70 y 100 metros. Este análisis técnico impone una serie de restricciones que deberá tomarse en cuenta para realizar el análisis económico.

Debemos acotar que las acometidas actuales no cumplen en un alto porcentaje con las disposiciones propias de cada empresas, como porcentaje de caída máxima de voltaje, un aumento de distancia deteriora más este valor.

Razón por la cual los cálculos de las caídas de voltaje se realizaron para el 2% de esta para 20, 50 y 70 m., de conductores de cobre. VER ANEXO 4.

El valor de 2 % es justificado porque la caída total de voltaje de ser del 10% incluyendo las caídas que existen en alto y bajo voltaje (hasta los bornes del medidor de energía eléctrica).

4.1.2. Análisis económico

Este análisis económico se basa en el costo de inversión inicial, costos por las pérdidas de potencia y energía que se producen en las acometidas, como consecuencia propia de la conducción, es decir nos dedicaremos a las pérdidas llamadas técnicas. En esta parte se encontrará el conductor económico de acometidas.

4.1.2.1. Bases teóricas

- **Pérdidas técnicas**

Las pérdidas técnicas constituyen energía disipada que no puede ser aprovechada de ninguna manera. La estimación de éstas requiere información adecuada y es normalmente voluminosa y en muchos de los casos

no está disponible en las Empresas distribuidoras de energía, lo que dificulta el proceso de estimación. Esta información incluye la descripción de circuitos y características de la carga [23].

Las pérdidas se presentan principalmente por la resistencia de los elementos de transporte de la energía hasta los clientes. Siendo las pérdidas un efecto producido por la transformación y conducción de energía, se presentan en las etapas de transmisión, subtransmisión y distribución [24].

En el siguiente trabajo de tesis nos centraremos en las pérdidas técnicas asociadas con la variación de la demanda (pérdidas en carga), por la corriente que circula por los elementos del sistema (efecto Joule). Su magnitud es proporcional al cuadrado de la corriente [23].

$$P_L = I^2 * R \quad (4.1)$$

Donde:

PL: pérdidas en el elemento del sistema (W).

I: corriente que circula por el elemento (A).

R: resistencia del elemento (Ω).

- **Estimación de pérdidas de potencia y energía.**

Las pérdidas en un sistema de distribución pueden ser divididas en dos tipos:

1) pérdidas de potencia y 2) pérdidas de energía. Las pérdidas de potencia a la hora pico del sistema aumentan el requerimiento de la capacidad de generación; mientras que las pérdidas de energía hacen necesario suministrar mayor energía sobre los requerimientos de carga del sistema [25].

La metodología favorable empleada en el trabajo de tesis utiliza modelos estadísticos que permitan evaluar las pérdidas en función de la demanda máxima, esto es, modelar la carga para la demanda máxima y mediante la aplicación una serie de factores, estimar el valor de pérdidas año a año, durante el período de estudio [23]. Una característica interesante de las pérdidas técnicas es que las mayores pérdidas ocurren en el momento de máxima demanda del sistema.

En un sistema de distribución, las pérdidas de energía se pueden evaluar a partir de las pérdidas en demanda máxima y el factor de pérdidas del sistema; así se tiene la siguiente ecuación:

$$P_E = F_p * P_L * T \quad (4.2)$$

donde:

- PE: pérdidas de energía (KWh)
- F_p: factor de pérdidas del sistema
- PL: pérdidas de potencia en demanda máxima (KW).
- T: intervalo de tiempo considerado (h).

El valor de factor de pérdidas, depende de cada tipo de cliente en particular, este es usualmente definido como la relación entre las pérdidas de potencia promedio durante un período determinado y las pérdidas máximas ocurridas en ese período. En ocasiones es definido como "Factor de carga de pérdidas" [26].

El factor de pérdidas puede ser determinado con la siguiente ecuación:

$$F_p = \frac{1}{T * D_{max}^2} \sum_{i=1}^n D_i^2 * \Delta t_i \quad (4.3)$$

donde:

- F_p: factor de pérdidas.
- D_{máx}: demanda máxima de la curva de demanda (KW).
- T: período de tiempo considerado (h).
- D_i: demanda para cada intervalo de tiempo (KW).
- N: número de intervalos.
- ΔT_i: duración del intervalo i (h).

Con la ayuda de los medidores electrónicos instalados por la E.E.Q.S.A. se establece la variación de la demanda de los diferentes tipos de clientes, permitiendo encontrar el factor de pérdidas aplicado en el estudio.

Se define como Factor de carga (Fc) a la relación entre la carga media y la carga máxima de un cierto intervalo de tiempo, en un punto dado de un sistema [27].

Las definiciones del factor de pérdidas (Fp) y el factor de carga (Fc), son bastante similares, existiendo una relación entre los dos factores lo cual depende de la forma de la curva de carga, esta indica, que el valor del factor de pérdidas puede variar entre los límites extremos del factor de carga y el cuadrado del factor de carga $F_c^2 < F_p < F_c$. Una relación empírica entre el factor de carga y el factor de pérdidas, se expresa en la siguiente ecuación:

$$F_p = A * F_c + (1 - A) * F_c^2 \quad (4.4)$$

donde:

Fp: factor de pérdidas.

Fc: factor de carga.

A: es una constante menor o igual a uno y que depende de las características de la curva de carga.

- **Acometidas y las pérdidas de potencia y energía.**

Las acometidas son líneas aéreas y/o subterráneas, por las cuales circulan corrientes requeridas para suplir la demanda de potencia de los clientes.

En los sistemas de distribución, el modelo utilizado para representar una acometida es el que se indica en la figura 4.1.

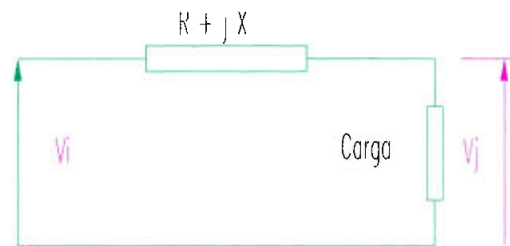


Fig. 4.1 Modelo de una acometida

$V_{i,j}$: voltaje en el punto i o j (V).

R: resistencia de la acometida (Ω).

X: reactancia de la acometida (Ω).

Para el cálculo de las pérdidas de potencia y energía en las acometidas se considera que son circuitos radiales y con carga concentrada.

Las pérdidas de potencia por fase de la acometida mostrada en la figura 4.1., considerando balance de cargas, serán las siguientes:

a.- Redes trifásicas. Si se considera una acometida alimentada por una red secundaria proveniente de un transformador trifásico con carga balanceada, se puede tener las siguientes expresiones:

- Acometida trifásica 4 hilos:

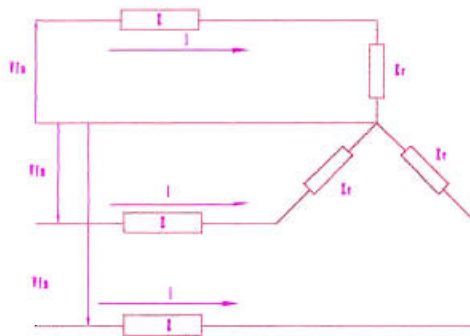


Fig. 4.2 Acometida trifásica 3 ϕ -4H

$$P_{L3} = 3 * I^2 * R = 3 * \left(\frac{KVA}{3 * KV_{fn}} \right)^2 * R = \frac{1}{3} * \left(\frac{KVA}{KV_{fn}} \right)^2 * r * L \quad (4.5)$$

- Acometida bifásica, 3 hilos:

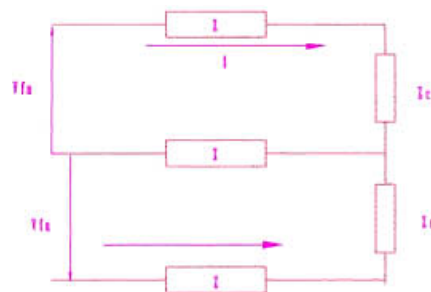


Fig. 4.3 Acometida bifásica 2 ϕ -3H

$$P_{L2} = 3 * I^2 * R = 3 * \left(\frac{KVA}{2 * KV_{fn}} \right)^2 * r * L = \frac{3}{4} * \left(\frac{KVA}{KV_{fn}} \right)^2 * r * L \quad (4.6)$$

$$P_{L2} = 2,25 * P_{L3} \quad (4.7)$$

- Acometida una fase y neutro (2 hilos):

$$P_{L1} = 2 * I^2 * R = 2 * \left(\frac{KVA}{KV_{fn}} \right)^2 * r * L \quad (4.8)$$

$$P_{L1} = 6 * P_{L3} \quad (4.9)$$

b.- Redes monofásicas. Si se considera una acometida alimentada por una red secundaria proveniente de un transformador monofásico con carga balanceada, se puede tener las siguientes expresiones:

- Acometida dos fases y neutro (3 hilos):

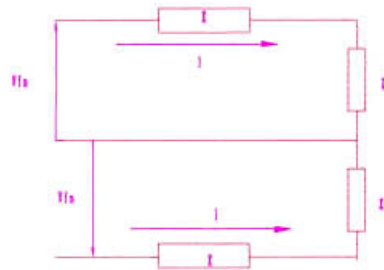


Fig. 4.4 Acometida monofásica 2φ-3H

$$P_{La} = 2 * I^2 * R = 2 * \left(\frac{KVA}{2 * KV_{fn}} \right)^2 * R = \frac{1}{2} * \left(\frac{KVA}{KV_{fn}} \right)^2 * r * L \quad (4.10)$$

- Acometida una fase y neutro (2 hilos):

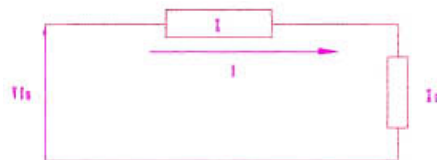


Fig. 4.5 Acometida monofásica 1φ-2H

$$P_{Lb} = 2 * I^2 * R = 2 * \left(\frac{KVA}{KV_{fn}}\right)^2 * R = 2 * \left(\frac{KVA}{KV_{fn}}\right)^2 * r * L \quad (4.11)$$

$$P_{Lb} = 4 * P_{La} \quad (4.12)$$

donde:

- PL: pérdidas de potencia en acometida (W).
- r: resistencia por unidad de longitud de acometida (ohm/Km).
- KVA: potencia aparente máxima concentrada (KVA).
- Kvfn: voltaje fase neutro (KV).
- L: longitud de acometida (Km.).

Los diámetros de los conductores de las acometidas son pequeños, la resistencia por unidad de longitud es grande, la relación de la resistencia a la reactancia será grande debido a que la reactancia es pequeña respecto a la resistencia, en razón de que la distancia media geométrica entre conductores es pequeña.

La variación de corriente debida a reactancia es despreciable y se considera solo el efecto resistivo para el análisis de pérdidas.

- **Consideraciones sobre la carga.**

Las pérdidas de potencia y energía en un sistema de distribución dependen de la demanda de potencia y energía que debe suplir el sistema, por esta razón un conocimiento adecuado de los valores, permitirá que el estudio de las pérdidas del sistema sea lo más preciso posible.

Una variable fundamental en el cálculo de pérdidas, es la característica de la carga del cliente. Para un cierto número de clientes la carga esta caracterizada por la demanda máxima unitaria, su proyección y el factor de diversidad. Estos datos son suficientes para reflejar los cambios de la carga del consumidor [25].

- a) **Características de la carga**

Las principales aplicaciones en las cuales se requiere las características de carga, son generalmente de tres tipos: control de voltaje, evaluación de pérdidas en el sistema y consideraciones térmicas.

Un completo análisis sobre estos tópicos, envuelve datos de carga, tanto de potencia activa, como de reactiva. Aunque las pérdidas pueden ser determinadas con el valor absoluto de la corriente, son necesarios los datos de potencia activa y reactiva para el análisis en el estudio [28].

Una de las primeras consideraciones en la planificación de sistemas y el diseño de acometidas, es determinar el valor de carga. Si la carga a ser servida es principalmente residencial, es problema de la estimación de carga es más complejo. El consumo individual puede variar de unos pocos vatios a varios kilovatios, según las características de consumo de los clientes [20].

La demanda de una instalación es la carga en un intervalo de tiempo especificado. El período en el cual la carga es promediada se conoce como intervalo de demanda.

La demanda máxima de una instalación, es la demanda mayor registrada durante un período de tiempo determinado. La demanda máxima está expresado en unidades apropiadas como KW, KVA, KVARs, A u otra unidad conveniente [28].

Puesto que el estudio en esta tesis será para todo tipo de clientes tanto residenciales, industriales y comerciales, se debe determinar el valor de demanda máxima para cada caso.

Factor de demanda (FD) esta definido como la relación entre la demanda máxima unitaria y la carga instalada; indica la fracción de la carga instalada que es utilizada simultáneamente en el período de máxima solicitud y permite evaluar los valores adoptados por comparación con aquellos en instalaciones existentes similares [29].

Para el caso de clientes de tipo residencial, se debe determinar el valor de demanda máxima unitaria, que corresponde a un cliente representativo de un grupo de consumidores que presentan características predominantemente homogéneas. La característica de la carga de los clientes residenciales, está dada por la demanda máxima y el factor de diversidad como función del número de consumidores [26].

Para clientes comerciales e industriales en el cálculo de la demanda máxima unitaria se debe tomar un valor entre 0.8 y 0.9 como factor de demanda, tomados de la experiencia de E.E.Q.S.A. [30].

La demanda es el término más aplicado dentro de las características de carga. La demanda máxima está relacionada con la carga instalada (CI), factor de demanda, factor de carga y factor de diversidad. Si estos datos pueden ser lo suficientemente exactos, la demanda máxima puede ser determinada con igual exactitud.

Para el diseño, la demanda máxima puede ser determinada por medio de las siguientes expresiones:

$$D_{max} = \frac{D_{med}}{F_c} \quad (4.13)$$

$$D_{max} = CI * F_D \quad (4.14)$$

donde:

D_{max}: demanda máxima de una carga individual o de un grupo de cargas (KW).

D_{med}: demanda promedio en un intervalo de tiempo (KW).

F_c: factor de carga.

F_D: factor de demanda.

CI: carga instalada (KW).

b) Consideraciones del crecimiento de la carga.

La evolución de la demanda y su distribución en el sistema, definida en principio por la distribución de la población y por la tendencia en la utilización de la energía para las diferentes aplicaciones, está influenciada por múltiples factores asociados básicamente al desarrollo regional, orientados por los planes concretos de obras de infraestructura, planes de inversión, aprovechamiento de recursos, etc. Por otra parte, las modificaciones en la estructura del precio de la energía al consumidor, tiene incidencia significativa en el consumo de energía, que aún no es posible establecer en términos estadísticos.

El crecimiento de la carga en una cierta área, es un fenómeno natural, debido a la adición de nuevas cargas o al incremento adicional a las cargas ya existentes; por esta razón, se debe diseñar al sistema para

que acepte nuevas cargas adicionales durante el período proyectado, manteniendo las condiciones operacionales adecuadas.

Una vez que la carga exceda la capacidad nominal de los circuitos, limitada por la caída de voltaje y límite térmico, se construyen nuevos circuitos de acuerdo a la necesidad de crecimiento. Se asume que el crecimiento de la carga, se produce a una determinada tasa de crecimiento acumulativo anual " T_i " en relación con el número de años.

Para el estudio de pérdidas, el efecto de crecimiento de la carga puede ser introducido, multiplicando la carga inicial por el factor $(1+T_i)^n$ o también puede ser introducido en el costo anual de pérdidas de energía multiplicándolo por el factor $(1+T_i)^{2n}$, puesto que la corriente es un factor cuadrático en el cálculo de pérdidas, donde $n = 0,1,2,3\dots, N$, en la que N es el período de vida útil de la red en años.

c) Proyección de la demanda y demanda de diseño

Como se indicó anteriormente, el aumento de la carga dentro de una área determinada, es un fenómeno natural. Este aumento puede ser debido a la adición de nuevas cargas o debido al crecimiento de la carga existente. Una vez establecido el valor de la demanda máxima unitaria, que es válido para las condiciones iniciales de la acometida, el diseño debe considerar los incrementos de la misma, que tendrá lugar durante el período de vida de la misma [29].

Este incremento progresivo de la demanda, que tiene relación con el número de años considerado, se calcula mediante la tasa de incremento anual " T_i ", que permite determinar el valor de la demanda máxima unitaria proyectada DMU_p , para cada uno de los años, a partir de las condiciones iniciales. El cálculo se realiza con la siguiente expresión:

$$DMU_p = DMU * \left(1 + \frac{T_i}{100}\right)^n \quad (4.15)$$

donde:

DMU_p : demanda máxima unitaria proyectada (KW).

DMU : demanda máxima unitaria actual (KW).

T_i : tasa anual de crecimiento de la demanda (%).

n: número de años al cual se calcula DMUp.

Factor de Diversidad (FDV) está definido como la relación entre la diversidad y la demanda coincidente de un sistema [27].

Esta relación es igual o mayor que 1, se podrá medir también en porcentaje. Es igual a la unidad, si las demandas individuales ocurrieran simultáneamente o son coincidentes. En un grupo de cargas en las cuales las demandas máximas son coincidentes, tendrán una demanda máxima de grupo menor que la suma de las demandas máximas individuales [28].

Matemáticamente esta relación puede ser expresada como:

$$F_{DV} = \frac{D_1 + D_2 + \dots + D_n}{D_{1+2+3+4+\dots+n}} = \sum_{s=1}^n \frac{D_s}{D_{1+2+3+\dots+n}} \quad (4.16)$$

donde:

FDV: factor de diversidad.

D_1, D_2, \dots, D_n : demanda máxima de cada una de las cargas #1, #2, #3, ... #n respectivamente, sin considerar el intervalo de tiempo al cual ocurre cada uno.

$D_{1,2,3,\dots,n}$: demanda total del grupo total de n cargas.

La demanda máxima se puede establecer mediante la aplicación de definiciones básicas, para un grupo de consumidores dependerá del factor de diversidad. Para ello podemos escribir la siguiente expresión:

$$D_{max_N} = \frac{D_{max_1} + D_{max_2} + D_{max_3} + \dots + D_{max_n}}{F_{DV_N}} \quad (4.17)$$

donde:

DmaxN: demanda máxima del grupo de abonados (KW).

Dmaxn: demanda máxima de cada uno de los clientes (KW).

FDVN: factor de diversidad para los n clientes.

Considerando características de carga homogéneas, se puede entonces establecer la siguiente relación para la demanda máxima, del número de clientes con similares características de carga.

$$D_{max_N} = \frac{n * D_{max}}{F_{DV_N}} \quad (4.18)$$

donde:

DmáxN: demanda máxima colectiva

Dmáx: demanda máxima individual de un cliente representativo del grupo de n cargas considerado.

n: número de clientes.

FDVN: factor de diversidad para los n clientes.

• Criterios económicos para la evaluación de pérdidas

La reducción de pérdidas técnicas representa un ahorro directo para la empresa suministradora en su economía operativa. El valor de la reducción de pérdidas técnicas es por lo tanto proporcional al costo de energía que deja de perderse [24].

Las pérdidas eléctricas en las acometidas dependen de la resistencia del conductor, nivel de voltaje, tipo de carga y longitud. El escoger un valor económico del nivel de pérdidas, es un compromiso entre el capital invertido y el costo de las pérdidas en todo el periodo de vida útil [31].

En la reducción de pérdidas se debe tener en cuenta que, se llega a un punto en el cual cualquier reducción adicional del nivel de pérdidas, no es aceptable económicamente, ya que el beneficio se va anulando por el costo asociado [31].

Cabe destacar que existen diferentes métodos para la evaluación económica de proyectos. Unos buscan definir la contribución del proyecto a la economía en términos del valor agregado, del aporte de divisas y reducción de importaciones, dentro de este esquema se inscribe el método de los *efectos*.

Otros, con una visión menos macroeconómica, hacen el análisis en función de la relación costo-beneficio, tratando de reflejar tanto los costos como los beneficios, en precios económicos [23].

La solución óptima técnico económica está determinada por la evaluación técnica de las pérdidas, determinándose el costo de éstas, mediante el valor presente de los costos anuales de pérdidas de todo el periodo de vida útil, asociado con la inversión que cada opción requiere [23].

Por lo tanto, el estudio económico es realizado, mediante la suma costos de inversión y costos anuales de pérdidas llevados a valor presente. El costo anual de pérdidas es resuelto tomando dos aspectos importantes:

1. La componente de energía, o costo de producción por Kwh de pérdidas generado.
2. La componente de demanda o costo anual asociado con la inversión en el sistema, requerida para suministrar los KW máximos de pérdidas.

Las componentes de costos están usualmente combinadas, la primera en términos del costo por Kwh del total de pérdidas y la segunda, como costo por KW de pérdidas máximas.

Expresar las pérdidas en términos de costo por KW, es llamado usualmente costo de "Capitalización" de pérdidas, esto tiene como ventaja, indicar directamente la cantidad de dinero que la empresa desea gastar para mantener un KW de pérdidas. Además, para el uso en estudios de energía, es necesario también utilizar la expresión del costo de pérdidas por Kwh [32].

Como se mencionó anteriormente, el costo de pérdidas puede ser evaluado como la combinación de los valores tanto en términos del costo por Kwh y el costo por KW de pérdidas máximas. [26]. Entonces el costo anual de pérdidas será:

$$C_{pa} = C_{Mp} * P_L + C_{Me} * P_L * F_p * T \quad (4.19)$$

donde:

- Cpa: costo anual de pérdidas (\$).
- Cmp: costo de pérdidas de potencia (\$/KW-año).
- CMe: costo de pérdidas de energía (\$/KWh).
- PL: pérdidas de potencia (KW).
- Fp: Factor de pérdidas.
- T: para un año será igual a 8760 horas.

El costo anual de pérdidas, es calculado para cada año. Este valor varia año a año, debido a que las pérdidas tanto de potencia como de energía varían anualmente de acuerdo a la demanda máxima unitaria proyectada para cada año.

El costo de conductor, instalación y materiales necesarios para una acometida, se ven incrementados a través del tiempo, como resultado de la inflación. Puesto que, el costo de pérdidas de potencia como de energía son considerados como precios fijos, estos no influyen en el análisis económico en el tiempo de estudio estimado.

Para el presente trabajo se tiene que el costo anual de pérdidas varia año a año, por lo que el valor presente de pérdidas, será calculado mediante el factor de valor presente correspondiente para cada año.

El costo anual de pérdidas tendría un valor constante experimentado en todo el periodo de vida útil, si la carga y los costos de pérdidas no experimentarían variación en todo este periodo [20]. La suma del valor presente de todos los costos de pérdidas de cada año en el periodo de N años, será el costo total de pérdidas, donde N es la vida útil del proyecto.

Para el calculo del valor presente se utiliza la tasa de descuento o tasa de actualización R%, y se calcula el valor presente mediante la expresión siguiente [33]:

$$VCP = \sum_{k=1}^N \frac{C_{pak}}{(1+R)^k} \quad (4.20)$$

donde:

VCP: valor presente del costo de pérdidas (\$).

R%: tasa de actualización (%).

Cpak: costo de pérdidas del año k (\$).

K: 0, 1, 2, ..., N. siendo N el periodo de vida útil.

Al relacionar para cada alternativa, el valor presente del costo de pérdidas con la inversión, podemos encontrar la solución optima.

El costo total de pérdidas, se puede ver que es función de la carga, del costo de pérdidas de potencia y energía; por lo tanto, una

variación de estos factores afectara al costo total; de aquí que, el análisis debe considerar el efecto de la variación en cada uno de ellos [31].

• **Evaluación económica para las acometidas**

Las pérdidas que se producen en los acometidas se cuantifican en base a la resistencia eléctrica de los mismas. Los valores de resistencia de los conductores pueden obtenerse de catálogos presentados por los fabricantes. Una vez calculadas las pérdidas, la evaluación del costo anual de pérdidas en acometidas se calcula mediante la siguiente expresión:

$$C_{pa} = N * I^2 * R * (C_{Mp} + C_{Me} * F_p * 8760) / 1000 \quad (4.21)$$

donde:

- Cpa: costo anual de pérdidas (\$).
- Cmp: costo de pérdidas de potencia (\$/KW-año).
- Cme: costo de pérdidas de energía (\$/Kwh).
- R: resistencia del conductor (Ω).
- I: corriente de carga por fase (A).
- N: número de conductores.

Esta ecuación también podría escribirse como la ecuación (4.19).

4.1.2.2. Metodología empleada para el estudio

4.1.2.2.1. Consideraciones para el estudio

De acuerdo a la alta gama de alternativas que presentan las acometidas, es necesario considerar, que un simple conjunto de condiciones, no satisfacen los requerimientos que en la práctica existen. Sin embargo, para obtener resultados satisfactorios en el estudio de pérdidas, es importante considerar criterios para el análisis que puedan ser aplicables a las acometidas. La metodología en particular, depende de varios factores como son la finalidad, el alcance deseado, la disponibilidad de recursos, de información, etc.

a) Datos del sistema que intervienen en el estudio

Sobre la base de los criterios desarrollados en este capítulo, se pueden establecer los datos del sistema que son requeridos para la determinación del conductor económico de acometidas.

El estudio está centrado en el diseño de acometidas aplicables para cargas tipo residencial, industrial y comercial.

Planteado el problema de esta forma, los datos requeridos para el estudio son los siguientes: modelación de la carga, valores de demanda máxima unitaria y la proyección de la misma. En las acometidas datos como: calibre de conductores, resistencia y reactancia de los conductores, longitud de los circuitos.

A continuación se detallan los datos que deben ser tomados en cuenta en el estudio.

a.1.) Datos de carga y demanda de diseño

Dado que los parámetros de diseño, son función de la utilización de la energía asociada a la característica de carga y demanda del cliente y al área a ser servida, es necesario establecer una clasificación de los tipos de clientes, de acuerdo a factores que determinan en forma general la incidencia de la demanda sobre las acometidas.

El fundamento básico para determinar una clasificación del tipo de cliente residencial, comercial o industrial para diseño, parte de conocimiento de las características de demanda y los parámetros que permiten cuantificar en una forma estimativa estas características.

Adicionalmente, se deben investigar referencias complementarias, con relación al tipo de vivienda, para asociar las características urbanísticas previstas, con un consumo específico probable y de esta forma tipificarlo.

Para representar a cada tipo de cliente, se utiliza rangos de demanda máxima unitaria, determinados para una área de servicio, en la cual se realizara el estudio.

Un aspecto de fundamental importancia para realizar cualquier tipo de análisis de un sistema eléctrico, es establecer los requerimientos energéticos futuros del mismo. La proyección de la demanda de potencia y

energía, debe ser entonces uno de los puntos de partida para una correcta planificación de la expansión de un sistema eléctrico.

Una vez establecida la clasificación de los clientes, se debe determinar las demandas máximas actual y futura, para cada uno de los tipos de clientes. Si no se tiene valores normalizados de demanda máxima por tipos de clientes, estos pueden ser establecidos, partiendo de los valores de consumo mensual, para diferentes tipos de clientes.

Puesto que las demandas máximas no son coincidentes en el tiempo, la potencia transferida hacia la carga es en general, menor que la sumatoria de las demandas máximas individuales, por lo tanto el valor de la demanda que corresponda a una acometida que sirve a varios clientes debe ser calculado con la expresión (4.18).

El perfil de carga de los clientes es estimado mediante el factor de diversidad, como función del número de clientes [26]. Este factor de diversidad dependerá de cada sistema por sus características de consumo.

b) Consideraciones de diseño

En base a la experiencia de la E.E.Q.S.A., se establecen las consideraciones asumidas que son adoptadas para el tratamiento del tema en el presente trabajo. Dentro de estos se puede mencionar los siguientes:

- Para clientes residenciales el factor de potencia es 0.95, comerciales e industriales de 0.9.
- El sistema es balanceado bajo condiciones de operación en estado estable.

Los límites de diseño serán:

- La caída de voltaje , no deberá superar el límite máximo permitido (2%).
- La capacidad de conducción de las acometidas no deben sobrepasar los límites térmicos.

Si no cumplen con estas restricciones, se puede considerara el calibre siguiente.

c) Limites de caída de voltaje

Una consideración principal en el diseño de acometidas, es respetar la caída de voltaje dentro de límites establecidos para el diseño.

La E.E.Q.S.A. dentro de los criterios utilizados para diseño de acometidas establece que la caída de voltaje máxima permitida no deberá exceder de 1%, con la demanda establecida y expresada en porcentaje del valor de el voltaje nominal fase tierra del sistema.

Pero analizando los cálculos el porcentaje de caída de voltaje antes mencionado no se cumple con lo estipulado, razón por la cual se sugiere que este sea de un 2% para 20, 50 y 70 metros.

4.1.2.2.2. Crecimiento de la carga

Para completar los datos de demanda máxima, se debe establecer la demanda máxima proyectada.

Para el cálculo de pérdidas, se debe establecer los valores de demanda, con los que se evaluarán las acometidas, para cada año. Para esto, mediante la tasa de crecimiento anual acumulativa, se dispondrá de la de la proyección de la demanda.

a) Periodo de diseño

Para el dimensionamiento de las acometidas, deberá considerarse los valores de la demanda de diseño proyectada para 10 años contados a partir de la fecha de ejecución.

b) Factor de carga

Un análisis del factor de carga, indica que es comparativamente menor para la acometida que para el circuito secundario, debido que disminuye en aquellas partes del sistema de distribución más cercanas al consumidor, porque el número de clientes también es menor.

Para el estudio técnico económico se consideró un factor de carga constante, pero como es lógico diferente para cada tipo de cliente.

4.1.2.3. Elementos y datos de costos

Mediante la evaluación económica de cada una de las alternativas con las cuales se diseñe la acometida, se podrá realizar la comparación económica y determinar la conveniencia de la utilización de una de ellas.

El análisis será solamente un compromiso entre los costos de inversión y el valor presente de los costos de las pérdidas totales anuales. El costo total incluye el costo de inversión más el costo de pérdidas y será calculado con la siguiente expresión:

$$C_T = C_i + C_{pp} \quad (4.22)$$

donde:

C_T : costo total.

C_i : costo de inversión.

C_{pp} : costo de pérdidas totales actuales

Los costos que intervienen en el análisis económico son:

- Costo de acometidas
- Costo de instalación (mano de obra) de acometidas
- Costo de materiales para cada tipo de acometida
- Costo de potencia y pérdidas de energía en acometidas

Para los cálculos económicos serán considerados los tres componentes siguientes: costos de inversión, valor presente de costos de pérdidas por demanda, valor presente de costos de pérdidas de energía, los dos últimos elementos de costos se encuentran integrados dentro del valor presente del costo total de pérdidas anuales [24].

La metodología que se utiliza para determinar el valor óptimo de pérdidas para cada valor de demanda, es obtener una alternativa de acometida, que represente el menor valor presente del costo total, considerando a la inversión que implica y evaluando económicamente las pérdidas eléctricas en todo el periodo de vida útil y que cumpla con los límites de caída de voltaje y límites térmicos.

4.1.2.4. Cálculo de pérdidas de potencia y de energía

- Cálculo de pérdidas de potencia:

- Para acometidas monofásicas 2 hilos (1 fases y neutro), la corriente de la acometida considerada y las pérdidas serán:

$$I_{acomt} = \frac{KVA_{acomt}}{KV_{fn}} \quad (4.23)$$

$$P_{Lacomt} = \frac{2}{1 * 10^6} * I_{acomt}^2 * r_{acomt} * L_{acomt} = \frac{2}{1 * 10^6} \left[\frac{KVA_{sec c}}{KV_{fn}} \right]^2 * r_{acomt} * L_{acomt} \quad (4.24)$$

Para acometidas monofásicas 3 hilos (2 fases y neutro) se tiene:

$$I_{acomt} = \frac{KVA_{acomt}}{2 * KV_{fn}} \quad (4.25)$$

$$P_{Lacomt} = \frac{2}{1 * 10^6} * I_{acomt}^2 * r_{acomt} * L_{acomt} = \frac{1}{2 * 10^6} \left[\frac{KVA_{sec c}}{KV_{fn}} \right]^2 * r_{acomt} * L_{acomt} \quad (4.26)$$

Para acometidas bifásicas 3 hilos (2 fases y neutro) se tiene:

$$I_{acomt} = \frac{KVA_{acomt}}{2 * KV_{fn}} \quad (4.27)$$

$$P_{Lacomt} = \frac{3}{1 * 10^6} * I_{acomt}^2 * r_{acomt} * L_{acomt} = \frac{3}{4 * 10^6} \left[\frac{KVA_{sec c}}{KV_{fn}} \right]^2 * r_{acomt} * L_{acomt} \quad (4.28)$$

Para acometidas con configuración trifásica 4 hilos (3 fases y neutro) se tiene:

$$I_{acomt} = \frac{KVA_{sacomt}}{3 * KV_{fn}} \quad (4.29)$$

$$P_{Lacomt} = \frac{3}{1 * 10^6} * I_{acomt}^2 * r_{acomt} * L_{acomt} = \frac{1}{3 * 10^6} \left[\frac{KVA_{acomt}}{KV_{fn}} \right]^2 * r_{acomt} * L_{acomt} \quad (4.30)$$

donde:

$P_{L_{acomt}}$: son las pérdidas de potencia activa de la acometida (KW).

KVA_{acomt} : carga total de la acometida (KVA).

I_{acomt} : corriente calculada para la acometida (A).

KV_{fn} : voltaje fase neutro (KV).

r_{acomt}, x_{acomt} : resistencia y reactancia de la acometida (Ω /Km).

L_{acomt} : longitud de la acometida considerada (Km).

• Cálculo de pérdidas de energía:

Si se conoce las pérdidas de potencia se puede determinar las pérdidas de energía para cada caso mencionado anteriormente mediante la ecuación general (4.2).

Las pérdidas de potencia y de energía se consideran sólo respecto a la resistencia y no con respecto a la reactancia porque, la reactancia es despreciable frente a la resistencia.

4.1.2.5. Proceso de cálculo para la determinación del conductor económico de acometidas.

Un resumen del proceso de cálculo desarrollado, se presenta en esta sección, describiendo la secuencia de pasos que se siguen para el análisis, con lo cual se puede comprender mejor el método general desarrollado.

El proceso de cálculo, fue desarrollado en base a cinco hojas electrónicas:

- En la primera hoja electrónica se procede a evaluar pérdidas de potencia iniciales en función de KVA, resistencia de cada conductor, voltaje y longitud. Mediante ecuaciones del numeral 4.1.2.4. VER ANEXO 7.

- En la segunda hoja electrónica se procede a evaluar pérdidas de energía iniciales en función de pérdidas de potencia, factor de pérdidas y período. Mediante la ecuación (4.2). VER ANEXO 7.
- En la tercera hoja electrónica se procede a evaluar el costo actuales de las pérdidas mediante la sumatoria de costos de pérdidas proyectados con el incremento de demanda (t_d), traídos a valor presente mediante la tasa de actualización (R). Mediante las siguientes expresiones (VER ANEXO 8).:

$$C_{PP} = \sum_{k=1}^N \frac{C_{pak}}{(1+R)^k} \quad (4.31)$$

Reemplazando la ecuación (4.19) en la anterior y desarrollando las sumatorias se tiene:

$$C_{PP} = (CM_p * P_L + CM_e * P_E) * \left(\frac{(1+t_d)^{2N+2} - (1+t_d)^2 * (1+R)^N}{(1+t_d)^2 * (1+R)^N - (1+R)^{N+1}} \right) \quad (4.32)$$

donde:

- C_{pp}: costo de pérdidas totales actuales (\$).
- C_{pak}: costo de pérdidas totales anuales (\$).
- C_{mp}: costo de pérdidas de potencia (\$/KW-año).
- C_{me}: costo de pérdidas de energía (\$/Kwh).
- PL: pérdidas de potencia iniciales (KW).
- PE: pérdidas de energía iniciales (KWH).
- N: número de años de vida útil de la acometida.
- R: tasa de actualización (%).
- Td: tasa de crecimiento de la demanda (%).

- En la cuarta hoja electrónica se procede a calcular los costos totales sumando los costos de inversión (mano de obra, materiales, conductor para cada tipo de acometida) y los costos traídos a valor presente totales de las pérdidas. Mediante la ecuación (4.22). VER ANEXO 8.
- En la quinta hoja se reduce los valores de los costos totales, porque son influenciados por el análisis técnico, este básicamente determina

dos restricciones que son caída de voltaje y límite térmico. VER ANEXO 8.

Las hojas están diseñadas de acuerdo a las diferentes configuraciones de las redes secundarias que alimentan a las acometidas monofásicas 2 o 3H, bifásicas 3H y trifásicas 4H.

Una vez realizados los cálculos para todos los calibres de conductores, se puede establecer una comparación de los resultados, para encontrar el nivel óptimo de pérdidas, para el tipo de cliente establecido, escogiendo la solución que presente el menor costo total.

4.1.3. Aplicación

4.1.3.1. Consideraciones generales

La aplicación se hizo para acometidas que usan en la E.E.Q.S.A. para el suministro de energía eléctrica, con las características técnicas y de carga que presentan los diferentes tipos de clientes, los voltajes y sistemas de alimentación se encuentran descritas en el capítulo II, numeral 2.1.

Con el fin de lograr una representación lo más amplia posible de las acometidas, en esta aplicación se escogen tres casos típicos de clientes: residencial, comercial e industrial con las tasas de crecimiento de la demanda y factores de pérdidas respectivos, a continuación se detallan:

CLIENTE	ti (%)	Fp
Residencial	3	0.202
Comercial	1.5	0.497
Industrial	1.5	0.464

Tabla 4.1. Tasa de crecimiento y factor de pérdidas en función del tipo de cliente

Los datos de t_i fueron tomados de las referencias [24] y [34], los factores de pérdidas fueron calculados de las curvas de carga para cada tipo de cliente tomados de los medidores electrónicos instalados por la E.E.Q.S.A. VER ANEXO 5.

Cabe resaltar que estos datos sirvieron de base para los cálculos de las pérdidas de potencia y de energía.

4.1.3.2. Conductor económico

Los datos de costos de conductores y costos marginales de pérdidas se encuentran descritos en el ANEXO 6.

Se considera además para los cálculos:

1. Para el cálculo de pérdidas se utilizó la resistencia de corriente alterna a 70 °C, para encontrar estos valores se emplearon las constantes de la referencia [20].
2. Las pérdidas han sido valoradas considerando costos marginales constantes tanto de potencia (Cmp) como de energía (Cme) a nivel de redes secundarias, con un análisis de sensibilidad al 100 y 50% del costo marginal.
3. Para modelar la carga se ha considerado que la demanda residencial crece con una tasa t_d de 3 % y la demanda comercial e industrial con una tasa t_d de 1.5 % [24] y [34].
4. Se considera un tiempo de vida útil de las acometidas de 10 años.
5. Se mantiene constante el factor de carga de la demanda, porque no existe datos históricos de las acometidas. Pero desde luego los resultados obtenidos tienen una considerable exactitud.
6. Una tasa de actualización o retorno del 10 %, procedimiento de la E.E.Q.S.A.

4.1.3.3. Resultados y análisis

Los resultados de los conductores económicos de acometidas se encuentran en el ANEXO 10.

Es relevante mencionar que existen demasiados tipos de calibres de conductores, por esta situación el análisis técnico-económico se lo restringió a 31 tipos.

Los resultados obtenidos se dividen en dos partes:

1. Para acometidas alimentadas desde redes secundarias monofásicas.

2. Para acometidas alimentadas desde circuitos secundarios trifásicos.

- **Influencia del costo marginal**

Al hacer variar del 100% al 50% los costos marginales de potencia como de energía se afecta a los costos de pérdidas y por ende al costo total, que es el que determina el conductor económico. Estos cambios se ven reflejados en las curvas del costo total en función de los KVA máximos por fase iniciales, cuando se emplean un costo marginal de 100% crecen con mayor celeridad dando como consecuencia una reducción del rango de los KVA.

Cuando se utiliza un costo marginal del 50% las curvas crecen lentamente, en consecuencia los rangos de KVA son más grandes como se puede ver en el ANEXO 9.

- **Influencia del factor de pérdidas**

Como es lógico, cada tipo de cliente tiene una curva de carga de demanda diferente, es decir un diferente factor de pérdidas, la incidencia de este parámetro en los resultados no es relevante, porque al comparar los resultados del conductor económico de los clientes comercial e industrial que tienen casi los mismos parámetros, pero diferente factor de pérdidas se puede ver claramente que es mínima. VER ANEXO 10.

- **Influencia de la tasa de crecimiento de la proyección de la demanda**

La tasa de crecimiento afecta al análisis técnico-económico de acometidas pues se ve reflejado en los rangos de KVA que pueden soportar los conductores, a mayor tasa de crecimiento se tiene un rango más amplio de KVA para un mismo tipo de conductor y viceversa. VER ANEXO 10.

- Acometidas que son alimentadas por redes secundarias monofásicas, estas acometidas pueden suplir una demanda máxima de 55 KVA.

Hay que acotar que se introdujeron calibres como por ejemplo el 2*6 que tiene un costo de pérdidas alto e inclusive no se lo fabrica. En cambio el calibre 2*8 que es el más usado por la E.E.Q.S.A. para abastecer demandas pequeñas fue desplazado por el 3*10 que es más económico y que puede servir un rango más amplio de KVA.

En el tabla 4.2 se detalla el tipo de acometidas en función de rangos de KVA, si las condiciones requeridas lo permiten:

TIPO DE ACOMETIDAS MONOFASICAS RECOMENDABLES EN FUNCION DE KVA CAIDA DE VOLTAJE = 2%, LONG. = 20 m.						
TIPO DE ACOMETIDA RECOMENDADA	RESIDENCIAL		COMERCIAL		INDUSTRIAL	
	COSTO MARGINAL		COSTO MARGINAL		COSTO MARGINAL	
	100%	50%	100%	50%	100%	50%
	KVA MAXIMOS AÑO INICIAL (KVA)					
AEREA (MULTICOND.)	0 - 13	0 - 14	0 - 10,1	0 - 14	0 - 10,4	0 - 14
SUBTERRANEA (TTU)	13,1 - 55	14,1 - 55	10,1 - 55	14 - 55	10,5 - 55	14 - 55

Tabla 4.2. Tipo de acometidas recomendadas de redes monofásicas

- Acometidas que son alimentadas por redes secundarias trifásicas, estas pueden servir para alimentar una demanda máxima de hasta 80 KVA. En el tabla 4.3 se describen el tipo de acometidas recomendada en función de rangos de KVA.

TIPO DE ACOMETIDAS TRIFASICAS RECOMENDABLES EN FUNCION DE KVA CAIDA DE VOLTAJE = 2%, LONG. = 20 m.						
TIPO DE ACOMETIDA RECOMENDADA	RESIDENCIAL		COMERCIAL		INDUSTRIAL	
	COSTO MARGINAL		COSTO MARGINAL		COSTO MARGINAL	
	100%	50%	100%	50%	100%	50%
	KVA MAXIMOS AÑO INICIAL (KVA)					
AEREA (MULTICOND.)	0 - 15	0 - 15	0 - 14,4	0 - 15	0 - 14,6	0 - 15
SUBTERRANEA (TTU)	15,1 - 80	15,1 - 80	14,5 - 80	15,1 - 80	14,7 - 80	15,1 - 80

Tabla 4.3. Tipo de acometidas recomendadas de redes trifásicas

4.1.3.4. Calibres de conductores recomendados y guías de diseño de acometidas técnico económicas con 3 opciones disponibles.

Los resultados obtenidos de conductores económicos de acometidas, se presentan en el ANEXO 10. El calibre de conductor depende de cada tipo de cliente.

Se debe acotar que se desarrollaron unas guías de diseño con las tres primeras opciones económicas, para los técnicos. Estas se encuentran descritas en el ANEXO 11.

4.1.4. Ejemplo específico de aplicación

Se escogen 6 clientes con una carga de 6 KW, con servicios generales por 4 KW, se requieren el suministro de energía eléctrica a una distancia de 20 metros, determinar el sistema técnico económico para suplir este requerimiento.

1.- Cálculo de la carga instalada:

- para un cliente representativo:

$$CI = 6 \text{ (KW)}$$

- para servicios generales:

$$CI = 4 \text{ (KW)}$$

2.- Cálculo de la demanda máxima actual en KW, esta se determina aplicando la ecuación 4.31 y los factores de la tabla 4.4.

$$DMU = A + B * CI$$

- para un cliente representativo:

$$DMU = 1.2 + 0.4 * 6 = 3.6 \text{ (KW)}$$

- para servicios generales:

$$DMU = 1.2 + 0.4 * 4 = 2.8 \text{ (KW)}$$

3.- Cálculo de la demanda máxima actual en KVA, para esto empleamos la ecuación 4.32 y asumimos un factor de potencia de 0.95.

$$DMU_{(KVA)} = \frac{DMU_{(KW)}}{fp}$$

- para un cliente representativo:

$$DMU = \frac{3.6}{0.95} = 3.78 \text{ (KVA)}$$

- para servicios generales:

$$DMU = \frac{2.8}{0.95} = 2.94 \text{ (KVA)}$$

4.- Cálculo de la demanda de diseño con la que se determina la acometida colectiva técnico económica, aplicando la ecuación 4.18 y los factores de diversidad de las normas de la E.E.Q.S.A.

$$D_{max_N} = \frac{n * DMU}{FDV_N}$$

$$D_{max_N} = \frac{(6 * 3.78 + 1 * 2.94)}{1.89} = 13.55 \text{ (KVA)}$$

5.- Con esta potencia nos trasladamos al anexo 14 en donde seleccionamos la acometida y la protección principal:

Para esto tenemos dos opciones que al compararlas tendremos la acometida optima.

• **Primera opción:**

Acometida trifásica: Kit 21 \Rightarrow acometida trifásica 4*4 multiconductor

Protección principal: Kit 13 \Rightarrow 3*50 A

para los servicios generales (2.94 KVA):

medidor: Kit 02 \Rightarrow medidor 2F-3H-15/60 a 210/121 V

protección: 2*30 A

• **Segunda opción:**

Acometida bifásica: Kit 07 \Rightarrow acometida bifásica 3*4 multiconductor

Protección principal: Kit 07 \Rightarrow 2*60 A

para los servicios generales (2.94 KVA):

medidor: Kit 02 \Rightarrow medidor 2F-3H-15/60 a 210/121 V

protección: 2*30 A

6.- Para determinar la opción técnico económica debemos proceder a determinar la caída de voltaje y el costo total (costos de inversión más el costo de pérdidas de potencia y de energía), usando las tablas respectivas.

Por lo tanto es cuestión de ir a las tablas y obtener los datos que necesitamos. A continuación se describen los pasos y anexos que se requieren para comparar las dos opciones:

6.1.- Los datos de $\Delta V\%$ real fueron obtenidos del anexo 4 (con el 100% del límite térmico).

$$\Delta V\% (3\phi-4H) = 0.77$$

$$\Delta V\% (2\phi-3H) = 1.93$$

6.2.- Los datos del costo total de pérdidas en función de los KVA máximos iniciales fueron obtenidos del anexo 8.

Como tenemos 13.55 KVA máximos iniciales entonces se procede a buscar por 14 KVA por ser un número entero obteniéndose:

$$\text{Costo total } (3\phi-4H) = 971.210 (\$)$$

$$\text{Costo total } (2\phi-3H) = 1.489.339 (\$)$$

Al comparar la parte técnica 6.1 que corresponde a la porcentaje real de caída de voltaje se puede determinar que el conductor 4*4 tiene una menor caída de voltaje

Si comparamos la parte económica 6.2 vemos que en el tiempo de vida útil (10 años) de la acometida, si utilizamos una acometida 4*4 obtendremos un menor costo económico por las pérdidas.

Por lo tanto la primera opción es la mejor, técnica y económica.

4.2. Análisis del costo de materiales de las estructuras tipo (Kits), aéreas, subterráneas y mixtas.

Este análisis se lo realizó en función del estudio técnico económico de las acometidas, es decir que en estos kits irán los conductores que pasaron el anterior proceso. Además en cada kit se describirán los diferentes materiales que se necesitan para instalar una acometida de acuerdo a los diferentes rangos KVA que soportan las mismas. VER ANEXO 12.

4.3 Diseño técnico-económico de sistemas de acometidas analizando carga instalada del cliente.

Considerando que en las Empresas Eléctricas, en el momento de atender una solicitud de servicio eléctrico, atenderán los requerimientos de residencias, comercios, industrias o edificios que ya están construídos, pero algunas veces no habitados, y que por consiguiente no se conocen exactamente los equipos que instalará el cliente [10].

En estos casos se recurre a una previsión de cargas, es decir, a un estudio de las posibles cargas que existirán en el edificio o local cuando esté terminado [35].

La previsión de cargas insuficiente puede resultar a la larga, costosa y antieconómica, por causa de las frecuentes reparaciones y ampliaciones que resultarán necesarias en la instalaciones de acometidas, así como por el aumento de consumo que resultará si las acometidas están sobrecargadas.

Para evitar esto se procederá de la siguiente manera:

4.3.1. Determinación de la carga instalada

Para la determinación de carga instalada se tomarán en cuenta los puntos de iluminación, puntos de tomacorrientes y salidas especiales, en lo que corresponde a departamentos, viviendas y edificios de oficinas.

Para fábricas e industrias en general, se tomarán en cuenta los puntos de iluminación, puntos de tomacorrientes y listado de carga de los motores a instalarse.

Para casos especiales que no se basen en el presente numeral, el estudio deberá ser realizado con un análisis específico.

4.3.2. Cálculo de la carga instalada

La carga instalada de un cliente del servicio eléctrico se calcula considerando las siguientes potencias unitarias:

Punto de iluminación :	100 W
Punto de tomacorriente:	150 W
Salida especial:	Potencia de diseño, en caso de no disponer del equipo se asumirán los siguientes valores:
Calentador de agua:	3000 W
Ducha eléctrica:	3000 W
Cocina eléctrica:	8000 W
Cocineta eléctrica:	3000 W
Secadora de ropa:	6500 W
Lavadora de ropa:	1000 W
Horno de Microondas:	1000 W

Se sumarán las potencias unitarias, y se obtendrá la Carga Instalada tomando en cuenta las cargas especiales, motores.

No se toman en cuenta las cargas fluctuantes, estas tienen un tratamiento especial.

4.3.3. Determinación de demandas máximas actuales

La demanda se determina de acuerdo a los siguientes porcentajes, en función del incremento de carga instalada, obteniendo una función lineal entre los valores [30]:

CLIENTE RESIDENCIAL

Los primeros 3 KW	el	80%	de la carga instalada,
Los siguientes 19.0 KW	el	40%	de la carga instalada,
Los siguientes KW	el	20%	de la carga instalada.

CLIENTE COMERCIAL

Los primeros 3 KW	el	90%	de la carga instalada,
Los siguientes 7.0 KW	el	80%	de la carga instalada,
Los siguientes 10.0 KW	el	60%	de la carga instalada,
Los siguientes 30.0 KW	el	40%	de la carga instalada,
Los siguientes KW	el	30%	de la carga instalada.

Estos porcentajes han sido determinados en base a la experiencia de la E.E.Q.S.A. en el cálculo de la demanda.

CLIENTE INDUSTRIAL

Los primeros 10.0 KW	el	90%	de la carga instalada,
Los siguientes 10.0 KW	el	80%	de la carga instalada,
Los siguientes 30.0 KW	el	70%	de la carga instalada,
Los siguientes KW	el	50%	de la carga instalada.

Los porcentajes de los clientes industriales están recomendados en el pliego tarifario [30].

Considerando los datos anteriores, se pueden simplificar los cálculos, aplicando una ecuación lineal que determina la demanda máxima actual en función de la carga instalada.

$$DMU = A + B * CI \quad (4.33)$$

donde:

- A y B: son constantes obtenidas en base a los datos anteriores.
- DMU: demanda máxima actual (KW).
- CI: carga instalada (KW).

En el ANEXO 13 se presenta un resumen de las demandas máximas actuales calculadas para las cargas instaladas más usuales.

CARGA INSTALADA	%	RANGO (KW)	FAC- TOR "A"	FACTO R "B"
CLIENTE RESIDENCIAL				
Los primeros 3 KW	80 %	de 0 a 3 KW	0.0	0.8
Los siguientes 19.0 KW	40 %	de 3.1 a 22.0 KW	1.2	0.4
Los siguientes KW	20 %	> a 22.1 KW	5.8	0.2
CLIENTES COMERCIAL, ASISTENCIA SOCIAL, ENTIDAD OFICIAL, BENEFICIO PUBLICO, SERVICIO COMUNITARIO.				
Los primeros 3 KW	90 %	de 0 a 3.0 KW	0.0	0.9
Los siguientes 7.0 KW	80 %	de 3.10 a 10.0 KW	0.3	0.8
Los siguientes 10.0 KW	60 %	de 10.10 a 20.0 KW	2.3	0.6
Los siguientes 30.0 KW	40 %	de 20.10 a 50.0 KW	6.3	0.4
Los siguientes KW	30 %	> a 50.10 KW	11.3	0.3
CLIENTES INDUSTRIALES				
Los primeros 10.0 KW	90 %	de 0.0 a 10.0 KW	0.0	0.9
Los siguientes 10.0 KW	80 %	de 10.10 a 20.0 KW	1.0	0.8
Los siguientes 30.0 KW	70 %	de 20.10 a 50.0 KW	3.0	0.7
Los siguientes KW	50 %	> a 50.10 KW	13.0	0.5
BOMBEO DE AGUA				
Una sola bomba de 1HP en adelante	100 %	> a 0.10 KW	0.0	1.0

Tabla N° 4.4 Factores y constantes para el cálculo de la DMU actual.

4.3.4. Cálculo de la demanda máxima actual

El valor de demanda máxima actual en (KW) se calcula considerando una carga instalada promedio dentro de ciertos rangos y el factor de demanda, mediante la ecuación (4.33).

La demanda máxima actual en (KVA) con la que se realizarán los cálculos futuros, se calculará en base al factor de potencia, tipo de cliente mediante la ecuación (4.34):

$$DMU(KVA) = \frac{DMU(KW)}{\cos \phi} \quad (4.34)$$

donde:

DMU(KVA): demanda máxima actual (KVA).

DMU(KW): demanda máxima actual (KW)

$\cos\phi$: factor de potencia.

Cuando un cliente dispone de cargas fluctuantes como son por ejemplo: soldadoras eléctricas, rayos X, turbinas de uso odontológico, etc., la carga máxima de estos aparatos se determina en función de la potencia de placa de los equipos indicados. La carga total será entonces la suma de la demanda calculada según lo establecido en el párrafo anterior, más la potencia de placa de dichos aparatos.

Para cálculo de demandas considerando cargas instaladas mayores de las anotadas, se recomienda seguir el mismo procedimiento establecido para el cálculo de demandas máximas actuales.

Para clientes residenciales con cargas mayores a 35.00 KW, el factor de demanda recomendado es de 0.37, y la tasa de crecimiento inferior a 1.5 % anual.[10]

Si la acometida sirve a un cliente nos trasladamos al numeral 4.3.6., más si ésta es una acometida colectiva, en el diseño se aplica el criterio de la demanda diversificada.

4.3.5. Cálculo de la demanda diversificada.-

Para varios clientes comerciales o industriales juntos, la demanda total será calculada como la suma de las potencias de cada uno de los clientes, sin verse afectada por ningún factor de diversidad [10].

Para varios clientes residenciales, viviendas y edificios de departamentos, se utilizarán los factores de diversificación.

Los servicios generales y bombas de agua serán considerados como un cliente más para el cálculo de la demanda diversificada. Si se trata de un edificio de residencias, se tomará como otro cliente residencial, si se trata de un edificio de oficinas o residencial-comercial, se tomará como otro cliente comercial.

Este tratamiento se dará a los servicios generales y bombas de agua que no incluyan cargas especiales como ascensores, en cuyo caso se tomará en cuenta como una Carga Especial, sin considerar factores de diversidad.

Aplicando la ecuación (4.18) y utilizando los valores de diversidad de la E.Q. se procederá a calcular la demanda diversificada o de diseño. En

base a ésta se procederá a escoger la acometida correspondiente en el ANEXO 12.

4.3.6. Determinación de la protección

Los criterios técnicos para su dimensionamiento ya fueron vistos en el capítulo III numeral 3.3. y se la escoge en el ANEXO 12.

4.3.7. Determinación del medidor

El dimensionamiento del medidor se basa en los KVA máximos que soporta este, de acuerdo a cada configuración de las acometidas, su escojamiento se lo hace en el ANEXO 12.

4.4. Selección técnico-económico de sistemas de acometidas

Para una mejor comprensión de como debe hacerse el diseño de sistemas técnico económico de acometidas se procedió a realizar una tabla en la que se selecciona los diferentes sistemas de acometidas, para clientes residenciales, comerciales e industriales en función de la demanda máxima actual. VER ANEXO 13.

CAPITULO V

INSTRUCTIVO PARA ORIENTACION AL CLIENTE Y LOS TECNICOS DE LA E.E.Q.S.A.

5.1. Instructivo para
orientación al cliente

DESEA SOLICITAR SERVICIO DE ENERGIA
ELECTRICA?

Muy fácil:

Acuda a la Unidad de SOLICITUDES, ubicada
en la Av. Mariana de Jesús y 10 de Agosto,

o a la Agencia de la EEQ más cercana.

Pensando en la comodidad de nuestros
clientes, la Empresa Eléctrica "Quito" S.A.
implementó su nuevo sistema de
comercialización SIDECOM, que simplifica y
facilita los trámites para el suministro de
energía eléctrica.

RECUERDE

Antes de solicitar el nuevo servicio de
energía eléctrica, verifique sus
instalaciones eléctricas interiores y tenga
listas las obras civiles necesarias para
instalar el medidor.

Luego solicite la MATRICULA, que comprende
los siguientes pasos:

1. SOLICITUD DE SERVICIO
2. DISEÑO Y PRESUPUESTO DE INSTALACION
3. PAGO DEL PRESUPUESTO
4. INSTALACION DEL SERVICIO

1.- SOLICITUD DE SERVICIO DE ENERGIA
ELECTRICA.

Gestión que el cliente realiza en la EEQSA,
para lo que se necesitan: **Cédula de
identidad, Número de RUC ó Pasaporte, y un
Croquis de Ubicación.**

Mediante una atención personalizada se le
solicitarán algunos datos adicionales que
ingresan de inmediato al computador:

- **Tipo de cliente, uso que se dará a la
energía eléctrica.**
- **Número de medidores a instalar en el
lote**
- **Carga a ser atendida.**

La carga instalada de un cliente del
servicio eléctrico se determinará
considerando las siguientes potencias
unitarias:

Cada punto de iluminación (1 Foco) : 100

W

Cada punto de tomacorriente: 150

W

Plancha: 1200

W

Calentador de agua o ducha eiéct.: 3000 W

Se sumarán las potencias unitarias de toda
la vivienda y se obtendrá la carga
instalada, tomando en cuenta el número
total de focos, tomacorrientes, plancha,
etc.

El dimensionamiento correcto del conductor
de la acometida eléctrica evitará en el
futuro realizar remodelaciones, que son
costosas.

TENGA PRESENTE QUE las redes de la EEQSA son monofásicas a 3 hilos (120/240 V), ó trifásicas a 4 hilos (121/210 V), según el sector en el que se encuentren. Cualquiera de las dos redes permiten conectar equipos a 220 voltios, pero para un equipo trifásico se requiere necesariamente una red trifásica.

Una vez presentada la solicitud se le informará el día en que se realizará una inspección a su propiedad.

2.- DISEÑO Y PRESUPUESTO DE INSTALACION

Personal de la EEQSA, de Diseño y Presupuesto, realizará una visita, sin costo adicional, para solventar cualquier duda que tengan los clientes, verificar obras civiles y los datos proporcionados.

Luego de aprobadas las obras civiles y realizado el diseño, la EEQSA emitirá el presupuesto, el mismo que deberá ser cancelado por el cliente previo a la instalación del medidor correspondiente.

3.- PAGO DEL PRESUPUESTO O CREDITO

El cliente debe acercarse a la Unidad de Solicitudes de la EEQSA a cancelar el presupuesto, máximo 30 días después de su emisión; luego los presupuestos podrán

actualizarse en caso de haber cambiado los costos de materiales.
A pedido del cliente, la EEQSA le podría conceder crédito, en Solicitudes se le informará de las condiciones de pago.

4.- INSTALACION DEL SERVICIO

Al siguiente día de haberse cancelado el presupuesto se despachan las órdenes de conexión a las bodegas de la EEQSA para que preparen materiales.

Al segundo día de haber cancelado el presupuesto, los grupos de trabajo retiran materiales y proceden a ejecutar las órdenes de conexión. **Los medidores se instalan dentro de un plazo máximo de 8 días calendario posterior a la cancelación del presupuesto**, pero en su mayoría se instalan en los siguientes 4 días; para el efecto **el cliente o un representante deberá estar en el lugar de la nueva instalación desde las 8:00 horas hasta las 14:00 horas** a fin de dar las facilidades correspondientes para la instalación del medidor.

PARA EFECTUAR LA CONEXION DE LAS SALIDAS DEL MEDIDOR SE REQUIERE

Que las instalaciones internas estén listas

e instalado un circuito alimentador, desde el tablero de distribución interno hasta el sitio en que se encuentra el medidor y los conductores deberán estar claramente identificados tanto los de fases como del neutro.

OBRAS CIVILES NECESARIAS PARA INSTALAR EL CAJON DEL MEDIDOR.

NUMERO DE LOTE O CASA: El cliente debe colocar el número de su lote, o casa, en un lugar visible, con una placa metálica de mínimo 15 x 25 cm, indicando el número de manzana si la hubiere, similar al siguiente ejemplo:

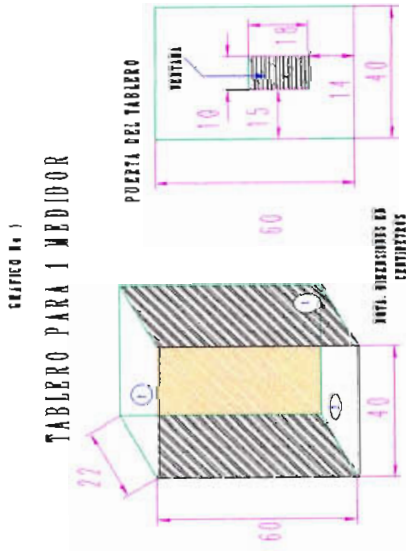
LT 25

MZ 3 LT25

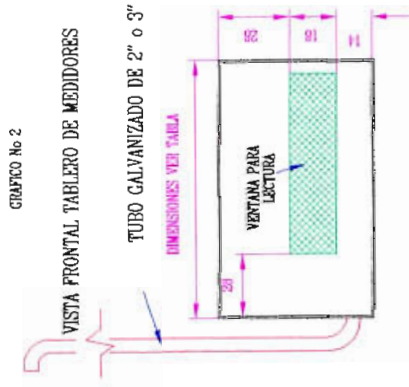
TABLERO DE MEDIDORES: Los medidores deben estar ubicados en la línea de fábrica de los lotes, es decir deben estar ubicados en una pared que de hacia la calle a fin de permitir la toma de lecturas, con la parte frontal hacia la misma con la base a 1.5 metros del piso.

Con el fin de proteger el medidor es necesario que se coloque un cajón o tablero de medidores, el mismo que puede ser de madera o metálico con fondo de madera, de 40 cm de ancho, 60 cm de alto y 23 cm de profundidad, libres.

La forma y dimensiones se detallan en el gráfico No 1:



Cuando se instale más de un medidor, la Empresa Eléctrica colocará en el tablero de medidores, una caja de distribución que no requiere de ventana.
El tamaño del tablero de medidores, depende del número de medidores a instalarse, ver gráfico No. 2 y la tabla correspondiente.



PERFORACIONES RECOMENDADAS:

- (1) Perforación lateral, para el ingreso de la acometida cuando es aérea.
 - (2) Perforación posterior para salida de conductores hacia la vivienda.
 - (3) Perforación inferior para el ingreso de la acometida, cuando ésta es subterránea.
- Es conveniente que el medidor sea protegido con una puerta exterior, pero con una ventana de las dimensiones especificadas; esta ventana podría estar cubierta por una malla para evitar el depósito de basura (no vidrio, ni plástico), facilitando a la vez la toma de lecturas.

caso de disponer las redes en la otra acera.

En caso de no disponer del soporte metálico, provisionalmente se podrá instalar un pingo con iguales dimensiones, pero con un diámetro en la parte más delgada de 15 cm, este pingo se enterrará una distancia de 1,1 metros; esta opción provisional no es conveniente porque en el futuro se tendrá que instalar el tubo empotrado en la columna de hormigón. Ver gráfico No 3, en la parte inferior de este instructivo.

CANTIDAD DE MEDIDORES	ANCHO	ALTO	PROFUNDIDAD
1	40	60	23 CM
INDUSTRIAL CON DEMANDA	50	70	25 CM (**)
2	75	60	23 CM
3	100	60	23 CM
4	125	60	23 CM
5	150	60	23 CM

TABLA CON DIMENSIONES DE LOS TABLEROS DE MEDIDORES

(**) NOTA: Para cargas elevadas, se requiere de un medidor especial.

REQUISITOS PARA ATENDER SECTORES CON MÁS DE

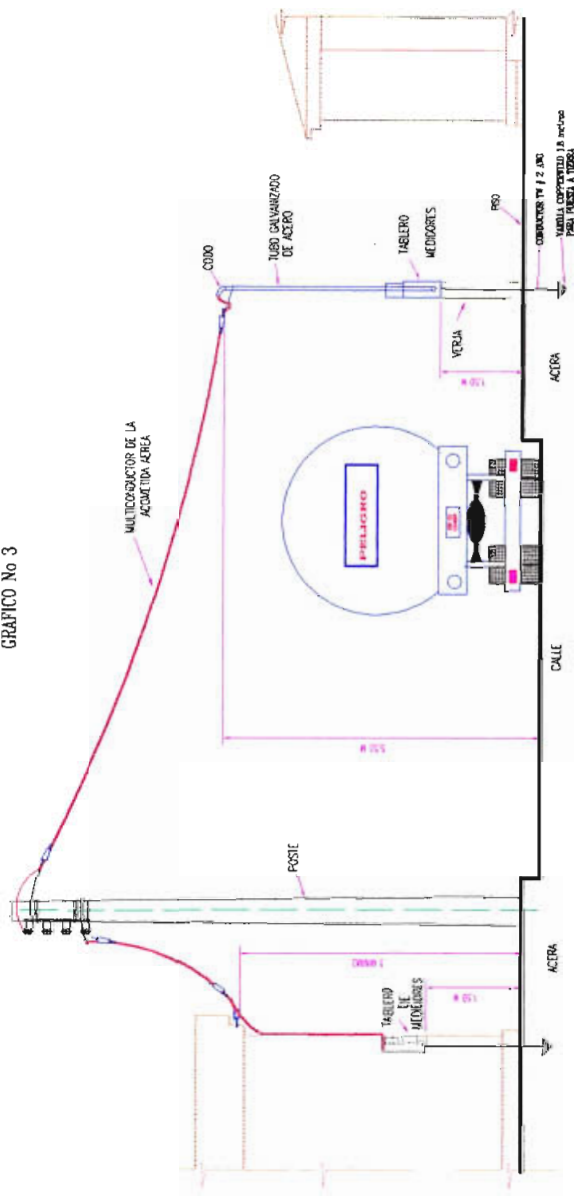
20 CLIENTES

Jesús y 10 de Agosto) la fecha en que se realizará la instalación de las acometidas y medidores.

Para facilitar la instalación de acometidas y medidores a un sector, en el que se instalarán medidores en forma masiva, se requiere de:

1. Disponer de un plano del sector con nombres de calles, número de lotes y de ser factible las redes de distribución definitivas.
2. Presentar la solicitud de acometidas y medidores del sector, en el formulario normalizado que entregará la Empresa, "REGISTRO DE SOLICITUDES PARA ATENCION EN GRUPO".
3. Coordinar una visita al sector con el personal de Diseño y Presupuesto (Subsuelo del Edificio de la Mariana de Jesús y 10 de Agosto), y con personal de Normalización (2do Piso del Edificio Mariana de Jesús y 10 de Agosto).
4. Cumplir con las obras civiles solicitadas por Diseño y Normalización, que están basadas en el presente instructivo.
5. Coordinar con Diseño una inspección para verificar que las obras civiles solicitadas se hayan cumplido.
6. La Empresa emitirá el valor de los presupuestos que serán cancelados o financiados.
7. Los directivos coordinarán con Acometidas (3er Piso de la Mariana de

GRAFICO No 3



5.2. Instructivo para los técnicos de la E.E.Q.S.A.

El instructivo para los técnicos de la E.E.Q.S.A. comprende básicamente el resumen de los KITS de acometidas, protección y medidores. VER ANEXO 14.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Esperando que el trabajo desarrollado sirva para orientar a los técnicos de las empresas en el diseño técnico económico de acometidas en bajo voltaje, a continuación se detallan las conclusiones y recomendaciones.

6.1. Conclusiones generales

- Se normalizó la ubicación de los equipos de medición y protección, altura a la que tienen que estar sujetadas las acometidas, tipos de instalación, estructura de cajones y tableros armarios metálicos para medidores de energía eléctrica, etc.
- Se realizó una proyección de cajones y tableros armarios para que sean implementados en el futuro, lo cual traerá ventajas referentes al control contra fraudes, porque existe una independencia del equipo de medición.
- El análisis técnico permitió encontrar tablas de los KVA-m y caídas máximas de voltaje, para conductores tipo sucre (multiconductor) y TTU, que serán utilizados como herramienta para el cálculo de caídas de voltaje de diseños futuros de acometidas en bajo voltaje, instalaciones interiores y de fuerza.
- La tesis posee gráficos explicativos de las partes constitutivas de acometidas aéreas y subterráneas, cajones (tableros), tablero armarios

y obras civiles, que pueden servir incluso como material didáctico para la facultad en el área de distribución.

- El diseño técnico se basó en las caídas de voltaje y límite térmico de las acometidas. El diseño económico se fundamentó en los costos de inversión de los diferentes elementos que componen la acometida, costo de instalación (mano de obra), costo de pérdidas de potencia y de energía.
- Los cálculos económicos se realizaron en función de los costos marginales de pérdidas de los circuitos secundarios, ya no que se obtuvieron datos específicos para las acometidas.
- La previsión técnica-económica de cargas de los clientes realizada, es relevante porque no incurre en una falsa economía de una inversión inicial.
- El estudio técnico-económico realizado no es aislado porque trae beneficios económicos a los clientes y a las empresas: los clientes tendrán una mejor calidad de servicio y las empresas se ven beneficiadas económicamente porque se reducen los costos de inversión.
- Se logró desarrollar dos instructivos para ser implementados en la E.E.Q.S.A.: uno para orientar al cliente, de una manera práctica y sencilla, para obtener el suministro de energía eléctrica. Otro para los técnicos, facilitando el diseño y obtención del presupuesto económico de éstos diseños. Cabe anotar que el instructivo para el cliente depende de las políticas que rigen en cada una de las empresas.

6.2. Conclusiones específicas de la aplicación y del ejemplo

- a) Los parámetros que intervienen en la obtención del conductor económico son: tasa de crecimiento de la demanda, demanda máxima unitaria, configuración de los circuitos secundarios, resistencia eléctrica, voltaje fase neutro, costo total de pérdidas, costos de inversión, tasa de actualización, límite térmico y caída de voltaje.
- b) En la aplicación general se obtuvieron gráficos (anexo 9), que relacionan los costos totales, referidos al año inicial, con los

KVA máximos iniciales, los cuales permiten obtener conductores económicos por rangos de KVA.

- c) Se definieron tres tipos de usuarios: residencial, comercial e industrial en forma general, los cuales tienen diferente tasa de crecimiento debido a las condiciones específicas de crecimiento de su demanda, esto sirvió de base para la determinación del conductor económico.
- d) Se realizó un análisis de sensibilidad con respecto a los costos marginales de pérdidas, tanto de potencia como de energía, haciéndoles variar al 100 y 50 % de estos, lo cual permitió determinar que afecta a los rangos del conductor económico, como se puede apreciar en el análisis de los resultados obtenidos del ejemplo general.
- e) El análisis económico se realizó para acometidas de 20 metros de longitud, por considerar esta distancia como promedio.
- f) En base al estudio técnico económico se obtuvo:
- Una guía de conductores económicos para acometidas alimentadas por redes monofásicas ó trifásicas con las tres primeras opciones económicas.
 - Tablas para seleccionar sistemas de acometidas técnicos económicos, para diferentes rangos de demanda, de los distintos tipos de clientes, en forma individual.
 - El tipo de acometida recomendado, considerando rangos de potencia, para acometidas derivadas de redes secundarias **monofásicas** es el siguiente:
 - Aérea para potencias de 0,1 hasta 12,5 KVA.
 - Subterránea para potencias mayores a 12,5 hasta 55 KVA.
 - El tipo de acometida recomendado, considerando rangos de potencia, para acometidas derivadas de redes secundarias **trifásicas** es el siguiente:
 - Aérea para potencias de 0,1 hasta 15 KVA.

- Subterránea para potencias mayores a 15 hasta 80 KVA.

g) En el ejercicio específico se parte de la carga instalada y se calcula la demanda máxima actual en KVA, y en función de esta se determina los posibles sistemas de acometidas, descritos en el instructivo para los técnicos, después se realiza la comparación técnica y económica de las diferentes opciones, para encontrar la acometida óptima.

6.3. Recomendaciones

- a) Se recomienda que las disposiciones emitidas en cuanto a ubicación y obras civiles se les haga conocer al menos al sector de la construcción, para que en el futuro empiecen a considerar en sus diseños el sitio apropiado para instalar el cajón y/o tablero armario. Con esto se ganaría eficiencia en la lectura de los consumos de los clientes, y se permite un fácil acceso para el control y mantenimiento del equipo.
- b) Exigir a los clientes y constructores la puesta a tierra para cajones y tableros armarios metálicos, con lo cual se protegería a las personas de fatales accidentes que ocurren frecuentemente en el sector eléctrico.
- c) Implementar los cajones (tableros) metálicos diseñados en la proyección, tanto para demandas bajas (medición directa) y demandas altas (medición indirecta), para que exista un mejor control sobre los diferentes tipos de contravenciones causadas por los clientes. Con este diseño se logra que el cliente tenga acceso solo a la protección, frenándose manipulaciones ilícitas.
- d) Se recomienda que este trabajo sea propuesto al INECEL, para que este como entidad reguladora del sector eléctrico analice la posibilidad de acogerla como base para una norma de diseño y construcción de acometidas en bajo voltaje.
- e) Del estudio técnico se determina que los diseños de las acometidas realizados por los técnicos de las empresas eléctricas no cumplen con el 1% de caída de voltaje, como estipulan los reglamentos internos de las mismas, por esta razón se recomienda usar como límite de caída de voltaje el 2%. Este valor se justifica porque

la suma de caídas de voltaje en alto y bajo voltaje debe ser del 10%.

- f) Con los resultados del análisis del conductor económico se recomienda reducir el número de estructuras tipo (Kits) y redefinir los rangos de potencia que pueden soportar las acometidas empleadas por la E.E.Q.S.A., pues en el presente trabajo se tiene un estudio técnico económico más completo del que rige en la E.E.Q.S.A.

- g) Se sugiere implementar un sistema de valoración automática de sistemas de acometidas, en base a las estructuras tipo (Kits) que pasaron el análisis técnico-económico, lo cual permite que el cliente cancele o financie el valor de este sistema de acometida en el momento de obtener su orden de emisión.

- h) Utilizar el instructivo del cliente para que la E.E.Q.S.A. difunda a los clientes, obteniéndose una mejor orientación e información de las gestiones y obligaciones que tiene que realizar este, para obtener el suministro de energía eléctrica.

APENDICE A:

GLOSARIO DE TERMINOS

GLOSARIO DE TERMINOS UTILIZADOS

Abonado.- Entiéndese por abonado al usuario, cliente o contratante del servicio eléctrico (Ver cliente). Los abonados se clasifican de acuerdo al siguiente tipo de servicios:

Residencial (R).- Son aquellos cuyo servicio de energía eléctrica es destinado exclusivamente a uso doméstico en las habitaciones y anexos que normalmente constituyen la residencia de una unidad familiar. Se clasifican también en esta categoría los abonados de pequeños consumos y bajos recursos económicos que tengan integrada a su vivienda una pequeña actividad de comercio o pequeños talleres de artesanía (como tienda-vivienda, zapatería-vivienda, etc.)

Comercial (C).- Son aquellos cuyos servicios de energía eléctrica, suministrados a casas, edificios, departamentos, etc., son destinados por el abonado o sus inquilinos para fines de negocio o actividades profesionales, y a locales destinados a cualquier otra actividad por la cual sus propietarios o arrendatarios perciban alguna remuneración del público que a ellos concurra. Se clasifican por lo tanto dentro de estos usuarios comerciales a tiendas almacenes, salas de cine, hoteles y afines, clínicas particulares y todos aquellos usuarios que no puedan considerarse como residencias o industrias. En caso en que la casa, departamento, etc., de un consumidor de mayores recursos económicos, o parte de ellos, sirva a la vez como residencia de los abonados o sus inquilinos y si sólo existe un medidor de energía eléctrica, todo el consumo de energía se lo considerará como comercial.

En este caso el abonado podrá solicitar la instalación de un medidor independiente para el consumo de energía en la parte del edificio utilizado como residencia, siempre que la misma esté separada del área destinada a servicios comerciales por medio de tabiques o paredes permanentes y que las instalaciones interiores de cada área sean completamente independientes unas de otras, sin posibilidad de interconexión entre ambas. En general debe restringirse este tipo de instalación.

Industrial (I).- Es aquel cuyo servicio de energía es utilizado en lugares tales como fábricas, talleres, aserraderos, molinos, etc., destinados a la elaboración o transformación de productos por cualquier medio industrial. Se incluye en este servicio el suministro de energía para usos industriales de los Municipios, Consejos Provinciales y otras entidades de servicio público. Constituye parte del servicio industrial, el servicio de locales destinados a la elaboración del producto.

Si el mismo local se destinare también para el uso de otros fines ajenos al proceso industrial, tales como salas de ventas, residencias, etc., se exigirá la instalación de un medidor independiente para estos servicios y se aplicará la tarifa que corresponda. Se incluirá dentro de este servicio a los usuarios que sean calificados como tales, mediante leyes especiales por el Ministerio de Industrias, Comercio e Integración.

Bombeo de Agua (B-A).- Son aquellos abonados cuyo servicio de energía es destinado por el abonado para bombeo de agua potable para servicio público, bombeo de agua para riego, etc. Para estos usuarios se tomará en cuenta la Demanda Contratada (KW).

Acometida.- Es la línea de alimentación con sus accesorios que sirve para llevar la energía desde la red de distribución de una Empresa de suministro de energía eléctrica hasta las instalaciones del cliente.

Acometida en bajo voltaje.- Es la que se conecta a una red secundaria en bajo voltaje de hasta 600 Voltios.

Acometida individual.- Es aquella que da servicio a un sólo abonado y comprende la línea de alimentación con sus accesorios, desde la conexión a la red secundaria de distribución hasta los bornes de entrada al medidor.

Acometida colectiva.- Sirve a dos o más abonados de un mismo inmueble y comprende la línea de alimentación con sus accesorios, desde la conexión a la red secundaria de distribución hasta los bornes de entrada del disyuntor general, o hasta los multiconectores de la caja de distribución.

Caída de voltaje.- Definida también como "Regulación" es la obtenida en el punto más alejado de la fuente de alimentación, con la demanda de diseño establecida. Se expresa en % del valor del voltaje nominal fase-tierra del sistema. La caída de voltaje será del 10%, incluyendo las caídas en alto y bajo voltaje (Hasta los bornes del medidor de energía eléctrica).

Carga.- Es la potencia activa o aparente consumida o absorbida por una máquina o una red.

Carga instalada (CI).- Es la suma de potencias nominales de los receptores de energía eléctrica que dispone un cliente, y que en algún momento podrían ser conectados a la red. Se expresa en watios o KW.

Carga instalada representativa (CIR).- Se expresa en watios o KW y corresponde a la potencia requerida por un cliente considerado como promedio dentro de un grupo homogéneo de clientes.

Carga conectada.- Es la suma de potencias nominales de los receptores de energía eléctrica conectados a la red.

Carga fluctuante.- Es la potencia activa o aparente que origina demandas intermitentes de energía eléctrica.

Centro de transformación.- Es la parte de la red primaria (AT) que comprende el transformador de distribución y sus elementos de protección, que alimenta o sirve a la red secundaria o de bajo voltaje para la utilización de los clientes.

Centro de transformación aéreo (Torre de transformación).- Es el centro de transformación instalado sobre una estructura de soporte de redes de distribución aérea.

Centro de transformación en cámara (Cámara de transformación).- Es el centro de transformación instalado en un local cubierto, diseñado y construido exclusivamente para el alojamiento del o los transformadores de distribución y sus equipos, en redes de distribución principalmente subterráneas.

Cliente.- Es el usuario del suministro caracterizado por el valor de potencia y el consumo de energía. Se lo identifica también como "usuario", "abonado" o "consumidor" y es cualquier persona natural o jurídica que ha suscrito un convenio (solicitud de servicio) con la empresa para el suministro de energía eléctrica dentro de una residencia, establecimiento, edificio o local.

Conductores activos.- Son aquellos cuyo potencial o carga eléctrica es distinto al de tierra.

Consumidor.- Ver cliente.

Demanda.- Es la carga en los terminales de recepción promedia en un intervalo de tiempo de quince minutos.

Demanda Contratada.- (Ver también Demanda Facturable) Es la mayor demanda prevista que un cliente requerirá de la red, expresada en KW. Para cargas no fluctuantes es igual a la Demanda Máxima.

Para cargas fluctuantes es igual a la suma de la demanda máxima de las cargas no fluctuantes más la potencia de placa de las cargas fluctuantes. Para usuarios atendidos con transformador propio esta demanda es igual a la capacidad del transformador.

Esta demanda contratada estimada será revisada en base a las mediciones con registradores de máxima demanda, en caso de disponerlos un determinado cliente.

Demanda de Diseño.- Expresada en KVA, permite el dimensionamiento de la red eléctrica de distribución y el cómputo de caída de voltaje. Para el dimensionamiento se consideran los valores de demanda de diseño proyectados para los siguientes periodos:

- Red primaria: 15 años
- Red secundaria y centros de transformación: 10 años

Demanda Diversificada (DD).- Puesto que las Demandas Unitarias no son coincidentes en el tiempo, la potencia transferida hacia la carga es, en general, menor que la sumatoria de las demandas máximas individuales. En consecuencia, el valor de la Demanda a considerar para el dimensionamiento de la red en un punto dado, o para el dimensionamiento de una acometida colectiva, debe ser calculado de acuerdo a la siguiente expresión:

$$DD = DMUp * N / FD$$

Donde DMUp = Demanda máxima unitaria proyectada

N = Número de usuarios

FD = Factor de diversificación.

Demanda Facturable.- Se entiende por demanda facturable la demanda máxima de potencia integrada en un periodo de 15 minutos sucesivos y registrada en el lapso de los últimos 12 meses, incluido el de facturación.

De acuerdo con el pliego tarifario, se definen de acuerdo con el tipo de registrador de demanda:

Con registrador de demanda.- La demanda facturable es la máxima demanda registrada en el respectivos medidor de demanda, en los últimos 12 meses incluido el de facturación.

Sin Registrador de demanda.- Para aquellos abonados que no se disponga de registrador de demanda, ésta se computará de la siguiente forma:

- El 90 % de los primeros 10 KW de carga instalada.
- El 80 % de los siguientes 20 KW de carga instalada.
- El 70 % de los siguientes 50 KW de carga instalada.
- El 50 % del exceso de carga instalada.

Si el abonado dispone de un transformador para su uso exclusivo, y no tiene registrador de demanda, la demanda facturable será igual a la potencia del transformador en KVA multiplicada por un factor de potencia de 0.9, es decir la potencia del transformador expresada en KW.

Demanda de aparatos de uso instantáneo.- Los procedimientos definidos para la determinación de la demanda facturable, o demanda máxima registrada, señalados en los dos párrafos anteriores, no se aplicarán a los consumos de aparatos de uso instantáneo como son por ejemplo: Soldadoras eléctricas, Rayos X, Turbinas de uso odontológico, etc. La demanda facturable de estos aparatos se calculará en función de la potencia de placa o de la medición de la potencia instantánea de los equipos mencionados. La demanda total será entonces la suma de la demanda registrada o calculada según lo establecido en los párrafos anteriores, más la potencia de placa de dichos aparatos.

Demanda máxima (DM).- Es la mayor demanda que ha ocurrido durante un período específico de tiempo.

Demanda máxima unitaria (DMU).- Es el máximo valor de la demanda, expresada en watos, KW ó KVA que se transfiere de la red eléctrica de distribución de bajo voltaje a la instalación de un cliente tipo.

Demanda máxima unitaria proyectada (DMUp).- Expresada en KWh/mes/abonado (consumo mensual), KW (potencia activa), ó KVA (potencia aparente) considerando el factor de potencia, considera los incrementos de la DMU durante el período de vida útil de la instalación, originados en la intensificación progresiva en el uso de artefactos electrodomésticos.

Demanda media (DMed).- Es la demanda promedio calculada durante un período específico de tiempo.

Disyuntor.- Se entiende por disyuntor el interruptor provisto de dispositivos para la desconexión automática en caso de sobrecarga o cortocircuito en la respectiva instalación.

Energía.- Nos referiremos siempre a la energía eléctrica, en caso de referirse a otro tipo de energía deberá especificarse claramente. Es el trabajo que la red entrega al usuario al utilizar una determinada potencia (KW) a través del tiempo (Horas), y está medida en Kilowatios-hora (KWh).

Empresa.- Es la Empresa Eléctrica o el concesionario del servicio eléctrico en un área determinada. En nuestro caso es la Empresa Eléctrica Quito S. A.

Factor de demanda (FDM).- Es la relación de la demanda máxima de un sistema a la carga instalada. $FDM = DM/CI$. Indica la fracción de carga instalada que es utilizada simultáneamente en el período de máximo requerimiento y permite evaluar los valores adoptados por comparación con aquellos en instalaciones existentes similares.

Factor de diversidad (FD).- Determina la coincidencia en el tiempo de la DMUP, dependiente de su ubicación a partir de cada uno de los puntos de los circuitos de alimentación y del número y tipo de clientes (N).

Factor de potencia (FP).- Se define como factor de potencia a la relación entre la potencia activa y la potencia aparente. En general para instalaciones domiciliarias el factor de potencia considerado es de 0.95, para usuarios comerciales e industriales el factor de potencia promedio es de 0.9.

Penalización.- En el caso en que el factor de potencia medio de un abonado sea menor a 0.9, la facturación mensual será recargada en un factor igual a la relación por cociente entre 0.9 y el factor de potencia registrado.

La penalización por bajo factor de potencia es parte integrante de la planilla por venta de energía.

Factor de uniformidad (FU).- Es la relación entre el nivel mínimo medido en cualquier punto de la calzada y el nivel medio, ésto es: $FU = NI_{\text{mínimo}}/NI_{\text{medio}}$.

Índice acumulativo actual (Ti).- Expresado en %, corresponde al incremento progresivo de la demanda máxima unitaria, que tiene una relación geométrica directa al número de años considerados.

Interruptor.- Es un aparato eléctrico conectado en serie a la entrada de un circuito eléctrico, que sirve para cortar el flujo de corriente a dicho circuito.

Neutro.- Se denomina "neutro" al conductor central, puesto a tierra, de un sistema monofásico trifilar y el conductor, asimismo, puesto a tierra, de un sistema monofásico bifilar, como también el neutro propiamente dicho de un sistema trifásico conectado en estrella, igualmente puesto a tierra.

Red de distribución aérea.- Es la red de distribución en la cual los elementos de la instalación se disponen sobre estructuras de soporte erigidos sobre el terreno.

Red de distribución subterránea.- Es la red de distribución en la cual los elementos de instalación se disponen en canalizaciones bajo el nivel del terreno y los centros de transformación en cámaras.

Redes secundaria (Bajo voltaje, BV).- Es la parte de la red que opera a voltaje secundario o voltaje de utilización del usuario, abonado o cliente. Para la Empresa los voltajes nominales son 240/120 V en redes monofásicas, 210/121 V en redes trifásicas de uso residencial, y 220/127 en redes de uso netamente industrial.

Regulación.- Ver caída de voltaje.

Servicio monofásico bifilar (1F-2H).- Es el suministro desde un sistema con un conductor activo y el neutro.

Servicio bifásico trifilar (2F-3H).- Se entiende por servicio bifásico trifilar, el suministrado por dos conductores activos y uno derivado del centro del bobinado secundario de un transformador monofásico de distribución, así como también el servicio suministrado desde un sistema trifásico conectado en estrella, empleando dos conductores activos y neutro.

Servicio trifásico 4 hilos estrella (3F-4H).- Se entiende por servicio trifásico 4 hilos estrella, el suministrado desde un transformador trifásico o un banco de transformadores monofásicos con embobinados secundarios conectados en estrella empleando los tres conductores activos y el neutro. (Es el sistema aplicado generalmente en la EEQSA).

Servicio trifásico 4 hilos triángulo.- Se entiende por servicio trifásico 4 hilos triángulo, el suministrado desde un banco de 2 o 3 transformadores monofásicos conectados en triángulo en el lado secundario, empleando los tres conductores secundarios activos y la derivación central del embobinado secundario (neutro) de uno de estos transformadores.

Tablero armario para medidores.- Es aquel tablero metálico, dividido en tres o más compartimientos, que contienen en cubículos separados el primero el disyuntor general y las barras de alimentación, el segundo los medidores y el cableado interior para las conexiones y el tercero los disyuntores.

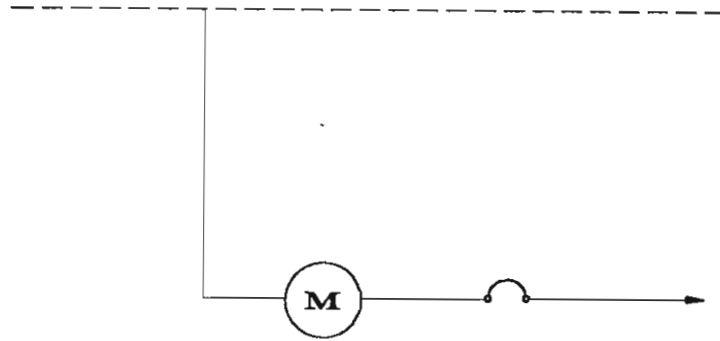
Tablero de medidor o cajón de medición.- Es aquel cajón de madera o de metal con fondo de madera, que contiene el equipo de medida, el disyuntor principal de las instalaciones del abonado y las protecciones.

Tablero de medidores (Cajón de medidores).- Es aquel tablero de madera o de metal con fondo de madera, que contiene la caja de distribución para derivar la alimentación a cada medidor, los equipos de medida, los disyuntores principales de las instalaciones de los abonados y las conexiones. (Se lo utiliza para atender a varios usuarios dentro de un mismo inmueble o propiedad).

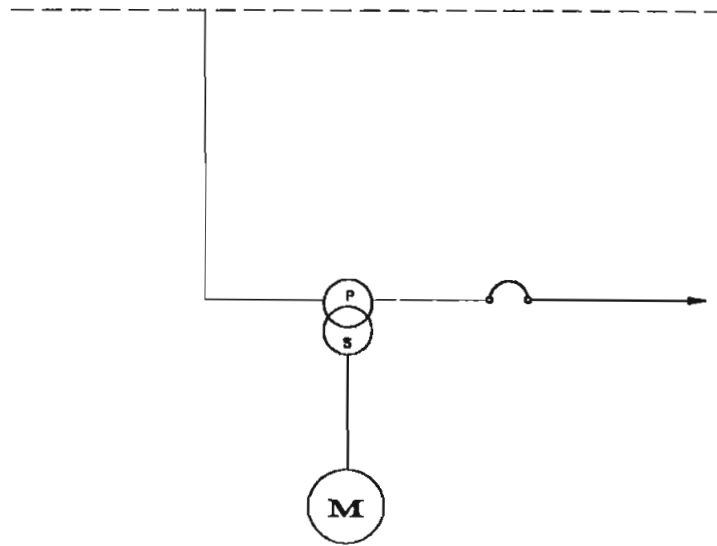
Usuario.- Ver cliente.

APENDICE B:

ESQUEMAS DE CONEXIONES TIPO DEL CONDUCTOR, EQUIPO DE CONTROL Y PROTECCION DE ACOMETIDAS



MEDICION DIRECTA

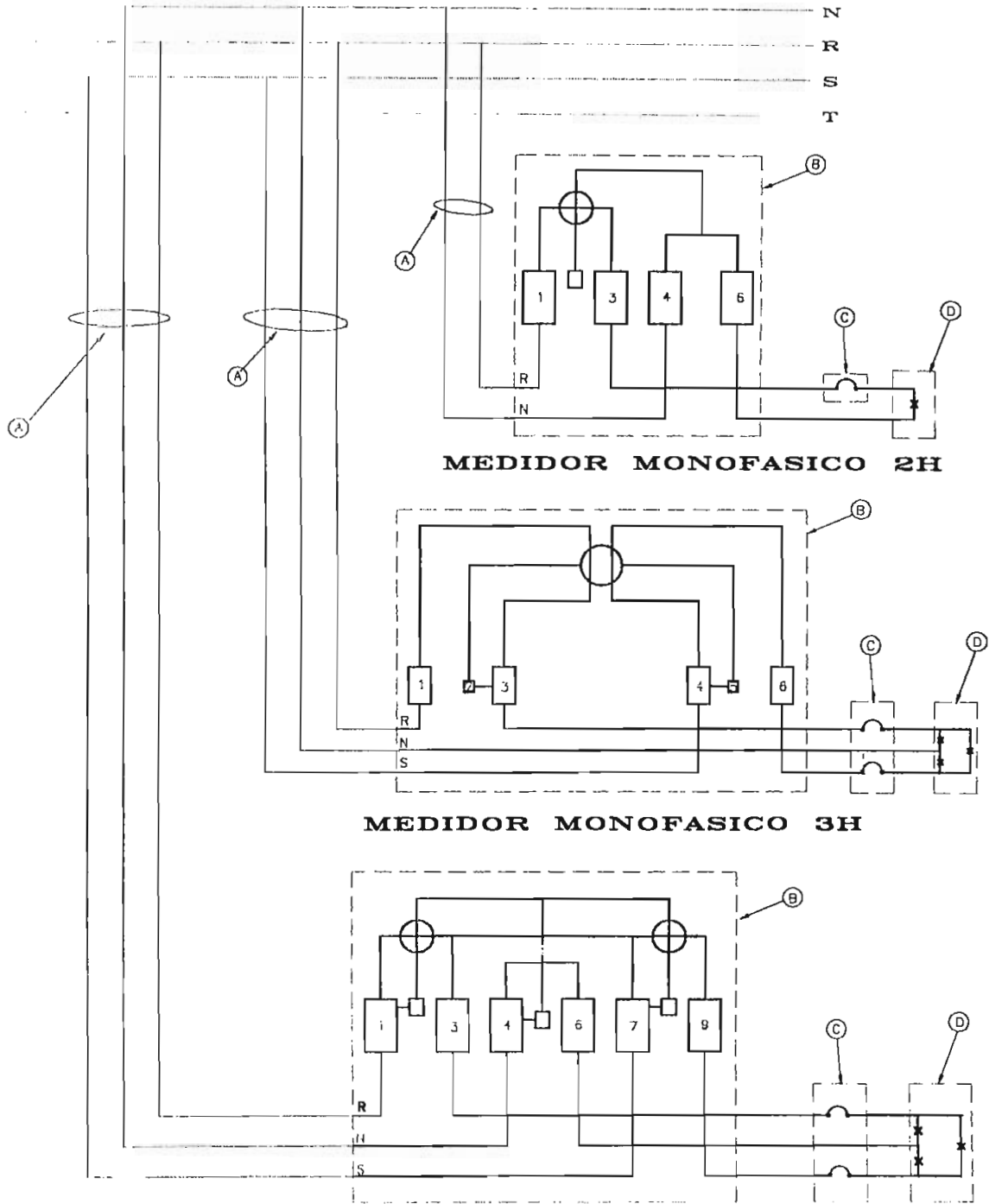


MEDICION INDIRECTA

SIMBOLOGIA:

- RED SECUNDARIA
- ACOMETIDA
- > HACIA EL CLIENTE
- DERIVACION SECUNDARIA DEL TRANSFORMADOR DE CORRIENTE PARA LA MEDICION
- ⊙ M MEDIDOR
- ⊗ P
⊗ S TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
- ⌒ PROTECCION

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		Facultad: INGENIERIA ELECTRICA	
APENDICE B	Escala: s/e	TESIS DE GRADO	
DIAGRAMA UNIFILAR DE SISTEMAS DE ACOMETIDAS	Rev: Ing. M. Barba	ALDO AGUAYO	Ref: B1 de B3
	Fecha: Junio 1998		Dibujo: A.A.L.

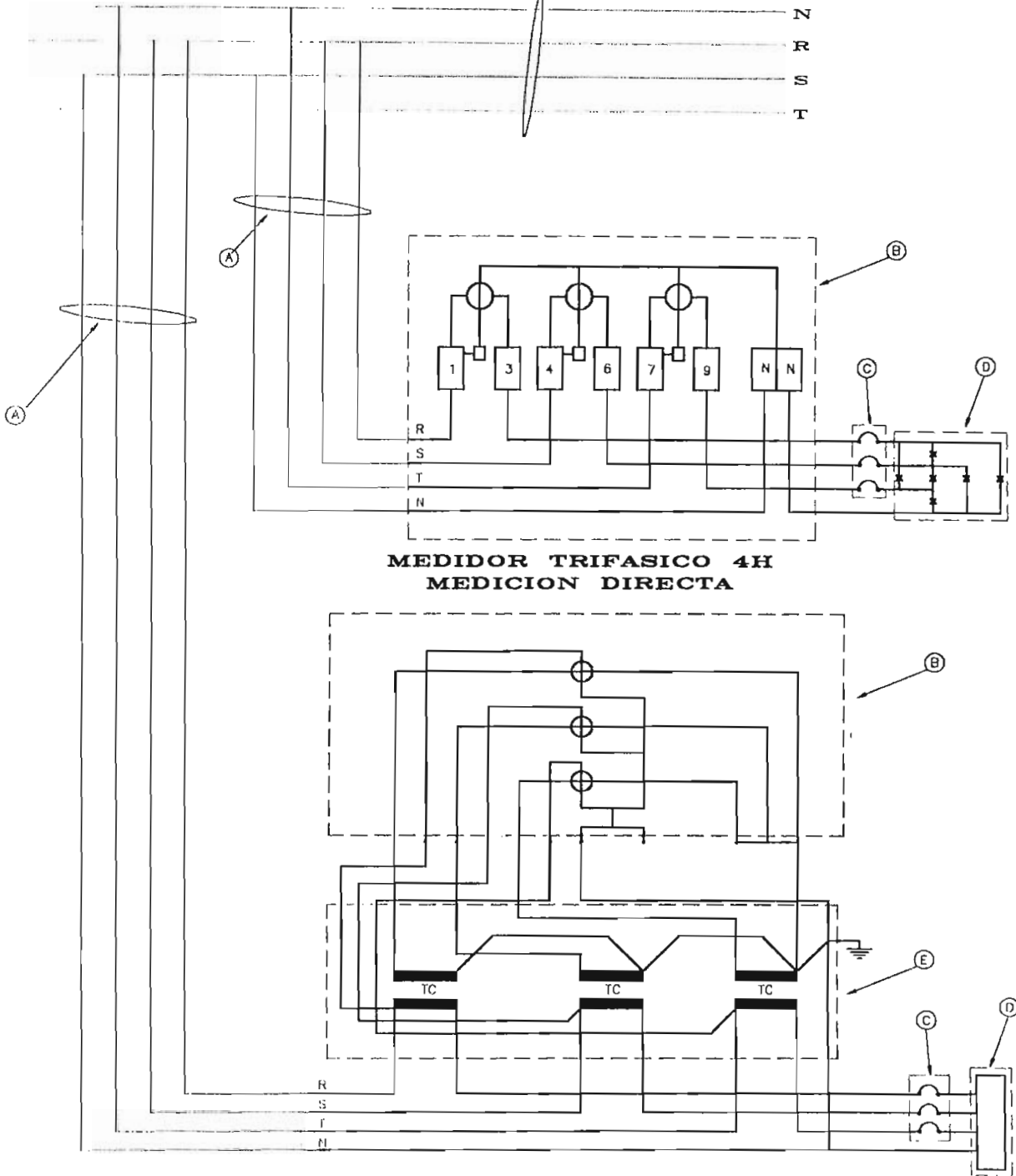


- (A) ACOMETIDA
- (B) MEDIDOR
- (C) PROTECCION
- (D) CARGA

MEDIDOR BIFASICO 3H

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		Facultad: INGENIERIA ELECTRICA	
APENDICE B		TESIS DE GRADO	
DIAGRAMA DE CONEXIONES PARA ACOMETIDA, MEDIDOR Y PROTECCION		ALDO AGUAYO	
Escala: n/e		Ref: B2 de B3	
Rev: Ing. M. Barba		Dibujo: A.A.L.	
Fecha: Junio 1996			

RED SECUNDARIA



**MEDIDOR TRIFASICO 4H
MEDICION DIRECTA**

**MEDIDOR TRIFASICO 4H
MEDICION INDIRECTA**

- (A) ACOMETIDA
- (B) MEDIDOR
- (C) PROTECCION
- (D) CARGA
- (E) TRANSFORMADORES DE CORRIENTE

ESCUOLA POLITECNICA NACIONAL		Facultad: INGENIERIA ELECTRICA	
APENDICE B	Escala: _ / _	TESIS DE GRADO	
DIAGRAMA DE CONEXIONES PARA ACOMETIDA, MEDIDOR Y PROTECCION	Rev: Ing. M. Barba	ALDO AGUAYO	Ref: B3 de B3
	Fecha: Junio 1996		Dibujo: A.A.L.

ANEXO 1:

**CALCULO DE LA DISTANCIA MEDIA GEOMETRICA PARA CONDUCTORES
TIPO SUCRE (MULTICONDUCTOR).**

CALCULO DE LAS DISTANCIA MEDIA GEOMETRICA PARA CONDUCTORES TIPO SUCRE

CONDUCTOR			ESPESOR DE AISLAM.	Dab	Dbd	DMG
CALIBRE	SECCION	DIAMETRO APROX.				
AWG	mm ²	mm	mm	mm	mm	mm
BIPOLARES						
2 X 18 Flex.	2 X 0,83	2 X 1,22	0,75	2,740	3,875	2,740
2 x 16 Flex.	2 X 1,3	2 X 1,52	0,76	3,040	4,299	3,040
2 x 14 Sol.	2 X 2,1	2 X 1,63	1,14	3,910	5,530	3,910
2 x 14 Flex.	2 X 2,1	2 X 1,98	1,14	4,260	6,025	4,260
2 x 12 Sol.	2 X 3,3	2 X 2,05	1,14	4,330	6,124	4,330
2 x 12 Flex.	2 X 3,3	2 X 2,57	1,14	4,850	6,859	4,850
2 x 10 Sol.	2 X 5,3	2 X 2,59	1,14	4,870	6,887	4,870
2 x 10 Flex.	2 X 5,3	2 X 3,20	1,14	5,480	7,750	5,480
2 x 8 Flex.	2 X 8,4	2 X 3,69	1,52	6,730	9,518	6,730
2 x 6 Flex.	2 X 13,3	2 X 4,65	1,52	7,690	10,875	7,690
2 x 4 Flex	2 X 21,1	2 X 5,88	1,52	8,920	12,615	8,920
2 x 2	2 X 33,6	2 X 7,41	1,52	10,450	14,779	10,450
2 x 1/0	2 X 53,5	2 X 9,45	2,03	13,510	19,106	13,510
2 x 2/0	2 X 67,4	2 X 10,63	2,03	14,690	20,775	14,690
2 x 3/0	2 X 85,0	2 X 11,95	2,03	16,010	22,642	16,010
2 x 4/0	2 X 107,2	2 X 13,40	2,03	17,460	24,692	17,460
TRIPOLARES						
3 X 18 Flex.	3 X 0,83	3 X 1,22	0,76	2,740	3,875	2,740
3 x 16 Flex.	3 X 1,3	3 X 1,52	0,76	3,040	4,299	3,040
3 x 14 Sol.	3 X 2,1	3X 1,63	1,14	3,910	5,530	3,910
3 x 14 Flex.	3 X 2,1	3 X 1,98	1,14	4,260	6,025	4,260
3 x 12 Sol.	3 X 3,3	3 X 2,05	1,14	4,330	6,124	4,330
3 x 12 Flex.	3 X 3,3	3 X 2,57	1,14	4,850	6,859	4,850
3 x 10 Sol.	3 X 5,3	3 X 2,59	1,14	4,870	6,887	4,870
3 x 10 Flex.	3 X 5,3	3 X 3,20	1,14	5,480	7,750	5,480
3 x 8 Flex.	3 X 8,4	3 X 3,69	1,52	6,730	9,518	6,730
3 x 6 Flex.	3 X 13,3	3 X 4,65	1,52	7,690	10,875	7,690
3 x 4 Flex	3 X 21,1	3 X 5,88	1,52	8,920	12,615	8,920
3 x 2	3 X 33,6	3 X 7,41	1,52	10,450	14,779	10,450
3 x 1/0	3 X 53,5	3 X 9,45	2,03	13,510	19,106	13,510
3 x 2/0	3 X 67,4	3 X 10,63	2,03	14,690	20,775	14,690
3 x 3/0	3 X 85,0	3 X 11,95	2,03	16,010	22,642	16,010
3 x 4/0	3 X 107,2	3 X 13,40	2,03	17,460	24,692	17,460
TETRAPOLARES						
4 X 18 Flex.	4 X 0,83	4 X 1,22	0,76	2,740	3,875	3,076
4 x 16 Flex.	4 X 1,3	4 X 1,52	0,76	3,040	4,299	3,412
4 x 14 Sol.	4 X 2,1	4 X 1,63	1,14	3,910	5,530	4,389
4 x 14 Flex.	4 X 2,1	4 X 1,98	1,14	4,260	6,025	4,782
4 x 12 Sol.	4 X 3,3	4 X 2,05	1,14	4,330	6,124	4,860
4 x 12 Flex.	4 X 3,3	4 X 2,57	1,14	4,850	6,859	5,444
4 x 10 Sol.	4 X 5,3	4 X 2,59	1,14	4,870	6,887	5,488
4 x 10 Flex.	4 X 5,3	4 X 3,20	1,14	5,480	7,750	6,151
4 x 8 Flex.	4 X 8,4	4 X 3,69	1,52	6,730	9,518	7,554
4 x 6 Flex.	4 X 13,3	4 X 4,65	1,52	7,690	10,875	8,632
4 x 4 Flex	4 X 21,1	4 X 5,88	1,52	8,920	12,615	10,012
4 x 2	4 X 33,6	4 X 7,41	1,52	10,450	14,779	11,730
4 x 1/0	4 X 53,5	4 X 9,45	2,03	13,510	19,106	15,164
4 x 2/0	4 X 67,4	4 X 10,63	2,03	14,690	20,775	16,489
4 x 3/0	4 X 85,0	4 X 11,95	2,03	16,010	22,642	17,971
4 x 4/0	4 X 107,2	4 X 13,40	2,03	17,460	24,692	19,598

* Para acometidas monofásicas 2H:

Dab = Dan

DMG = Dab

* Para acometidas monofásicas 3H y bifásicas:

Dab = Dan = Dbn

DMG = Dab

* Para acometidas trifásicas 4H:

Dab = Dbc = Dcn = Dan

Dac = Dbd = Dab*(2)^(0,5)

DMG = (Dab*2*Dbd)^(1/3)

Nota:

Dab = Dexterior + 2 Espesor de aislamiento

ANEXO 2:

**CALCULO DE RESISTENCIA Y REACTANCIA PARA CONDUCTORES TIPO
TTU Y SUCRE (MULTICONDUCTOR).**

CALCULO DE RESISTENCIA Y DE REACTANCIA PARA COBRE SEMIDURO PARA CONDUCTORES TIPO TTU

CALIBRE	CONDUCTOR		R D.C. 20 °C Ohmios / Km	R D.C. 70 °C Ohmios / Km	FACTOR DE CORRECCION RESISTENCIA D.C. A DE A.C.	R A.C. 70 °C Ohmios / Km	Xa a un pie 60 Hz Ohmios / Km	Xd 60 Hz Ohmios / Km	X = Xa + Xd 60 Hz Ohmios / Km	R / X
	SECCION	DIAMETRO APROX. mm								
AWG	mm ²	mm								
8 - 7 h.	8,4	3,69	2,100	2,512	1,000	2,512	0,409	-0,0666	0,343	7,3
6 - 7 h.	13,3	4,65	1,320	1,579	1,000	1,579	0,392	-0,0666	0,325	4,9
4 - 7 h.	21,1	5,88	0,830	0,993	1,000	0,993	0,374	-0,0666	0,308	3,2
2 - 7 h.	33,6	7,41	0,520	0,622	1,000	0,622	0,357	-0,0666	0,290	2,1
1/0 - 7 h.	53,5	9,36	0,330	0,395	1,000	0,395	0,339	-0,0666	0,272	1,4
2/0 - 7 h.	67,4	10,5	0,260	0,311	1,000	0,311	0,330	-0,0666	0,264	1,2
3/0 - 7 h.	85	11,79	0,210	0,251	1,000	0,251	0,322	-0,0666	0,255	1,0
4/0 - 7 h.	107,2	13,26	0,160	0,191	1,000	0,191	0,313	-0,0666	0,246	0,8
1/0 - 19 h.	53,5	9,45	0,330	0,395	1,000	0,395	0,335	-0,0666	0,268	1,5
2/0 - 19 h.	67,4	10,5	0,260	0,311	1,000	0,311	0,327	-0,0666	0,261	1,2
3/0 - 19 h.	85	11,95	0,210	0,251	1,000	0,251	0,317	-0,0666	0,251	1,0
4/0 - 19 h.	107,2	13,4	0,160	0,191	1,000	0,191	0,309	-0,0666	0,242	0,8
250 - 37 h.	126,6	14,62	0,140	0,167	1,005	0,168	0,301	-0,0666	0,235	0,7
300 - 37 h.	152	16	0,120	0,144	1,006	0,144	0,294	-0,0666	0,228	0,6
350 - 37 h.	177,4	17,3	0,100	0,120	1,009	0,121	0,289	-0,0666	0,222	0,5
400 - 37 h.	202,7	18,49	0,090	0,108	1,009	0,109	0,283	-0,0666	0,217	0,5
500 - 37 h.	253,4	20,65	0,070	0,084	1,018	0,085	0,275	-0,0666	0,209	0,4
600 - 61 h.	304	22,63	0,060	0,072	1,018	0,073	0,268	-0,0666	0,201	0,4
700 - 61 h.	354,7	24,48	0,050	0,060	1,018	0,061	0,262	-0,0666	0,195	0,3
750 - 61 h.	380	25,35	0,050	0,060	1,039	0,062	0,259	-0,0666	0,193	0,3
800 - 61 h.	405,4	26,17	0,040	0,048	1,039	0,050	0,257	-0,0666	0,190	0,3
1000 - 61 h.	506,7	29,26	0,030	0,036	1,067	0,038	0,248	-0,0666	0,182	0,2

Factor de multiplicación de las resistencias debido al aumento de temperatura:

* 1,196 para pasar de 20 a 70 °C

**CALCULO DE RESISTENCIA Y DE REACTANCIA PARA COBRE SEMIDURO
PARA CONDUCTORES TIPO SUCRE**

CONDUCTOR			DIAMETRO EXTERIOR APROX. mm	RESISTENCIA	RESISTENCIA	FACTOR DE CORRECCION RESISTENCIA D.C. A DE A.C.	RESISTENCIA	Xa	Xd	X	R / X
CALIBRE	SECCION	DIAMETRO APROX. mm		D.C. 20 °C Ohmios / Km	D.C. 70 °C Ohmios / Km		A.C. 70 °C Ohmios / Km	a un pie 60 Hz Ohmios / Km	60 Hz Ohmios / Km	Xa + Xd 60 Hz Ohmios / Km	
AWVG	mm²	mm	mm	Ohmios / Km	Ohmios / Km	D.C. A DE A.C.	Ohmios / Km	Ohmios / Km	Ohmios / Km	Ohmios / Km	
BIPOLARES											
2 X 18 Flex.	2 X 0,83	2 X 1,22	7,8	15,158	18,129	1,00	18,129	0,489	-0,3553	0,134	135,1
2 x 16 Flex.	2 X 1,3	2 X 1,52	8,4	9,765	11,679	1,00	11,679	0,473	-0,3475	0,125	93,1
2 x 14 Sol.	2 X 2,1	2 X 1,63	10,1	8,492	10,156	1,00	10,156	0,468	-0,3285	0,139	73,0
2 x 14 Flex.	2 X 2,1	2 X 1,98	10,8	8,492	10,156	1,00	10,156	0,453	-0,3220	0,131	77,6
2 x 12 Sol.	2 X 3,3	2 X 2,05	11	5,330	6,375	1,00	6,375	0,450	-0,3208	0,130	49,2
2 x 12 Flex.	2 X 3,3	2 X 2,57	12	5,330	6,375	1,00	6,375	0,433	-0,3122	0,121	52,7
2 x 10 Sol.	2 X 5,3	2 X 2,59	13	3,360	4,019	1,00	4,019	0,433	-0,3119	0,121	33,3
2 x 10 Flex.	2 X 5,3	2 X 3,20	14,2	3,360	4,019	1,00	4,019	0,417	-0,3030	0,114	35,3
2 x 8 Flex.	2 X 8,4	2 X 3,69	17,5	2,151	2,573	1,00	2,573	0,409	-0,2875	0,122	21,1
2 x 6 Flex.	2 X 13,3	2 X 4,65	19,4	1,354	1,619	1,00	1,619	0,392	-0,2775	0,114	14,2
2 x 4 Flex.	2 X 21,1	2 X 5,88	22,9	0,851	1,018	1,00	1,018	0,374	-0,2663	0,108	9,4
2 x 2	2 X 33,6	2 X 7,41	25,96	0,536	0,641	1,01	0,647	0,357	-0,2544	0,102	6,3
2 x 1/0	2 X 53,5	2 X 9,45	32,08	0,337	0,403	1,02	0,411	0,338	-0,2350	0,103	4,0
2 x 2/0	2 X 67,4	2 X 10,63	34,44	0,267	0,319	1,03	0,329	0,329	-0,2287	0,101	3,3
2 x 3/0	2 X 85,0	2 X 11,95	37,08	0,212	0,254	1,04	0,264	0,317	-0,2222	0,095	2,8
2 x 4/0	2 X 107,2	2 X 13,40	39,98	0,168	0,201	1,05	0,211	0,309	-0,2156	0,093	2,3
TRIPOLARES											
3 X 18 Flex.	3 X 0,83	3 X 1,22	8,2	15,158	18,129	1,00	18,129	0,489	-0,3553	0,134	135,1
3 x 16 Flex.	3 X 1,3	3 X 1,52	8,8	9,765	11,679	1,00	11,679	0,473	-0,3475	0,125	93,1
3 x 14 Sol.	3 X 2,1	3 X 1,63	10,7	8,492	10,156	1,00	10,156	0,468	-0,3285	0,139	73,0
3 x 14 Flex.	3 X 2,1	3 X 1,98	11,4	8,492	10,156	1,00	10,156	0,453	-0,3220	0,131	77,6
3 x 12 Sol.	3 X 3,3	3 X 2,05	11,6	5,330	6,375	1,00	6,375	0,450	-0,3208	0,130	49,2
3 x 12 Flex.	3 X 3,3	3 X 2,57	12,7	5,330	6,375	1,00	6,375	0,433	-0,3122	0,121	52,7
3 x 10 Sol.	3 X 5,3	3 X 2,59	13,8	3,360	4,019	1,00	4,019	0,433	-0,3119	0,121	33,3
3 x 10 Flex.	3 X 5,3	3 X 3,20	15,9	3,360	4,019	1,00	4,019	0,417	-0,3030	0,114	35,3
3 x 8 Flex.	3 X 8,4	3 X 3,69	18,5	2,151	2,573	1,00	2,573	0,409	-0,2875	0,122	21,1
3 x 6 Flex.	3 X 13,3	3 X 4,65	20,6	1,354	1,619	1,00	1,619	0,392	-0,2775	0,114	14,2
3 x 4 Flex.	3 X 21,1	3 X 5,88	24,3	0,851	1,018	1,00	1,018	0,374	-0,2663	0,108	9,4
3 x 2	3 X 33,6	3 X 7,41	27,58	0,536	0,641	1,01	0,647	0,357	-0,2544	0,102	6,3
3 x 1/0	3 X 53,5	3 X 9,45	34,17	0,337	0,403	1,02	0,411	0,338	-0,2350	0,103	4,0
3 x 2/0	3 X 67,4	3 X 10,63	36,71	0,267	0,319	1,03	0,329	0,329	-0,2287	0,101	3,3
3 x 3/0	3 X 85,0	3 X 11,95	39,56	0,212	0,254	1,04	0,264	0,317	-0,2222	0,095	2,8
3 x 4/0	3 X 107,2	3 X 13,40	44,2	0,168	0,201	1,05	0,211	0,309	-0,2156	0,093	2,3
TETRAPOLARES											
4 X 18 Flex.	4 X 0,83	4 X 1,22	8,9	15,158	18,129	1,00	18,129	0,489	-0,3466	0,143	126,9
4 x 16 Flex.	4 X 1,3	4 X 1,52	9,6	9,765	11,679	1,00	11,679	0,473	-0,3387	0,134	87,1
4 x 14 Sol.	4 X 2,1	4 X 1,63	11,7	8,492	10,156	1,00	10,156	0,468	-0,3198	0,148	68,7
4 x 14 Flex.	4 X 2,1	4 X 1,98	12,6	8,492	10,156	1,00	10,156	0,453	-0,3133	0,140	72,7
4 x 12 Sol.	4 X 3,3	4 X 2,05	12,7	5,330	6,375	1,00	6,375	0,450	-0,3121	0,138	46,1
4 x 12 Flex.	4 X 3,3	4 X 2,57	14,8	5,330	6,375	1,00	6,375	0,433	-0,3035	0,130	49,1
4 x 10 Sol.	4 X 5,3	4 X 2,59	15,8	3,360	4,019	1,00	4,019	0,433	-0,3032	0,129	31,0
4 x 10 Flex.	4 X 5,3	4 X 3,20	17,3	3,360	4,019	1,00	4,019	0,417	-0,2943	0,122	32,8
4 x 8 Flex.	4 X 8,4	4 X 3,69	20,3	2,151	2,573	1,00	2,573	0,409	-0,2788	0,130	19,7
4 x 6 Flex.	4 X 13,3	4 X 4,65	23,6	1,354	1,619	1,00	1,619	0,392	-0,2688	0,123	13,2
4 x 4 Flex.	4 X 21,1	4 X 5,88	26,6	0,851	1,018	1,00	1,018	0,374	-0,2576	0,117	8,7
4 x 2	4 X 33,6	4 X 7,41	30,29	0,536	0,641	1,01	0,647	0,357	-0,2456	0,111	5,8
4 x 1/0	4 X 53,5	4 X 9,45	37,68	0,337	0,403	1,02	0,411	0,338	-0,2283	0,112	3,7
4 x 2/0	4 X 67,4	4 X 10,63	40,52	0,267	0,319	1,03	0,329	0,329	-0,2200	0,110	3,0
4 x 3/0	4 X 85,0	4 X 11,95	45,23	0,212	0,254	1,04	0,264	0,317	-0,2135	0,104	2,5
4 x 4/0	4 X 107,2	4 X 13,40	48,73	0,168	0,201	1,05	0,211	0,309	-0,2069	0,102	2,1

Factor de multiplicacion de las resistencias debido al aumento de temperatura:

* 1,196 para pasar de 20 a 70 °C

ANEXO 3:

**CALCULO DE LOS KVA-m PARA CONDUCTORES TIPO TTU Y SUCRE
(MULTICONDUCTOR).**

**KVA-M PARA 1% DE CAIDA DE TENSION DE COBRE
SEMIDURO PARA CONDUCTOR TIPO TTU**

fp = 0,9

CALIBRE	CONDUCTOR		R A.C. 70 °C Ohmios / Km	X = Xa + Xd (60 Hz) Ohmios / Km	CAPACIDAD Amp.	KVA-M			
	SECCION mm ²	DIAMETRO APROX. mm				120	120/240	120/208	120/208
						1 Ø 2 HILOS	3 HILOS	3 HILOS	4 HILOS
AWG	mm ²	mm	Ohmios / Km	Ohmios / Km	Amp.	1 Ø 2 HILOS	3 HILOS	3 HILOS	4 HILOS
8 - 7 h.	8,4	3,69	2,512	0,343	50	30	120	60	179
6 - 7 h.	13,3	4,65	1,579	0,325	65	46	184	92	276
4 - 7 h.	21,1	5,88	0,993	0,308	85	70	280	140	420
2 - 7 h.	33,6	7,41	0,622	0,290	115	105	420	210	630
1/0 - 7 h.	53,5	9,36	0,395	0,272	150	152	608	304	911
2/0 - 7 h.	67,4	10,5	0,311	0,264	175	182	729	365	1.094
3/0 - 7 h.	85	11,79	0,251	0,255	200	214	854	427	1.281
4/0 - 7 h.	107,2	13,26	0,191	0,246	230	258	1.030	515	1.545
1/0 - 19 h.	53,5	9,45	0,395	0,268	150	152	610	305	915
2/0 - 19 h.	67,4	10,5	0,311	0,261	175	183	732	366	1.098
3/0 - 19 h.	85	11,95	0,251	0,251	200	215	859	429	1.288
4/0 - 19 h.	107,2	13,4	0,191	0,242	230	259	1.037	518	1.555
250 - 37 h.	126,6	14,62	0,168	0,235	255	284	1.135	568	1.703
300 - 37 h.	152	16	0,144	0,228	285	314	1.256	628	1.885
350 - 37 h.	177,4	17,3	0,121	0,222	310	351	1.403	701	2.104
400 - 37 h.	202,7	18,49	0,109	0,217	335	374	1.498	749	2.247
500 - 37 h.	253,4	20,65	0,085	0,209	380	430	1.718	859	2.577
600 - 61 h.	304	22,63	0,073	0,201	420	469	1.877	938	2.815
700 - 61 h.	354,7	24,48	0,061	0,195	460	515	2.058	1.029	3.087
750 - 61 h.	380	25,35	0,062	0,193	475	515	2.058	1.029	3.088
800 - 61 h.	405,4	26,17	0,050	0,190	490	564	2.256	1.128	3.383
1000 - 61 h.	506,7	29,26	0,038	0,182	545	633	2.532	1.266	3.798

**CALCULO DE LOS KVA-M PARA COBRE SEMIDURO
PARA CONDUCTOR TIPO SUCRE**

fp = 0,9

CONDUCTOR			R A.C. 70 °C Ohmios / Km	X = Xa + Xd (60 Hz) Ohmios / Km	CAPACIDAD Amp.	KVA-M
CALIBRE	SECCION	DIAMETRO APROX.				120
AWG	mm ²	mm				1 Ø
MONOFASICAS 2H						
2 X 18 Flex.	2 X 0,83	2 X 1,22	18,129	0,134	10	4,40
2 x 16 Flex.	2 X 1,3	2 X 1,52	11,679	0,125	13	6,81
2 x 14 Sol.	2 X 2,1	2 X 1,63	10,156	0,139	18	7,82
2 x 14 Flex.	2 X 2,1	2 X 1,98	10,156	0,131	18	7,83
2 x 12 Sol.	2 X 3,3	2 X 2,05	6,375	0,130	25	12,43
2 x 12 Flex.	2 X 3,3	2 X 2,57	6,375	0,121	25	12,44
2 x 10 Sol.	2 X 5,3	2 X 2,59	4,019	0,121	30	19,62
2 x 10 Flex.	2 X 5,3	2 X 3,20	4,019	0,114	30	19,64
2 x 8 Flex.	2 X 8,4	2 X 3,69	2,573	0,122	40	30,40
2 x 6 Flex.	2 X 13,3	2 X 4,65	1,619	0,114	55	47,77
2 x 4 Flex.	2 X 21,1	2 X 5,88	1,018	0,108	70	74,76
2 x 2	2 X 33,6	2 X 7,41	0,647	0,102	95	114,77
2 x 1/0	2 X 53,5	2 X 9,45	0,411	0,103	125	173,47
2 x 2/0	2 X 67,4	2 X 10,63	0,329	0,101	145	211,79
2 x 3/0	2 X 85,0	2 X 11,95	0,264	0,095	165	258,22
2 x 4/0	2 X 107,2	2 X 13,40	0,211	0,093	195	312,41
CONDUCTOR			R A.C. 70 °C Ohmios / Km	X = Xa + Xd (60 Hz) Ohmios / Km	CAPACIDAD Amp.	KVA-M
CALIBRE	SECCION	DIAMETRO APROX.				120/240
AWG	mm ²	mm				1 Ø
MONOFASICAS 3H						
3 X 18 Flex.	3 X 0,83	3 X 1,22	18,129	0,134	7	17,59
3 x 16 Flex.	3 X 1,3	3 X 1,52	11,679	0,125	10	27,26
3 x 14 Sol.	3 X 2,1	3 X 1,63	10,156	0,139	15	31,30
3 x 14 Flex.	3 X 2,1	3 X 1,98	10,156	0,131	15	31,31
3 x 12 Sol.	3 X 3,3	3 X 2,05	6,375	0,130	20	49,71
3 x 12 Flex.	3 X 3,3	3 X 2,57	6,375	0,121	20	49,74
3 x 10 Sol.	3 X 5,3	3 X 2,59	4,019	0,121	25	78,49
3 x 10 Flex.	3 X 5,3	3 X 3,20	4,019	0,114	25	78,55
3 x 8 Flex.	3 X 8,4	3 X 3,69	2,573	0,122	35	121,60
3 x 6 Flex.	3 X 13,3	3 X 4,65	1,619	0,114	45	191,07
3 x 4 Flex.	3 X 21,1	3 X 5,88	1,018	0,108	60	299,06
3 x 2	3 X 33,6	3 X 7,41	0,647	0,102	80	459,09
3 x 1/0	3 X 53,5	3 X 9,45	0,411	0,103	105	693,88
3 x 2/0	3 X 67,4	3 X 10,63	0,329	0,101	120	847,15
3 x 3/0	3 X 85,0	3 X 11,95	0,264	0,095	135	1032,89
3 x 4/0	3 X 107,2	3 X 13,40	0,211	0,093	160	1249,64

**CALCULO DE LOS KVA-M PARA COBRE SEMIDURO
PARA CONDUCTOR TIPO SUCRE**

fp = 0,9

CONDUCTOR			R A.C. 70 °C	X = Xa + Xd (60 Hz)	CAPACIDAD Amp.	KVA-M
CALIBRE	SECCION	DIAMETRO APROX.				120/208
AWG	mm ²	mm	Ohmios / Km	Ohmios / Km	Amp.	2 Ø 3 HILOS
BIFASICAS 3H						
3 X 18 Flex.	3 X 0,83	3 X 1,22	18,129	0,134	7	8,79
3 x 16 Flex.	3 X 1,3	3 X 1,52	11,679	0,125	10	13,63
3 x 14 Sol.	3 X 2,1	3X 1,63	10,156	0,139	15	15,65
3 x 14 Flex.	3 X 2,1	3 X 1,98	10,156	0,131	15	15,66
3 x 12 Sol.	3 X 3,3	3 X 2,05	6,375	0,130	20	24,85
3 x 12 Flex.	3 X 3,3	3 X 2,57	6,375	0,121	20	24,87
3 x 10 Sol.	3 X 5,3	3 X 2,59	4,019	0,121	25	39,24
3 x 10 Flex.	3 X 5,3	3 X 3,20	4,019	0,114	25	39,28
3 x 8 Flex.	3 X 8,4	3 X 3,69	2,573	0,122	35	60,80
3 x 6 Flex.	3 X 13,3	3 X 4,65	1,619	0,114	45	95,54
3 x 4 Flex.	3 X 21,1	3 X 5,88	1,018	0,108	60	149,53
3 x 2	3 X 33,6	3 X 7,41	0,647	0,102	80	229,55
3 x 1/0	3 X 53,5	3 X 9,45	0,411	0,103	105	346,94
3 x 2/0	3 X 67,4	3 X 10,63	0,329	0,101	120	423,58
3 x 3/0	3 X 85,0	3 X 11,95	0,264	0,095	135	516,45
3 x 4/0	3 X 107,2	3 X 13,40	0,211	0,093	160	624,82
CONDUCTOR						
CALIBRE	SECCION	DIAMETRO APROX.	R A.C. 70 °C	X = Xa + Xd (60 Hz)	CAPACIDAD Amp.	KVA-M
AWG	mm ²	mm	Ohmios / Km	Ohmios / Km	Amp.	120/210 3 Ø 4 HILOS
TRIFASICAS 4H						
4 X 18 Flex.	4 X 0,83	4 X 1,22	18,129	0,143	6	26,38
4 x 16 Flex.	4 X 1,3	4 X 1,52	11,679	0,134	8	40,87
4 x 14 Sol.	4 X 2,1	4 X 1,63	10,156	0,148	12	46,93
4 x 14 Flex.	4 X 2,1	4 X 1,98	10,156	0,140	12	46,95
4 x 12 Sol.	4 X 3,3	4 X 2,05	6,375	0,138	16	74,52
4 x 12 Flex.	4 X 3,3	4 X 2,57	6,375	0,130	16	74,58
4 x 10 Sol.	4 X 5,3	4 X 2,59	4,019	0,129	20	117,61
4 x 10 Flex.	4 X 5,3	4 X 3,20	4,019	0,122	20	117,71
4 x 8 Flex.	4 X 8,4	4 X 3,69	2,573	0,130	28	182,11
4 x 6 Flex.	4 X 13,3	4 X 4,65	1,619	0,123	36	285,89
4 x 4 Flex.	4 X 21,1	4 X 5,88	1,018	0,117	48	446,83
4 x 2	4 X 33,6	4 X 7,41	0,647	0,111	65	684,49
4 x 1/0	4 X 53,5	4 X 9,45	0,411	0,112	82	1031,38
4 x 2/0	4 X 67,4	4 X 10,63	0,329	0,110	99	1256,69
4 x 3/0	4 X 85,0	4 X 11,95	0,264	0,104	116	1528,52
4 x 4/0	4 X 107,2	4 X 13,40	0,211	0,102	133	1844,08

ANEXO 4:

**CALCULO DELPORCENTAJE REAL DE CAIDA DE VOLTAJE PARA
CONDUCTORES TIPO TTU Y SUCRE (MULTICONDUCTOR).**

CALCULO DE CAIDAS DE VOLTAJE EN FUNCION DE LA CARGA Y LONGITUD, PARA CONDUCTORES TIPO TTU

MAXIMO: 2.0 % DE CAIDA DE TENSION. KV = 0.24

CARGA KVA	CAPACIDAD A	% DEL LIMITE TERMICO	CONDUC.	EN FUNCION DE CARGA, LONGITUD Y TIPO DE CONDUCTOR													
				MONOFASICAS 3H													
				10	20	30	40	50	70	100							
6.00	80	50	6-7h	0.50	1.00	1.51	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
10.20	80	85	6-7h	0.85	1.71	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
12.00	80	100	6-7h	1.00	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
7.80	86	50	6-7h	0.42	0.85	1.27	1.63	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
12.00	86	77	6-7h	0.65	1.30	1.95	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
15.60	86	100	6-7h	0.85	1.69	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
10.20	86	50	4-7h	0.36	0.73	1.09	1.46	1.82	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
15.60	86	76	4-7h	0.56	1.11	1.67	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
20.40	86	100	4-7h	0.73	1.46	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
13.80	116	50	2-7h	0.33	0.66	0.98	1.32	1.64	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
20.40	116	74	2-7h	0.49	0.97	1.46	1.94	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
27.60	116	100	2-7h	0.66	1.32	1.97	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
18.00	180	50	10-19h	0.30	0.59	0.89	1.18	1.48	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
27.60	180	77	10-19h	0.45	0.91	1.36	1.81	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
36.00	180	100	10-19h	0.60	1.18	1.77	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
21.00	176	50	20-19h	0.29	0.57	0.86	1.15	1.43	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
36.00	176	86	20-19h	0.49	0.98	1.48	1.97	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
42.00	176	100	20-19h	0.67	1.35	1.72	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
24.00	200	50	30-19h	0.26	0.52	0.78	1.04	1.30	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
42.00	200	86	30-19h	0.49	0.98	1.47	1.96	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
48.00	200	100	30-19h	0.66	1.32	1.89	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
27.60	200	50	40-19h	0.27	0.53	0.80	1.06	1.33	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
48.00	200	87	40-19h	0.46	0.93	1.38	1.86	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
65.20	200	100	40-19h	0.63	1.26	1.80	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
30.60	286	50	260-37h	0.27	0.54	0.81	1.08	1.35	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
65.20	286	80	260-37h	0.49	0.97	1.46	1.95	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
81.20	286	100	260-37h	0.64	1.28	1.82	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
34.20	310	50	300-37h	0.27	0.53	0.80	1.06	1.32	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
65.20	310	80	300-37h	0.46	0.93	1.46	1.95	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
81.20	310	100	300-37h	0.64	1.28	1.82	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
58.40	310	50	400-37h	0.27	0.54	0.81	1.08	1.35	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
65.20	310	80	400-37h	0.49	0.97	1.46	1.95	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
81.20	310	100	400-37h	0.64	1.28	1.82	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
58.40	400	50	360-37h	0.27	0.53	0.80	1.06	1.32	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
65.20	400	80	360-37h	0.49	0.98	1.46	1.95	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
81.20	400	100	360-37h	0.64	1.28	1.82	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
74.40	400	50	400-37h	0.27	0.54	0.81	1.08	1.35	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
81.20	400	80	400-37h	0.47	0.94	1.41	1.87	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
80.40	400	100	400-37h	0.64	1.28	1.82	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
45.60	400	50	500-37h	0.27	0.53	0.80	1.06	1.32	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
80.40	400	85	500-37h	0.47	0.93	1.40	1.87	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
91.20	400	100	500-37h	0.63	1.26	1.80	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
50.40	420	50	600-61h	0.27	0.54	0.81	1.08	1.34	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
91.20	420	80	600-61h	0.49	0.97	1.46	1.95	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
100.80	420	100	600-61h	0.64	1.27	1.81	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
55.20	440	50	700-61h	0.27	0.54	0.81	1.08	1.34	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
100.80	440	80	700-61h	0.49	0.98	1.47	1.96	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
110.40	440	100	700-61h	0.64	1.28	1.81	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
57.00	478	50	760-61h	0.28	0.56	0.83	1.11	1.38	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
110.40	478	87	760-61h	0.48	0.97	1.46	1.95	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
114.00	480	100	760-61h	0.64	1.28	1.81	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
58.80	480	50	800-61h	0.28	0.56	0.83	1.11	1.38	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
114.00	480	87	800-61h	0.48	0.97	1.46	1.95	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
117.60	480	100	800-61h	0.64	1.28	1.81	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
85.40	646	50	1000-61h	0.28	0.56	0.83	1.11	1.39	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
117.60	646	80	1000-61h	0.46	0.93	1.39	1.86	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.
130.60	646	100	1000-61h	0.62	1.23	1.80	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.	NO CUMPL.

CALCULO DE CAIDAS DE VOLTAJE EN FUNCION DE LA CARGA Y LONGITUD, DE LOS CONDUCTORES TIPO SUCRE

CARGA KVA	CAPACIDAD A	% DEL LIMITE TERMICO	%ΔV	EN FUNCION DE CARGA. LONGITUD Y TIPO DE CONDUCTOR											
				2 % DE CAIDA DE TENSION											
				10	20	30	40	50	70	100					
				MONOFASICAS 2H											
0.60		50	% DEL LIM. TERMICO	1.36	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
1.02	10	85	% DEL LIM. TERMICO	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
1.20		100	% DEL LIM. TERMICO	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
0.78		50	% DEL LIM. TERMICO	1.14	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
1.20	13	77	% DEL LIM. TERMICO	1.76	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
1.56		100	% DEL LIM. TERMICO	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
1.08		50	% DEL LIM. TERMICO	1.38	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
1.56	18	72	% DEL LIM. TERMICO	1.99	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
2.16		100	% DEL LIM. TERMICO	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
1.50		50	% DEL LIM. TERMICO	1.21	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
2.16	25	72	% DEL LIM. TERMICO	1.74	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
3.00		100	% DEL LIM. TERMICO	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
1.80		50	% DEL LIM. TERMICO	0.92	1.83	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
3.00	30	83	% DEL LIM. TERMICO	1.53	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
3.60		100	% DEL LIM. TERMICO	1.83	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
2.40		50	% DEL LIM. TERMICO	0.79	1.58	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
3.60	40	75	% DEL LIM. TERMICO	1.18	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
4.80		100	% DEL LIM. TERMICO	1.58	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
3.30		50	% DEL LIM. TERMICO	0.69	1.38	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
4.80	55	73	% DEL LIM. TERMICO	1.00	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
6.60		100	% DEL LIM. TERMICO	1.38	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
4.20		50	% DEL LIM. TERMICO	0.96	1.12	1.69	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
6.60	70	79	% DEL LIM. TERMICO	0.88	1.77	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
8.40		100	% DEL LIM. TERMICO	1.12	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
5.70		50	% DEL LIM. TERMICO	0.50	0.99	1.49	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
8.40	95	74	% DEL LIM. TERMICO	0.73	1.46	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
11.40		100	% DEL LIM. TERMICO	0.99	1.99	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
7.50		50	% DEL LIM. TERMICO	0.43	0.86	1.30	1.73	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
11.40	125	76	% DEL LIM. TERMICO	0.66	1.31	1.97	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
15.00		100	% DEL LIM. TERMICO	0.86	1.73	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
8.70		50	% DEL LIM. TERMICO	0.41	0.82	1.23	1.64	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
15.00	145	86	% DEL LIM. TERMICO	0.71	1.42	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
17.40		100	% DEL LIM. TERMICO	0.82	1.64	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
9.90		50	% DEL LIM. TERMICO	0.38	0.77	1.15	1.53	1.92	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
17.40	165	88	% DEL LIM. TERMICO	0.67	1.35	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
19.80		100	% DEL LIM. TERMICO	0.77	1.53	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
11.70		50	% DEL LIM. TERMICO	0.37	0.75	1.12	1.50	1.87	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
19.80	195	85	% DEL LIM. TERMICO	0.63	1.27	1.90	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
23.40		100	% DEL LIM. TERMICO	0.75	1.50	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.

CALCULO DE CAIDAS DE VOLTAJE EN FUNCION DE LA CARGA Y LONGITUD, DE LOS CONDUCTORES TIPO SUCRE

MAXIMO: 2 % DE CAIDA DE TENSION KV ft 0.12

CARGA KVA	CAPACIDAD A	% DEL LIMITE TERMICO	%ΔV CONDUCC.	EN FUNCION DE CARGA, LONGITUD Y TIPO DE CONDUCTOR										
				10 m.	20 m.	30 m.	40 m.	50 m.	70 m.	100 m.				
MONOFASICAS 3H														
0.84		50 % DEL LIM. TERMICO	3 x 18	0.48	0.96	1.43	1.91	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
1.43	7	85 % DEL LIM. TERMICO		0.81	1.62	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
1.68		100 % DEL LIM. TERMICO		0.96	1.91	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
1.20		50 % DEL LIM. TERMICO	3 x 16	0.44	0.88	1.32	1.76	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
1.68	10	70 % DEL LIM. TERMICO		0.62	1.23	1.85	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
2.40		100 % DEL LIM. TERMICO		0.88	1.76	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
1.80		50 % DEL LIM. TERMICO	3 x 14	0.57	1.15	1.72	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
2.40	15	67 % DEL LIM. TERMICO		0.77	1.53	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
3.60		100 % DEL LIM. TERMICO		1.15	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
2.40		50 % DEL LIM. TERMICO		0.48	0.96	1.45	1.93	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
3.60	20	75 % DEL LIM. TERMICO	3 x 12	0.72	1.45	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
4.80		100 % DEL LIM. TERMICO		0.96	1.93	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
3.00		50 % DEL LIM. TERMICO	3 x 10	0.38	0.76	1.15	1.53	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
4.80	25	87 % DEL LIM. TERMICO		0.61	1.22	1.83	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
6.00		100 % DEL LIM. TERMICO		0.76	1.53	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
4.20		50 % DEL LIM. TERMICO	3 x 8	0.35	0.69	1.04	1.38	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
6.00	35	71 % DEL LIM. TERMICO		0.49	0.99	1.48	1.97	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
8.40		100 % DEL LIM. TERMICO		0.69	1.38	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
5.40		50 % DEL LIM. TERMICO	3 x 6	0.28	0.57	0.85	1.13	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
8.40	45	78 % DEL LIM. TERMICO		0.44	0.88	1.32	1.76	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
10.80		100 % DEL LIM. TERMICO		0.57	1.13	1.70	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
7.20		50 % DEL LIM. TERMICO	3 x 4	0.24	0.48	0.72	0.96	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
10.80	60	75 % DEL LIM. TERMICO		0.36	0.72	1.08	1.44	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
14.40		100 % DEL LIM. TERMICO		0.48	0.96	1.44	1.93	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
9.60		50 % DEL LIM. TERMICO	3 x 2	0.21	0.42	0.63	0.84	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
14.40	80	75 % DEL LIM. TERMICO		0.31	0.63	0.94	1.25	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
19.20		100 % DEL LIM. TERMICO		0.42	0.84	1.25	1.67	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
12.60		50 % DEL LIM. TERMICO	3 x 10	0.18	0.36	0.54	0.73	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
19.20	105	76 % DEL LIM. TERMICO		0.28	0.55	0.83	1.11	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
25.20		100 % DEL LIM. TERMICO		0.36	0.73	1.09	1.45	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
14.40		50 % DEL LIM. TERMICO	3 x 20	0.17	0.34	0.51	0.68	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
25.20	120	88 % DEL LIM. TERMICO		0.30	0.59	0.89	1.19	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
28.80		100 % DEL LIM. TERMICO		0.34	0.68	1.02	1.36	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
16.20		50 % DEL LIM. TERMICO	3 x 30	0.16	0.31	0.47	0.63	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
28.80	135	89 % DEL LIM. TERMICO		0.28	0.56	0.84	1.12	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
32.40		100 % DEL LIM. TERMICO		0.31	0.63	0.94	1.25	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
19.20		50 % DEL LIM. TERMICO	3 x 40	0.15	0.31	0.46	0.61	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
32.40	160	84 % DEL LIM. TERMICO		0.26	0.52	0.78	1.04	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
38.40		100 % DEL LIM. TERMICO		0.31	0.61	0.92	1.23	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.

CALCULO DE CAIDAS DE VOLTAJE EN FUNCION DE LA CARGA Y LONGITUD, DE LOS CONDUCTORES TIPO SUCRE

CARGA KVA	CAPACIDAD A	% DEL LIMITE TERMICO	EN FUNCION DE CARGA, LONGITUD Y TIPO DE CONDUCTOR									
			MAXIMO: 2 % DE CAIDA DE TENSION KV fm 0,12									
			10 m.	20 m.	30 m.	40 m.	50 m.	70 m.	100 m.			
BIFASICAS 3H												
0,84		50 % DEL LIM. TERMICO	0,96	1,91	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
1,43	7	85 % DEL LIM. TERMICO	1,62	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
1,68		100 % DEL LIM. TERMICO	1,91	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
1,20		50 % DEL LIM. TERMICO	0,88	1,76	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
1,68	10	70 % DEL LIM. TERMICO	1,23	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
2,40		100 % DEL LIM. TERMICO	1,76	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
1,80		50 % DEL LIM. TERMICO	1,15	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
2,40	15	67 % DEL LIM. TERMICO	1,53	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
3,60		100 % DEL LIM. TERMICO	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
2,40		50 % DEL LIM. TERMICO	0,96	1,93	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
3,60	20	75 % DEL LIM. TERMICO	1,45	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
4,80		100 % DEL LIM. TERMICO	1,93	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
3,00		50 % DEL LIM. TERMICO	0,76	1,53	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
4,80	25	80 % DEL LIM. TERMICO	1,22	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
6,00		100 % DEL LIM. TERMICO	1,53	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
4,20		50 % DEL LIM. TERMICO	0,69	1,38	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
6,00	35	71 % DEL LIM. TERMICO	0,99	1,97	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
8,40		100 % DEL LIM. TERMICO	1,38	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
5,40		50 % DEL LIM. TERMICO	0,57	1,13	1,70	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
8,40	45	78 % DEL LIM. TERMICO	0,88	1,76	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
10,80		100 % DEL LIM. TERMICO	1,13	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
7,20		50 % DEL LIM. TERMICO	0,48	0,96	1,44	1,93	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
10,80	60	75 % DEL LIM. TERMICO	0,72	1,44	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
14,40		100 % DEL LIM. TERMICO	0,96	1,93	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
9,60		50 % DEL LIM. TERMICO	0,42	0,84	1,25	1,67	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
14,40	80	75 % DEL LIM. TERMICO	0,63	1,25	1,88	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
19,20		100 % DEL LIM. TERMICO	0,84	1,67	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
12,60		50 % DEL LIM. TERMICO	0,36	0,73	1,09	1,45	1,82	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
19,20	105	76 % DEL LIM. TERMICO	-0,55	1,11	1,66	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
25,20		100 % DEL LIM. TERMICO	0,73	1,45	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
14,40		50 % DEL LIM. TERMICO	0,34	0,68	1,02	1,36	1,70	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
25,20	120	88 % DEL LIM. TERMICO	0,59	1,19	1,78	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
28,80		100 % DEL LIM. TERMICO	0,68	1,36	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
16,20		50 % DEL LIM. TERMICO	0,31	0,63	0,94	1,25	1,57	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
28,80	135	89 % DEL LIM. TERMICO	0,56	1,12	1,67	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
32,40		100 % DEL LIM. TERMICO	0,63	1,25	1,88	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
19,20		50 % DEL LIM. TERMICO	0,31	0,61	0,92	1,23	1,54	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
32,40	160	84 % DEL LIM. TERMICO	0,52	1,04	1,56	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
38,40		100 % DEL LIM. TERMICO	0,61	1,23	1,84	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.

CALCULO DE CAIDAS DE VOLTAJE EN FUNCION DE LA CARGA Y LONGITUD, DE LOS CONDUCTORES TIPO SUCRE

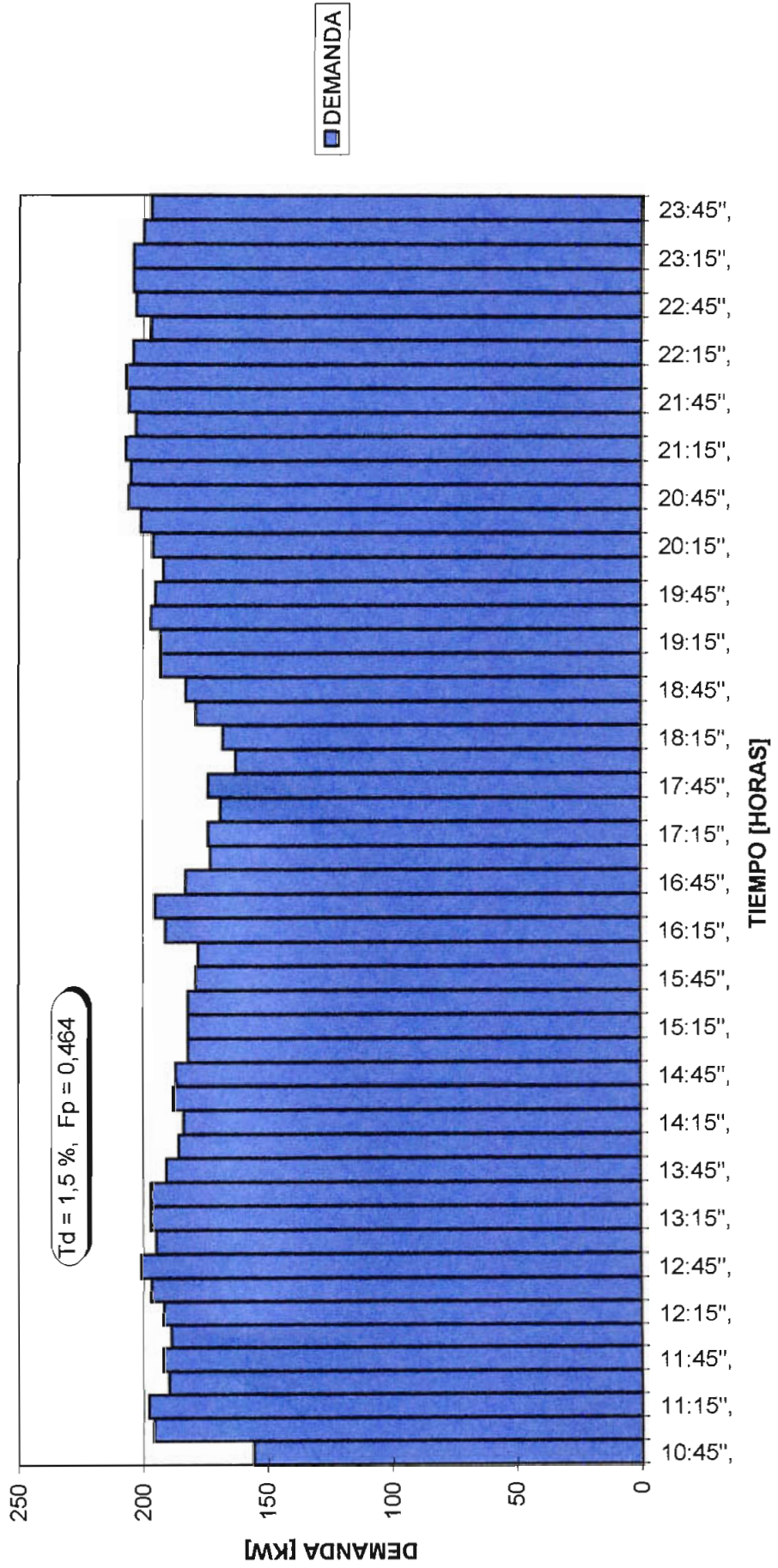
MAXIMO: 2 % DE CAIDA DE TENSION KV m 0,12

CARGA KVA	CAPACIDAD A	% DEL LIMITE TERMICO	CONDUC.	EN FUNCION DE CARGA, LONGITUD Y TIPO DE CONDUCTOR										
				10 m.	20 m.	30 m.	40 m.	50 m.	70 m.	100 m.				
TRIFASICAS 4H														
1,01		50 % DEL LM. TERMICO	4 x 18	0,38	0,76	1,15	1,53	1,91	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
1,71	5,6	85 % DEL LM. TERMICO		0,65	1,30	1,95	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
2,02		100 % DEL LM. TERMICO		0,76	1,53	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
1,44		50 % DEL LM. TERMICO	4 x 16	0,35	0,70	1,06	1,41	1,76	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
2,02	8	70 % DEL LM. TERMICO		0,49	0,99	1,48	1,97	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
2,88		100 % DEL LM. TERMICO		0,70	1,41	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
2,16		50 % DEL LM. TERMICO	4 x 14	0,46	0,92	1,38	1,84	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
2,88	12	67 % DEL LM. TERMICO		0,61	1,23	1,84	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
4,32		100 % DEL LM. TERMICO		0,92	1,84	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
2,88		50 % DEL LM. TERMICO	4 x 12	0,39	0,77	1,16	1,55	1,93	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
4,32	16	75 % DEL LM. TERMICO		0,58	1,16	1,74	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
5,76		100 % DEL LM. TERMICO		0,77	1,55	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
3,60		50 % DEL LM. TERMICO	4 x 10	0,31	0,61	0,92	1,22	1,53	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
5,76	20	80 % DEL LM. TERMICO		0,49	0,98	1,47	1,96	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
7,20		100 % DEL LM. TERMICO		0,61	1,22	1,84	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
5,04		50 % DEL LM. TERMICO	4 x 8	0,28	0,55	0,83	1,11	1,38	1,94	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
7,20	28	71 % DEL LM. TERMICO		0,40	0,79	1,19	1,58	1,98	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
10,08		100 % DEL LM. TERMICO		0,55	1,11	1,66	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
6,48		50 % DEL LM. TERMICO	4 x 6	0,23	0,45	0,68	0,91	1,13	1,59	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
10,08	36	78 % DEL LM. TERMICO		0,35	0,71	1,06	1,41	1,76	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
12,96		100 % DEL LM. TERMICO		0,45	0,91	1,36	1,81	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
8,64		50 % DEL LM. TERMICO	4 x 4	0,19	0,39	0,58	0,77	0,97	1,35	1,93	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
12,96	48	75 % DEL LM. TERMICO		0,29	0,58	0,87	1,16	1,45	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
17,28		100 % DEL LM. TERMICO		0,39	0,77	1,16	1,55	1,93	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
11,70		50 % DEL LM. TERMICO	4 x 2	0,17	0,34	0,51	0,68	0,85	1,20	1,71	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
17,28	65	74 % DEL LM. TERMICO		0,25	0,50	0,76	1,01	1,26	1,77	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
23,40		100 % DEL LM. TERMICO		0,34	0,68	1,03	1,37	1,71	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
14,76		50 % DEL LM. TERMICO	4 x 10	0,14	0,29	0,43	0,57	0,72	1,00	1,43	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
23,40	82	79 % DEL LM. TERMICO		-	0,23	0,45	0,68	0,91	1,13	1,59	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
29,52		100 % DEL LM. TERMICO		0,29	0,57	0,86	1,14	1,43	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
17,82		50 % DEL LM. TERMICO	4 x 20	0,14	0,28	0,43	0,57	0,71	0,99	1,42	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
29,52	96	83 % DEL LM. TERMICO		0,23	0,47	0,70	0,94	1,17	1,64	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
35,64		100 % DEL LM. TERMICO		0,28	0,57	0,85	1,13	1,42	1,96	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
20,88		50 % DEL LM. TERMICO	4 x 30	0,14	0,27	0,41	0,55	0,68	0,96	1,37	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
35,64	116	85 % DEL LM. TERMICO		0,27	0,55	0,82	1,09	1,37	1,81	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
41,76		100 % DEL LM. TERMICO		0,27	0,55	0,82	1,09	1,37	1,81	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
23,94		50 % DEL LM. TERMICO	4 x 40	0,13	0,26	0,39	0,52	0,65	0,91	1,30	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
41,76	133	87 % DEL LM. TERMICO		0,23	0,45	0,68	0,91	1,13	1,59	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.
47,88		100 % DEL LM. TERMICO		0,26	0,52	0,78	1,04	1,30	1,82	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.	NO CUMP.

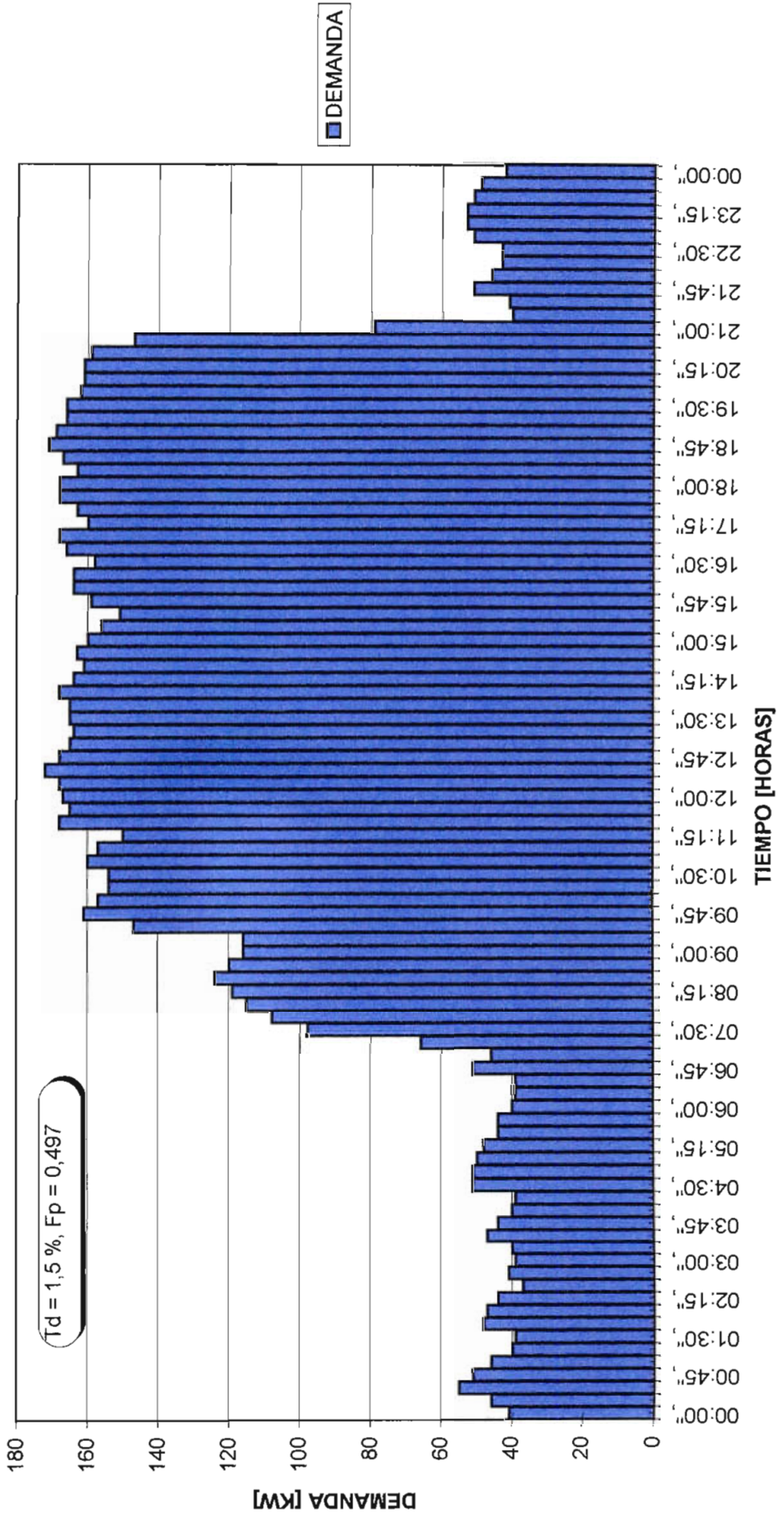
ANEXO 5:

CURVAS TIPICAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE CLIENTES.

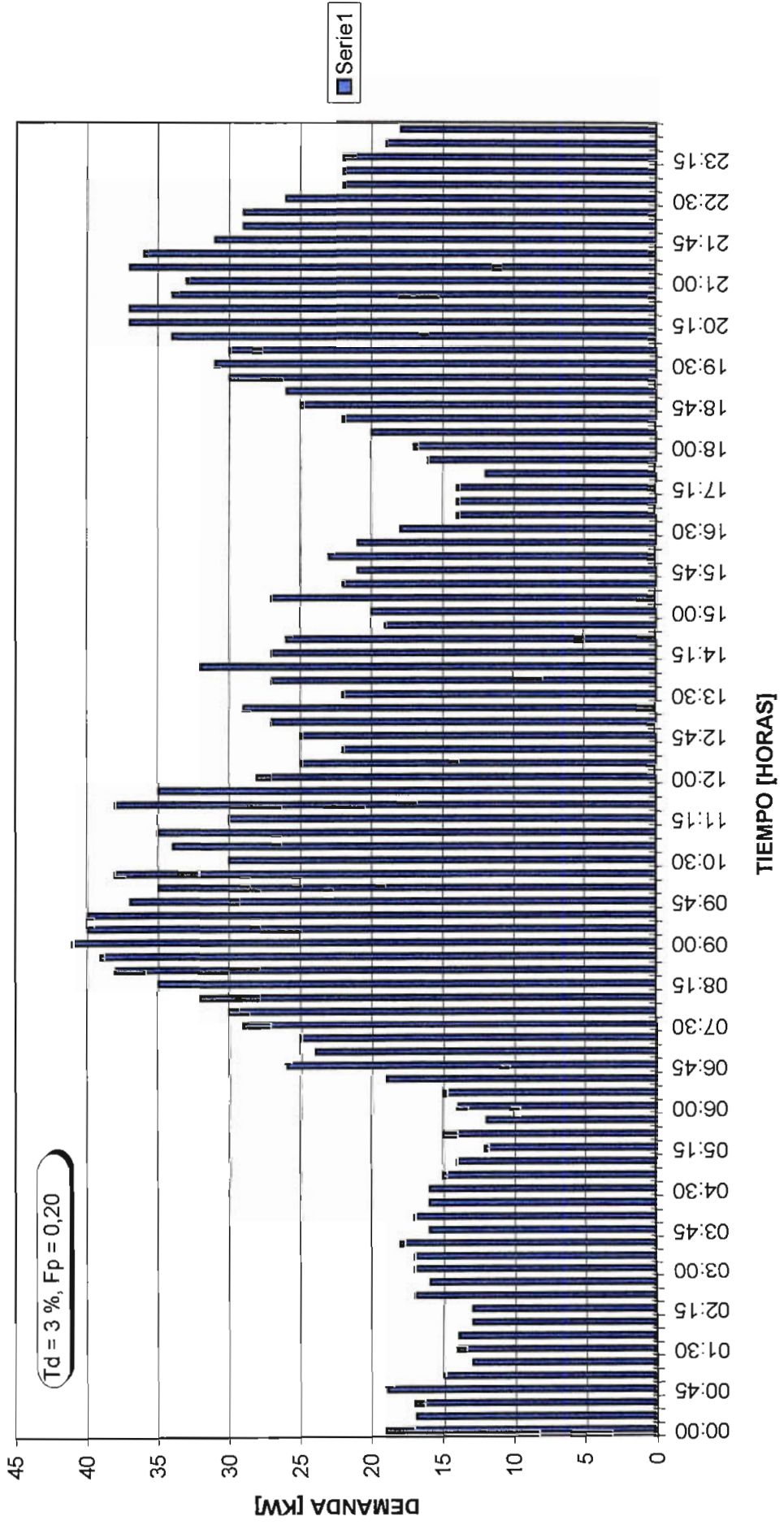
CURVA DE CARGA LINEALIZADA DE UN CLIENTE PROMEDIO TIPO INDUSTRIAL



CURVA DE CARGA LINEALIZADA DE UN CLIENTE PROMEDIO TIPO COMERCIAL



CURVA DE CARGA LINEALIZADA DE UN CLIENTE PROMEDIO TIPO RESIDENCIAL



ANEXO 6:

**DATOS DE COSTOS DE CONDUCTORES Y COSTOS MARGINALES DE
PERDIDAS.**

A.6.1. Costos de Conductores

Los costos de conductores se tomaron de las empresas fabricantes Electro Cables y Cablec, y E.Q.

Los costos de instalación (mano de obra) y de los materiales que se usan en los diferentes tipos de acometidas fueron tomados de los datos vigentes utilizados por el Departamento de Instalaciones de la E.E.Q.S.A. Los precios se detallan a continuación en el siguiente cuadro:

CALIBRE DE CONDUCTOR	COSTO DE CONDUCTOR	COSTO DE MATERIALES	COSTO DE INSTALACION
[AWG]	[\$ / m. cond.]	[\$ / mat. inst.]	[\$ / mano obra]
2*10	3.466	19.913	22.700
2*8	5.099	20.177	22.700
2*6	6.673	20.177	22.700
3*10	4.833	24.277	32.400
3*8	6.786	24.277	32.400
3*6	9.687	24.373	32.400
3*4	14.786	27.429	32.400
3*2	22.960	27.429	32.400
3*1/0	23.612	27.429	32.400
2*8 (8)	5.119	101.108	151.300
2*6(6)	6.673	101.108	151.300
2*4(6)	8.871	101.108	151.300
2*2(4)	13.350	101.108	151.300
2*1/0(2)	20.810	131.502	151.300
2*2/0(1/0)	24.690	131.502	151.300
2*3/0(1/0)	31.555	131.502	151.300
2*4/0(1/0)	37.919	94.733	151.300
3*8 B	6.786	7.272	32.400
2*8(8) B	5.119	7.272	151.300
2*6(6) B	6.673	101.108	151.300
2*4(6) B	8.871	101.108	151.300
2*2(2) B	13.350	101.108	151.300
4*8	8.871	28.473	37.800
4*6	12.848	31.823	37.800
4*4	19.884	31.823	37.800
4*2	26.843	31.823	37.800
4*1/0	36.239	31.823	37.800
3*8(8)	6.826	157.740	151.300
3*6(6)	9.192	157.740	151.300
3*4(6)	12.489	157.740	151.300
3*2(4)	18.755	157.740	151.300
3*1/0(2)	29.202	157.740	151.300
3*2/0(2)	35.022	89.578	151.300
3*3/0(1/0)	44.127	89.578	151.300
3*4/0(1/0)	53.673	104.614	151.300

A.6.2. Costos de Pérdidas de Potencia y Energía

Definición de costo marginal: Se entiende como costo Marginal al cambio en los costos totales cuando se presenta un cambio pequeño en la demanda y son costos que pueden cambiar de acuerdo con las circunstancias sociales y en el tiempo. [1].

La evaluación económica de pérdidas libera recursos marginales a todo nivel, los costos correspondientes para valorarlos son costos marginales, es así como el valor de pérdidas por energía para una empresa es en el caso ecuatoriano el costo para la empresa de las compras que efectúa a INECEL a la tarifa en bloque; actualmente dicha tarifa no refleja dichos costos marginales de energía. Para el siguiente análisis, se supondrá que los costos de energía para la empresa corresponde al valor de la tarifa de energía de INECEL, así como la componente de los costos correspondientes al nivel de interconexión coinciden con los costos económicos para la empresa [1].

Los datos de costos marginales de pérdidas de potencia y energía para la evaluación económica fueron tomados de la referencia [1], asumiendo que los costos marginales de acometidas son los de los costos marginales de los secundarios. Cabe aclarar que no existen costos marginales para evaluar las pérdidas de acometidas.

En el siguiente cuadro se detallan los costos marginales:

COSTOS MARGINALES DE ENERGIA Y POTENCIA	
CMe [USc\$/KWh]	5
CMp [US\$/KW-año]	53

ANEXO 7:

CALCULO DE PERDIDAS DE POTENCIA Y ENERGIA.

CÁLCULO DE PERDIDAS ANUALES INICIALES DE POTENCIA EN FUNCION DE LOS KVA.

LONG. (m.) = 20
V_m (KV) = 0.12

SISTEMA S.V. TERMINO	MONOFASICAS 3Φ											
	30	40	55	75	100	135	175	230	300	400		
CALIBR. KVA	2*0	2*8	2*6	3*6	3*4	2*6(6)	2*4(6)	2*10(2)	2*2(4)	2*10(2)	2*30(10)	2*40(10)
	PERDIDAS DE POTENCIA											
1	0.01	0.01	0.004	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.04	0.03	0.018	0.011	0.007	0.004	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001
3	0.10	0.06	0.040	0.025	0.016	0.010	0.006	0.004	0.002	0.002	0.002	0.001
4	0.18	0.11	0.072	0.045	0.029	0.018	0.011	0.007	0.004	0.003	0.003	0.002
5	0.28	0.18	0.112	0.070	0.045	0.028	0.018	0.027	0.017	0.011	0.007	0.005
6	0.40	0.26	0.162	0.100	0.064	0.040	0.025	0.039	0.025	0.016	0.010	0.008
7	0.55	0.35	0.220	0.137	0.088	0.055	0.035	0.054	0.034	0.021	0.013	0.009
8	0.71	0.46	0.288	0.179	0.114	0.072	0.045	0.070	0.044	0.028	0.018	0.011
9	0.90	0.58	0.364	0.226	0.145	0.091	0.057	0.089	0.056	0.035	0.022	0.017
10	1.12	0.71	0.450	0.278	0.179	0.112	0.071	0.110	0.069	0.043	0.027	0.022
11	1.35	0.86	0.544	0.338	0.216	0.136	0.086	0.133	0.083	0.052	0.033	0.026
12	1.61	1.03	0.648	0.402	0.257	0.162	0.102	0.158	0.099	0.062	0.039	0.031
13	1.89	1.21	0.760	0.472	0.302	0.190	0.119	0.185	0.117	0.073	0.046	0.036
14	2.19	1.40	0.882	0.547	0.350	0.220	0.139	0.215	0.135	0.085	0.054	0.042
15	2.51	1.61	1.012	0.628	0.402	0.253	0.159	0.247	0.155	0.097	0.062	0.049
20	4.47	2.86	1.799	1.116	0.715	0.450	0.283	0.439	0.278	0.173	0.110	0.086
25	6.98	4.47	2.811	1.744	1.117	0.703	0.442	0.685	0.431	0.270	0.171	0.135
30	10.05	6.43	4.048	2.512	1.608	1.012	0.636	0.987	0.620	0.389	0.247	0.194
35	13.67	8.75	5.510	3.419	2.188	1.378	0.866	1.343	0.844	0.529	0.336	0.265
40	17.86	11.43	7.197	4.465	2.858	1.799	1.131	1.754	1.103	0.691	0.439	0.346
45	22.60	14.47	9.109	5.651	3.618	2.271	1.431	2.220	1.396	0.875	0.555	0.433
50	27.91	17.87	11.246	6.977	4.466	2.811	1.767	2.741	1.723	1.080	0.685	0.540
55	33.77	21.62	13.607	8.442	5.404	3.402	2.138	3.316	2.085	1.306	0.829	0.653
60	40.19	25.73	16.194	10.046	6.431	4.048	2.544	3.947	2.482	1.555	0.987	0.777
65	47.16	30.19	19.005	11.791	7.548	4.751	2.986	4.632	2.913	1.825	1.158	0.912
70	54.70	35.02	22.042	13.674	8.754	5.510	3.463	5.372	3.378	2.116	1.343	1.058
80	71.44	45.74	28.789	17.860	11.434	7.197	4.524	7.017	4.412	2.764	1.754	1.382
90	90.42	57.88	36.436	22.604	14.471	9.109	5.725	8.880	5.584	3.498	2.220	1.749
100	111.63	71.46	44.983	27.907	17.865	11.246	7.068	10.963	6.894	4.319	2.741	2.159
110	135.07	86.47	54.429	33.767	21.617	13.607	8.552	13.266	8.341	5.226	3.316	2.613
120	160.74	102.90	64.775	40.186	25.726	16.194	10.178	15.787	9.927	6.219	3.947	3.110
130	188.65	120.77	76.021	47.162	30.192	19.005	11.945	18.528	11.650	7.299	4.632	3.649
140	218.79	140.06	88.166	54.697	35.016	22.042	13.863	21.488	13.511	8.465	5.372	4.233
150	251.16	160.79	101.212	62.790	40.197	25.303	15.903	24.668	15.511	9.718	6.167	4.859
160	285.76	182.94	115.156	71.441	45.735	28.789	18.084	28.066	17.648	11.056	7.017	5.528
170	322.60	206.52	130.001	80.650	51.631	32.500	20.427	31.684	19.923	12.482	7.921	6.241
180	361.67	231.53	145.743	90.418	57.883	36.436	22.900	35.521	22.335	13.983	8.880	6.997
190	402.97	257.97	162.388	100.418	64.494	40.597	25.516	39.578	24.896	15.591	9.894	7.796
200	446.51	285.84	179.932	111.627	71.461	44.983	28.272	43.653	27.574	17.276	10.963	8.638

CALCULO DE PERDIDAS ANUALES INICIALES DE POTENCIA EN FUNCION DE LOS KVA.

$$L_{ONG} [m.] = 20$$

$$V_m [KV] = 0.12$$

SISTEMA	PERDIDAS DE POTENCIA																
	25	35	45	60	65	85	115	28	36	48	65	85	115	150	175	200	230
3*10 B	3*8 B	3*6 B	3*4 B	2*6 B	2*4 B	2*2 B	B 4*8	4*6	4*4	3*6 (6)	3*4 (6)	3*2 (4)	3*1 (0/2)	3*2 (0/2)	3*3 (0/10)	3*4 (0/10)	
1	0.004	0.003	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.017	0.011	0.007	0.004	0.007	0.004	0.003	0.005	0.003	0.002	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000
3	0.038	0.024	0.015	0.010	0.015	0.009	0.006	0.011	0.007	0.004	0.007	0.004	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001
4	0.067	0.043	0.027	0.017	0.026	0.017	0.010	0.019	0.012	0.008	0.012	0.007	0.005	0.003	0.002	0.002	0.001
5	0.105	0.067	0.042	0.027	0.041	0.026	0.016	0.030	0.019	0.012	0.018	0.011	0.007	0.005	0.004	0.003	0.002
6	0.151	0.096	0.061	0.038	0.059	0.037	0.023	0.043	0.027	0.017	0.026	0.017	0.010	0.007	0.006	0.004	0.003
7	0.205	0.131	0.083	0.052	0.081	0.051	0.032	0.058	0.037	0.023	0.036	0.023	0.014	0.009	0.007	0.006	0.004
8	0.268	0.172	0.108	0.068	0.105	0.066	0.041	0.076	0.048	0.030	0.047	0.029	0.018	0.012	0.009	0.007	0.006
9	0.339	0.217	0.137	0.086	0.133	0.084	0.052	0.096	0.061	0.038	0.059	0.037	0.023	0.015	0.012	0.009	0.007
10	0.419	0.268	0.169	0.106	0.164	0.103	0.065	0.119	0.075	0.047	0.073	0.046	0.029	0.018	0.014	0.012	0.009
11	0.507	0.324	0.204	0.128	0.199	0.125	0.078	0.144	0.091	0.057	0.088	0.056	0.035	0.022	0.017	0.014	0.011
12	0.603	0.386	0.243	0.153	0.237	0.149	0.093	0.172	0.108	0.068	0.105	0.066	0.041	0.026	0.021	0.017	0.013
13	0.707	0.453	0.285	0.179	0.278	0.175	0.109	0.201	0.127	0.080	0.124	0.078	0.049	0.031	0.024	0.020	0.015
14	0.820	0.525	0.331	0.208	0.322	0.203	0.127	0.233	0.147	0.092	0.143	0.090	0.056	0.036	0.028	0.023	0.017
15	0.942	0.603	0.380	0.239	0.370	0.233	0.146	0.268	0.169	0.106	0.164	0.103	0.065	0.041	0.032	0.026	0.020
20	1.674	1.072	0.675	0.424	0.658	0.414	0.259	0.476	0.300	0.188	0.292	0.194	0.115	0.073	0.058	0.047	0.035
25	2.616	1.675	1.054	0.663	1.028	0.646	0.405	0.744	0.469	0.295	0.457	0.287	0.180	0.114	0.090	0.073	0.065
30	3.767	2.412	1.518	0.954	1.480	0.931	0.583	1.072	0.675	0.424	0.658	0.414	0.259	0.164	0.130	0.105	0.080
35	5.128	3.283	2.056	1.298	2.015	1.267	0.794	1.459	0.918	0.577	0.895	0.563	0.353	0.224	0.176	0.142	0.109
40	6.698	4.288	2.699	1.696	2.631	1.654	1.037	1.906	1.200	0.754	1.169	0.735	0.461	0.292	0.230	0.186	0.142
45	8.477	5.427	3.416	2.147	3.330	2.094	1.312	2.412	1.518	0.954	1.480	0.931	0.583	0.370	0.292	0.235	0.179
50	10.465	6.699	4.217	2.651	4.111	2.585	1.620	2.978	1.874	1.178	1.827	1.149	0.720	0.457	0.360	0.291	0.221
55	12.663	8.106	5.103	3.207	4.975	3.128	1.960	3.603	2.268	1.425	2.211	1.390	0.871	0.553	0.435	0.352	0.268
60	15.070	9.647	6.073	3.817	5.920	3.723	2.332	4.288	2.699	1.696	2.651	1.654	1.037	0.658	0.518	0.419	0.319
65	17.686	11.322	7.127	4.479	6.946	4.369	2.737	5.032	3.168	1.991	3.098	1.942	1.216	0.772	0.608	0.491	0.374
70	20.511	13.131	8.266	5.195	8.058	5.067	3.174	5.836	3.674	2.309	3.581	2.252	1.411	0.895	0.705	0.570	0.434
80	26.790	17.151	10.796	6.785	10.525	6.618	4.146	7.623	4.798	3.016	4.678	2.941	1.943	1.169	0.921	0.744	0.567
90	33.907	21.706	13.664	8.588	13.320	8.376	5.247	9.647	6.073	3.817	5.920	3.723	2.332	1.480	1.166	0.942	0.718
100	41.860	26.798	16.869	10.602	16.445	10.340	6.478	11.910	7.497	4.712	7.309	4.596	2.879	1.827	1.440	1.163	0.886
110	50.651	32.425	20.411	12.828	19.898	12.512	7.839	14.411	9.072	5.702	8.844	5.561	3.484	2.211	1.742	1.407	1.072
120	60.278	38.589	24.291	15.267	23.681	14.890	9.329	17.151	10.796	6.785	10.525	6.618	4.146	2.631	2.073	1.674	1.276
130	70.743	45.288	28.508	17.917	27.792	17.475	10.948	20.128	12.670	7.963	12.352	7.767	4.866	3.088	2.433	1.965	1.497
140	82.046	52.524	33.062	20.780	32.232	20.267	12.698	23.344	14.694	9.236	14.325	9.008	5.643	3.581	2.822	2.279	1.736
150	94.185	60.295	37.954	23.855	37.001	23.266	14.576	26.798	16.869	10.602	16.445	10.340	6.478	4.111	3.239	2.616	1.993
160	107.162	68.603	43.184	27.141	42.099	26.471	16.585	30.490	19.193	12.063	18.711	11.765	7.371	4.678	3.685	2.977	2.288
170	120.975	77.446	48.750	30.640	47.526	29.884	18.722	34.420	21.667	13.618	21.123	13.282	8.321	5.281	4.161	3.360	2.560
180	135.628	86.825	54.654	34.351	53.282	33.503	20.990	38.589	24.291	15.267	23.681	14.890	9.329	5.920	4.664	3.767	2.870
190	151.115	96.740	60.896	38.273	59.366	37.328	23.387	42.987	27.065	17.010	26.385	16.591	10.394	6.596	5.197	4.198	3.198
200	167.440	107.192	67.474	42.408	65.780	41.362	25.913	47.641	29.989	18.848	29.236	18.383	11.517	7.309	5.759	4.651	3.544

CALCULO DE PERDIDAS ANUALES INICIALES DE ENERGIA EN FUNCION DE LOS KVA.

Fp = 0,464
 T = 8760
 LONG [m.] = 20

SISTEMA UN TERMINO CALIBR.	MONF. 2-						MONOFASICAS 3H											
	30 2"10	40 2"8	55 2"6	25 3"10	35 3"8	45 3"6	60 3"4	65 2"6(6)	85 2"4(6)	115 2"2(4)	150 2"1(0(2))	175 2"2(0(10))	200 2"3(0(10))	230 2"4(0(10))				
KVA	PERDIDAS DE ENERGIA																	
1	45,37	29,05	18,28	11,34	7,26	4,87	2,87	4,46	2,80	1,76	1,11	0,88	0,71	0,54				
2	181,49	116,19	73,14	45,37	29,05	18,28	11,49	17,82	11,21	7,02	4,46	3,51	2,84	2,16				
3	408,35	261,42	164,56	102,09	65,35	41,14	25,86	40,11	25,22	15,80	10,03	7,90	6,38	4,86				
4	725,96	464,74	292,54	181,49	116,19	73,14	45,97	71,30	44,83	28,09	17,82	14,04	11,34	8,64				
5	1134,31	726,16	457,10	283,58	181,54	114,27	71,82	111,41	70,05	43,89	27,85	21,94	17,72	13,50				
6	1633,40	1045,67	658,22	408,35	261,42	164,56	103,42	160,42	100,87	63,20	40,11	31,60	25,52	19,45				
7	2223,24	1423,27	895,91	555,81	355,82	223,98	140,77	218,35	137,30	86,02	54,59	43,01	34,74	26,47				
8	2903,82	1858,96	1170,17	725,96	464,74	292,54	183,87	285,20	179,33	112,35	71,30	56,18	45,37	34,57				
9	3675,15	2352,75	1481,00	918,79	588,19	370,25	232,70	360,95	226,96	142,19	90,24	71,10	57,42	43,75				
10	4537,22	2904,63	1828,39	1134,31	726,16	457,10	287,29	445,62	280,20	175,55	111,41	87,77	70,89	54,01				
11	5490,04	3514,61	212,35	1372,51	878,65	553,09	347,62	539,20	339,04	214,41	134,80	106,21	85,78	65,96				
12	6533,60	4182,67	2632,89	1633,40	1045,67	658,22	413,70	641,69	403,49	262,79	160,42	126,39	102,09	77,78				
13	7667,91	4908,83	3089,98	1916,98	1227,21	772,50	485,52	753,10	473,54	296,67	188,27	148,34	119,81	91,28				
14	8892,96	5693,08	3583,65	2223,24	1423,27	895,91	563,09	873,42	549,19	344,07	218,35	172,04	138,95	105,87				
15	10208,75	6535,42	4113,88	2552,19	1633,86	1028,47	646,40	1002,65	630,45	394,98	250,66	197,49	159,51	121,53				
20	18148,88	11618,53	7313,57	4537,22	2904,63	1828,39	1149,16	1782,48	1120,80	702,19	445,62	351,09	283,58	216,06				
25	28357,64	18153,95	11427,45	7089,41	4538,49	2856,96	1795,56	2785,13	1751,25	1097,17	696,28	548,59	443,09	337,59				
30	40835,00	26141,69	16455,53	10208,75	6535,42	4113,88	2585,61	4010,58	2521,80	1579,93	1002,65	789,96	638,05	486,13				
35	55360,97	35581,75	22397,81	13895,24	8895,44	5599,45	3519,30	5458,85	3432,46	2150,45	1364,71	1075,23	868,45	661,68				
40	72595,55	46474,12	29254,28	18148,89	11618,53	7313,57	4596,64	7129,92	4483,21	2808,76	1782,48	1404,38	1134,31	864,23				
45	91878,75	58818,81	37024,95	22969,69	14704,70	9256,24	5817,62	9023,81	5674,06	3554,83	2255,95	1777,42	1435,61	1093,79				
50	113430,55	72615,81	45709,81	28357,64	18153,95	11427,45	7182,25	11440,50	7005,01	4388,68	2785,13	2194,34	1772,35	1350,36				
55	137250,97	87865,13	55308,87	34312,74	21966,18	13827,22	8690,52	13480,01	8476,06	5310,31	3370,00	2655,15	2144,55	1633,94				
60	163340,00	104566,77	65822,13	40835,00	26141,69	16455,53	10342,44	16042,32	10087,22	6319,70	4010,58	3159,85	2552,19	1944,52				
65	19169,64	12270,72	77249,58	47924,41	30680,18	19312,40	12138,00	18827,45	11838,47	7416,87	4706,86	3708,44	2995,28	2282,11				
70	22323,89	142326,99	89591,23	55880,97	35581,75	22397,81	14077,20	21835,38	13729,82	8601,82	5458,85	4300,91	3473,81	2646,71				
80	29038,22	185896,47	117017,12	72595,55	46474,12	29254,28	18396,55	28519,68	17932,83	11235,03	7129,92	5617,51	4537,22	3456,93				
90	367514,99	235275,22	148099,79	91878,75	58818,81	37024,95	23270,48	36095,22	22696,24	14219,33	9023,81	7109,67	5742,42	4375,18				
100	453722,21	290463,24	182839,25	113430,55	72615,81	45709,81	28728,99	44562,00	28020,02	17594,73	11440,50	8777,36	7089,41	5401,45				
110	549003,88	351460,52	221235,49	137250,97	87865,13	55308,87	34762,08	53920,02	33904,26	21241,22	13480,01	10620,61	8578,19	6535,76				
120	653359,99	418267,06	263288,52	163340,00	104566,77	65822,13	41969,74	64169,28	40348,87	25278,81	16042,32	12639,40	10208,75	7778,10				
130	766790,54	490882,87	308998,33	191697,64	12270,72	77249,58	48551,99	75309,79	47353,88	29667,49	18827,45	14833,75	11981,10	9128,46				
140	889295,54	569307,95	358364,93	22323,89	142326,99	89591,23	56308,82	87341,53	54919,29	34407,27	21835,38	17203,63	13895,24	10586,85				
150	1020874,98	653542,29	411388,31	255218,75	163385,97	102847,08	64640,22	100264,51	63045,11	39498,14	25066,13	19749,03	15951,17	12153,27				
160	1161528,87	743585,89	469068,48	290382,22	185896,47	117017,12	73546,21	114078,73	71731,32	44940,11	28519,68	22470,05	18148,89	13827,72				
170	1311257,20	839438,76	528405,43	327814,30	209859,69	132101,36	83026,78	128784,19	80977,94	50733,17	32196,05	25366,58	20488,39	15610,20				
180	1470059,97	941100,89	582389,17	367514,99	235275,22	148099,79	93081,92	144380,89	90784,95	56877,32	36095,22	28438,66	22969,69	17500,71				
190	1637937,19	1048572,29	650049,69	409484,30	262143,07	165012,42	103711,65	160868,83	101152,37	63372,57	40217,21	31686,29	25592,77	19499,25				
200	1814888,86	1161852,96	731357,00	453722,21	290463,24	182839,25	114915,95	178248,01	112080,19	70218,91	44562,00	35109,46	28357,64	21605,82				

ANEXO 8:

**CALCULO DE COSTOS A VALOR PRESENTE DE PERDIDAS TOTALES EN
FUNCION DE LOS KVA Y CALCULO DE LOS COSTOS TOTALES A VALOR
PRESENTE EN FUNCION DE COSTOS DE INVERSION Y PERDIDAS
TOTALES.**

CALCULO DE COSTOS A VALOR PRESENTE DE PERDIDAS TOTALES EN FUNCION DE LOS KVA.

CMp [Suc./KW-año] = 159000
 CMe [Sucr./KW-h] = 150

ld = 1.5
 R = 10
 N [años] = 10
 LONG [m.] = 20

SISTEMA CÁLIBR.	MONIF. 2H										MONOFASICAS 3H																					
	30 2*10	40 2*8	55 2*6	25 3*10	35 3*8	45 3*6	60 3*4	65 2* (6)	85 2* (6)	115 2* (4)	150 2* (2)	175 2* (2)	200 2* (2)	230 2* (2)	30 2*10	40 2*8	55 2*6	25 3*10	35 3*8	45 3*6	60 3*4	65 2* (6)	85 2* (6)	115 2* (4)	150 2* (2)	175 2* (2)	200 2* (2)	230 2* (2)				
	COSTO DE PERDIDAS TOTALES DE POTENCIA Y DE ENERGIA																															
1	60.905	38.960	24.543	15.226	9.748	6.136	3.856	5.982	3.761	2.356	1.495	1.178	952	725	60.905	38.960	24.543	15.226	9.748	6.136	3.856	5.982	3.761	2.356	1.495	1.178	952	725				
2	243.621	155.961	98.174	60.905	38.960	24.543	15.226	9.748	6.136	3.856	5.982	3.761	2.356	1.495	243.621	155.961	98.174	60.905	38.960	24.543	15.226	9.748	6.136	3.856	5.982	3.761	2.356	1.495	952	725		
3	548.148	350.913	220.891	137.037	87.728	55.223	34.708	53.636	33.851	21.208	13.459	10.604	8.565	6.526	548.148	350.913	220.891	137.037	87.728	55.223	34.708	53.636	33.851	21.208	13.459	10.604	8.565	6.526	4.713	3.807	2.900	
4	974.485	623.844	392.894	243.621	155.961	98.174	61.703	95.708	60.180	37.703	23.927	18.852	15.228	11.601	974.485	623.844	392.894	243.621	155.961	98.174	61.703	95.708	60.180	37.703	23.927	18.852	15.228	11.601	7.781	6.127	4.781	
5	1.522.633	974.757	613.595	380.658	243.689	153.396	96.411	149.544	94.032	58.911	37.396	29.456	23.791	18.127	1.522.633	974.757	613.595	380.658	243.689	153.396	96.411	149.544	94.032	58.911	37.396	29.456	23.791	18.127	13.416	10.604	8.127	
6	2.192.591	1.403.650	883.562	548.148	350.913	220.891	138.831	215.344	135.406	84.832	53.836	42.416	34.259	26.102	2.192.591	1.403.650	883.562	548.148	350.913	220.891	138.831	215.344	135.406	84.832	53.836	42.416	34.259	26.102	18.127	14.216	11.027	8.528
7	2.984.361	1.910.524	1.202.626	746.090	477.631	300.657	188.965	293.107	184.302	115.468	73.277	57.733	46.631	35.528	2.984.361	1.910.524	1.202.626	746.090	477.631	300.657	188.965	293.107	184.302	115.468	73.277	57.733	46.631	35.528	26.102	20.906	16.404	12.506
8	3.897.940	2.495.378	1.570.777	974.485	623.844	392.894	246.812	382.833	240.721	150.813	95.708	75.407	60.905	46.404	3.897.940	2.495.378	1.570.777	974.485	623.844	392.894	246.812	382.833	240.721	150.813	95.708	75.407	60.905	46.404	34.708	27.883	21.730	16.528
9	4.933.331	3.158.213	1.988.015	1.233.333	789.553	497.004	312.371	484.524	304.663	190.873	121.311	95.436	77.083	58.730	4.933.331	3.158.213	1.988.015	1.233.333	789.553	497.004	312.371	484.524	304.663	190.873	121.311	95.436	77.083	58.730	46.404	37.883	29.006	22.506
10	6.090.532	3.869.028	2.454.339	1.522.633	974.757	613.595	385.643	598.177	376.127	235.646	149.544	117.823	95.165	72.506	6.090.532	3.869.028	2.454.339	1.522.633	974.757	613.595	385.643	598.177	376.127	235.646	149.544	117.823	95.165	72.506	60.905	46.404	35.528	27.506
11	7.770.366	5.614.600	3.534.249	2.192.591	1.403.650	883.562	555.326	861.375	541.622	339.330	215.344	169.666	137.037	104.409	7.770.366	5.614.600	3.534.249	2.192.591	1.403.650	883.562	555.326	861.375	541.622	339.330	215.344	169.666	137.037	104.409	84.832	66.666	50.409	38.528
12	10.292.999	6.589.357	4.147.833	2.573.250	1.647.398	1.036.958	651.737	1.010.920	635.654	398.241	252.730	198.121	160.828	122.536	10.292.999	6.589.357	4.147.833	2.573.250	1.647.398	1.036.958	651.737	1.010.920	635.654	398.241	252.730	198.121	160.828	122.536	104.409	81.733	62.536	47.536
13	13.703.697	8.772.813	5.522.263	3.425.924	2.193.203	1.390.566	867.697	1.345.859	846.285	530.203	336.475	265.101	214.120	163.139	13.703.697	8.772.813	5.522.263	3.425.924	2.193.203	1.390.566	867.697	1.345.859	846.285	530.203	336.475	265.101	214.120	163.139	104.409	81.733	62.536	47.536
14	17.937.442	7.642.095	4.810.505	2.984.361	1.910.524	1.202.626	755.860	1.172.427	737.206	461.866	293.107	230.933	186.523	142.112	17.937.442	7.642.095	4.810.505	2.984.361	1.910.524	1.202.626	755.860	1.172.427	737.206	461.866	293.107	230.933	186.523	142.112	104.409	81.733	62.536	47.536
15	24.362.127	15.596.112	9.817.357	6.090.532	3.899.028	2.454.339	1.542.572	2.392.709	1.504.506	942.582	598.177	471.291	380.658	290.025	24.362.127	15.596.112	9.817.357	6.090.532	3.899.028	2.454.339	1.542.572	2.392.709	1.504.506	942.582	598.177	471.291	380.658	290.025	104.409	81.733	62.536	47.536
20	38.065.824	24.368.925	15.339.621	9.516.456	6.092.231	3.834.906	2.410.269	3.739.608	2.350.791	1.472.785	934.652	736.392	594.779	453.165	38.065.824	24.368.925	15.339.621	9.516.456	6.092.231	3.834.906	2.410.269	3.739.608	2.350.791	1.472.785	934.652	736.392	594.779	453.165	104.409	81.733	62.536	47.536
30	54.814.787	35.091.252	22.089.054	13.703.697	8.772.813	5.522.263	3.470.787	5.383.595	3.385.139	2.120.810	1.345.859	1.060.405	856.481	652.577	54.814.787	35.091.252	22.089.054	13.703.697	8.772.813	5.522.263	3.470.787	5.383.595	3.385.139	2.120.810	1.345.859	1.060.405	856.481	652.577	104.409	81.733	62.536	47.536
40	97.448.510	62.384.448	39.269.429	24.362.127	15.596.112	9.817.357	6.170.289	9.570.936	6.018.026	3.770.329	2.392.709	1.886.165	1.522.633	1.160.101	97.448.510	62.384.448	39.269.429	24.362.127	15.596.112	9.817.357	6.170.289	9.570.936	6.018.026	3.770.329	2.392.709	1.886.165	1.522.633	1.160.101	104.409	81.733	62.536	47.536
45	123.333.270	78.955.317	49.700.371	30.833.318	19.738.829	12.425.063	7.809.272	12.113.089	7.616.564	4.771.823	3.028.272	2.385.911	1.927.082	1.468.253	123.333.270	78.955.317	49.700.371	30.833.318	19.738.829	12.425.063	7.809.272	12.113.089	7.616.564	4.771.823	3.028.272	2.385.911	1.927.082	1.468.253	104.409	81.733	62.536	47.536
50	152.263.297	97.475.700	61.358.483	38.065.824	24.368.925	15.339.621	9.841.076	14.954.431	9.403.165	5.891.139	3.738.608	2.945.570	2.379.114	1.812.858	152.263.297	97.475.700	61.358.483	38.065.824	24.368.925	15.339.621	9.841.076	14.954.431	9.403.165	5.891.139	3.738.608	2.945.570	2.379.114	1.812.858	104.409	81.733	62.536	47.536
55	219.259.147	140.365.006	88.356.216	54.814.787	35.091.252	22.089.054	13.883.150	21.534.381	13.540.567	8.483.241	5.383.595	4.241.620	3.425.924	2.610.228	219.259.147	140.365.006	88.356.216	54.814.787	35.091.252	22.089.054	13.883.150	21.534.381	13.540.567	8.483.241	5.383.595	4.241.620	3.425.924	2.610.228	104.409	81.733	62.536	47.536
60	257.324.972	164.733.933	103.695.837	64.331.243	41.183.483	25.923.969	16.293.419	25.272.988	15.891.349	9.956.026	6.318.247	4.978.013	4.020.703	3.063.383	257.324.972	164.733.933	103.695.837	64.331.243	41.183.483	25.923.969	16.293.419	25.272.988	15.891.349	9.956.026	6.318.247	4.978.013	4.020.703	3.063.383	104.409	81.733	62.536	47.536
70	298.436.062	191.052.372	120.262.627	74.609.015	47.763.093	30.065.657	18.896.510	29.310.685	18.430.203	11.946.633	7.927.671	5.773.317	4.663.063	3.552.405	298.436.062	191.052.372	120.262.627	74.609.015	47.763.093	30.065.657	18.896.510	29.310.685	18.430.203	11.946.633	7.927.671	5.773.317	4.663.063	3.552.405	104.409	81.733	62.536	47.536
80	493.333.082	315.821.267	198.801.486	123.333.270	78.955.317	49.700.371	31.237.087	48.452.356	30.466.254	19.087.292	12.113.089	9.543.646	7.708.329	5.873.013	493.333.082	315.821.267	198.801.486	123.333.270	78.955.317	49.700.371	31.237.087	48.452.356	30.466.254	19.087.292	12.113.089	9.543.646	7.708.329	5.873.013	104.409	81.733	62.536	47.536
100	809.053.187	389.902.799	245.433.933	152.263.297	97.475.700	61.358.483	38.964.305	59.817.724	37.612.660	23.564.558	14.954.431	11.782.279	9.516.456	7.250.633	809.053.187	389.902.799	245.433.933	152.263.297	97.475.700	61.358.483	38.964.305	59.817.724	37.612.660	23.564.558	14.954.431	11.782.279	9.516.456	7.250.633	104.409	81.733	62.536	47.536
110	736.954.356	471.782.387	296.975.059	184.238.589	117.945.597	74.243.765	46.059.647	72.379.446	45.511.318	28.513.115	18.094.861	14.256.557	11.514.912	8.773.266	736.954.356	471.782.387	296.975.059	184.238.589	117.945.597	74.243.765	46.059.647	72.379.446	45.511.318	28.513.115	18.094.861	14.256.557	11.514.912	8.773.266	104.409	81.733	62.536	47.536
120	877.036.590	561.460.031	353.424.864	219.259.147	140.365.006	88.356.216	55.532.600	86.137.522	54.162.230	33.932.963	21.534.381	16.968.482	13.703.697	10.440.912	877.036.590	561.460.031	353.424.864	219.259.147	140.365.006	88.356.216	55.532.600	86.137.522	54.162.230	33.932.963	21.534.381	16.968.482	13.703.697	10.440.912	104.409	81.733	62.536	47.536
130	1.029.29																															

CALCULO DE COSTOS A VALOR PRESENTE DE PERDIDAS TOTALES EN FUNCION DE LOS KVA.

Id = 1.5
R = 10
N (años) = 10
LONG.(m.) = 20

Cmp (Suc./KW-afno) = 159000
CMe (Sucr./KW-h) = 150

SISTEMA L.M. TECNICO	BIFASICO 3H										TRIFASICO 4H									
	25 3*10 B	35 3*8 B	45 3*6 B	60 3*4 B	65 2*6(8) B	85 2*4(6) B	115 2*2(2) B	28 4*8	36 4*6	48 4*4	65 3*6(6)	85 3*4(6)	115 3*2(4)	150 3*10(2)	175 3*20(2)	200 3*30(10)	230 3*40(10)			
KVA	COSTO DE PERDIDAS TOTALES DE POTENCIA Y DE ENERGIA																			
	22.839	14.621	9.204	5.765	8.973	5.642	3.535	6.498	4.091	2.571	3.988	2.508	1.571	997	785	634	483			
1	22.839	14.621	9.204	5.765	8.973	5.642	3.535	6.498	4.091	2.571	3.988	2.508	1.571	997	785	634	483			
2	91.358	58.485	36.815	23.139	35.891	22.568	14.139	25.984	16.362	10.284	15.951	10.030	6.284	3.998	3.142	2.538	1.934			
3	205.555	131.592	82.834	52.062	80.754	50.777	31.812	58.485	36.815	23.139	35.891	22.568	14.139	8.973	7.069	5.710	4.350			
4	365.432	233.942	147.260	92.554	143.563	90.270	56.555	103.974	65.449	41.135	63.806	40.120	25.136	15.951	12.568	10.151	7.734			
5	570.987	365.534	230.094	144.616	224.316	141.047	88.367	162.459	102.264	64.274	98.696	62.688	39.274	24.924	19.637	15.861	12.084			
6	822.222	526.369	331.336	208.247	323.016	203.108	127.249	233.942	147.260	92.554	143.563	90.270	56.555	35.891	28.277	22.839	17.402			
7	1.119.135	716.446	450.985	283.448	439.660	276.453	173.200	318.421	200.438	125.977	195.405	122.868	76.978	48.851	38.489	31.087	23.685			
8	1.461.728	935.767	589.041	370.217	574.250	361.082	226.220	415.896	261.796	164.541	255.222	160.481	100.542	63.806	50.271	40.604	30.936			
9	1.849.959	1.184.330	745.506	468.556	726.785	456.984	286.309	526.368	331.336	208.247	323.016	203.108	127.249	80.754	63.624	51.369	39.153			
10	2.283.949	1.462.135	920.377	578.465	897.266	584.190	353.468	649.838	409.057	257.095	396.785	250.751	157.087	99.696	78.549	63.443	48.338			
11	2.763.579	1.769.184	1.113.656	699.942	1.085.654	692.670	427.697	786.304	494.958	311.085	482.530	303.409	190.067	120.832	95.044	76.766	58.488			
12	3.288.897	2.105.475	1.325.343	832.969	1.292.063	812.433	508.994	935.767	589.041	370.217	574.250	361.082	226.220	143.563	113.110	91.358	69.606			
13	3.859.875	2.471.009	1.555.438	977.605	1.516.379	953.487	597.362	1.098.226	691.306	434.491	673.946	423.769	265.494	168.487	132.747	107.219	81.690			
14	4.476.541	2.865.786	1.803.839	1.133.791	1.758.641	1.105.812	682.798	1.273.882	801.751	503.907	781.618	491.472	303.409	195.405	153.955	124.348	94.742			
15	5.138.986	3.289.805	2.070.849	1.301.545	2.018.848	1.269.427	795.304	1.452.135	920.377	578.465	897.266	584.190	353.468	224.316	176.734	142.747	108.759			
20	9.135.798	5.848.542	3.681.509	2.313.858	3.589.063	2.256.760	1.413.873	2.599.352	1.636.226	1.028.381	1.595.139	1.003.004	628.388	398.785	314.184	253.772	193.350			
25	14.274.684	9.138.347	5.752.358	3.615.404	5.607.912	3.526.187	2.209.177	4.061.487	2.558.603	1.606.846	2.492.405	1.567.194	981.857	623.101	490.928	396.519	302.110			
30	20.555.545	13.159.219	8.283.965	5.206.181	8.075.393	5.077.709	3.181.215	5.848.542	3.681.509	2.313.858	3.589.063	2.256.760	1.413.873	897.266	706.937	570.987	435.038			
35	27.978.381	17.911.160	11.274.621	7.086.191	10.991.507	6.911.326	4.328.968	7.980.515	5.010.943	3.149.418	4.885.114	3.071.701	1.924.439	1.221.279	962.219	777.177	592.135			
40	36.543.191	23.384.168	14.726.036	9.255.433	14.366.254	9.027.038	5.655.494	10.397.408	6.544.905	4.113.526	6.305.567	4.012.017	2.513.553	1.566.139	1.256.716	1.015.089	773.405			
45	46.249.976	29.608.244	18.637.639	11.713.908	18.169.634	11.424.845	7.157.794	13.159.219	8.283.965	5.206.181	8.075.393	5.077.709	3.181.215	2.018.848	1.590.608	1.284.722	978.805			
50	57.098.736	36.553.387	23.009.431	14.461.614	22.431.646	14.104.747	8.836.709	16.245.950	10.228.414	6.427.384	9.969.621	6.268.777	3.927.426	2.462.405	1.963.713	1.596.076	1.208.439			
55	69.089.471	44.239.599	27.841.412	17.498.553	27.142.292	17.066.744	10.692.418	19.657.599	12.378.036	7.777.135	12.063.241	7.585.220	4.752.186	3.015.810	2.376.093	1.919.152	1.462.211			
60	82.222.190	52.636.878	33.133.584	20.824.725	32.301.571	20.310.836	12.724.861	23.384.168	14.726.036	9.255.433	14.366.254	9.027.038	5.655.494	3.589.063	2.827.747	2.283.949	1.740.152			
65	96.496.864	61.775.225	38.885.939	24.440.128	37.909.482	23.837.023	14.934.039	27.495.695	17.282.639	10.862.279	16.848.659	10.286.932	6.637.360	4.212.165	3.318.675	2.690.488	2.042.262			
70	111.913.523	71.644.639	45.098.465	28.344.764	43.966.027	27.645.305	17.319.950	31.842.062	20.043.771	12.597.673	19.540.456	12.286.802	7.697.756	4.885.114	3.848.878	3.108.708	2.368.540			
80	146.172.765	93.576.672	58.904.144	37.021.733	57.425.015	36.108.153	22.621.976	41.589.632	26.179.620	16.454.104	25.522.229	16.048.068	10.054.211	6.380.557	5.027.106	4.060.355	3.063.603			
90	184.959.906	118.432.975	74.550.557	46.855.631	72.678.534	45.699.381	28.630.938	52.636.878	33.133.581	20.824.725	32.301.571	20.310.836	12.724.861	8.075.393	6.362.431	5.138.986	3.915.434			
100	228.394.945	148.213.550	92.037.725	57.846.458	89.726.596	56.418.989	35.346.837	64.983.800	40.905.656	25.709.537	39.878.462	25.075.106	15.709.705	9.969.621	7.854.853	6.344.304	4.833.755			
110	276.357.884	176.918.365	111.965.647	69.984.214	108.569.169	68.266.977	42.769.672	78.630.368	49.495.843	31.108.540	48.252.964	30.340.879	19.006.743	12.063.241	9.504.372	7.676.608	5.848.844			
120	328.888.721	210.547.512	132.534.324	83.298.899	129.206.283	81.243.345	50.889.445	93.576.672	58.904.144	37.021.733	57.425.015	36.108.153	22.621.976	14.366.254	11.310.968	9.135.798	6.960.608			
130	385.987.457	247.100.899	155.543.755	97.760.514	151.637.930	95.348.092	59.736.154	108.822.622	69.130.558	43.449.117	67.394.635	42.376.930	26.549.402	16.848.659	13.274.701	10.424.874	8.169.047			
140	447.654.063	286.578.557	180.393.941	113.379.057	175.864.108	110.581.219	69.279.800	127.368.248	80.175.085	50.390.692	78.161.826	49.147.209	30.791.022	19.540.456	15.395.511	12.474.684	9.475.161			
150	513.898.627	328.980.487	207.064.861	130.154.530	201.884.818	126.942.726	79.530.383	146.213.550	92.037.725	57.846.458	88.726.596	56.418.989	35.346.837	22.431.646	17.673.418	14.274.684	10.875.950			
160	584.691.060	374.306.687	235.616.576	148.086.932	229.700.059	144.432.613	90.487.902	166.358.528	104.718.478	65.816.414	102.068.914	64.192.272	40.216.845	25.522.229	20.108.423	16.241.418	12.374.414			
170	660.061.392	422.557.159	265.989.025	167.176.263	259.309.832	163.050.879	102.152.358	187.803.182	118.217.344	74.300.561	115.248.814	72.463.058	45.401.048	28.121.204	22.700.524	18.335.039	13.969.553			
180	739.999.692	473.731.901	298.202.229	187.422.523	290.714.137	182.797.526	114.523.755	210.547.512	132.534.324	83.298.899	129.206.283	81.243.345	50.889.445	32.301.571	25.449.722	20.955.545	15.861.968			
190	824.505.752	527.830.915	332.256.187	208.825.713	323.912.974	203.672.552	127.602.081	234.591.518	147.669.416	92.811.428	143.961.322	90.521.134	56.712.036	35.990.330	28.356.018	22.902.938	17.449.857			
200	913.579.781	584.854.199	368.150.900	231.385.831	358.906.342	225.675.568	141.387.347	259.935.200	163.622.622	102.838.147	159.513.930	100.300.426	62.838.821	39.878.482	31.419.410	25.377.216	19.335.022			

CALCULO DE LOS COSTOS TOTALES A VALOR PRESENTE EN FUNCION COSTOS DE INVERSION Y DE PERDIDAS TOTALES.

KV/h = 0.12
LONG. = 20.00

SISTEMA	1 MONOF. 2H										2 MONOFASICAS 3H																	
	30	40	55	25	35	45	60	65	85	115	150	175	200	230	30	40	55	25	35	45	60	65	85	115	150	175	200	230
L.M. TERMICO (IVA)	3.60	4.80	6.60	6.00	8.40	10.80	14.40	15.60	20.40	27.60	36.00	42.00	48.00	55.20	3.60	4.80	6.60	6.00	8.40	10.80	14.40	15.60	20.40	27.60	36.00	42.00	48.00	55.20
KVA M PARA 1% CV	19.64	30.40	47.77	78.55	121.60	191.07	293.06	184.31	280.30	419.72	603.63	729.40	854.05	1030.28	19.64	30.40	47.77	78.55	121.60	191.07	293.06	184.31	280.30	419.72	603.63	729.40	854.05	1030.28
COSTOS / KIT-200h	89.233	122.157	153.629	120.837	159.997	218.113	323.149	234.588	278.528	368.108	547.702	625.302	762.802	853.113	89.233	122.157	153.629	120.837	159.997	218.113	323.149	234.588	278.528	368.108	547.702	625.302	762.802	853.113
COSTOS / m. cond.	3.468	5.089	6.673	4.833	6.786	9.887	14.786	6.673	8.871	13.350	20.810	24.680	31.565	37.919	3.468	5.089	6.673	4.833	6.786	9.887	14.786	6.673	8.871	13.350	20.810	24.680	31.565	37.919
COSTOS / conductor	69.320	101.980	133.452	96.660	135.740	193.740	295.720	133.452	177.420	267.000	416.200	493.800	631.100	758.380	69.320	101.980	133.452	96.660	135.740	193.740	295.720	133.452	177.420	267.000	416.200	493.800	631.100	758.380
COSTOS / m. m.c.l	19.913	20.177	20.177	24.277	24.277	24.277	24.277	24.277	24.277	24.277	24.277	24.277	24.277	24.277	19.913	20.177	20.177	24.277	24.277	24.277	24.277	24.277	24.277	24.277	24.277	24.277	24.277	24.277
COSTOS / m. obra	22.700	22.700	22.700	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	22.700	22.700	22.700	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400
COSTO TOTAL MBR.	111.633	144.857	176.329	153.337	192.387	250.513	355.549	385.868	429.828	519.408	699.002	776.602	1.004.413	1.244.163	111.633	144.857	176.329	153.337	192.387	250.513	355.549	385.868	429.828	519.408	699.002	776.602	1.004.413	1.244.163
CALIBR.	2*10	2*8	2*6	3*10	3*8	3*6	3*4	2*9(6)	2*4(6)	2*2(4)	2*10(2)	2*20(16)	2*30(16)	2*40(16)	2*10	2*8	2*6	3*10	3*8	3*6	3*4	2*9(6)	2*4(6)	2*2(4)	2*10(2)	2*20(16)	2*30(16)	2*40(16)
KVA	172.838	183.848	200.873	168.584	202.145	256.649	359.425	301.850	433.989	521.764	700.498	777.780	914.854	1.005.138	172.838	183.848	200.873	168.584	202.145	256.649	359.425	301.850	433.989	521.764	700.498	777.780	914.854	1.005.138
1	355.554	300.818	274.503	214.243	231.388	275.056	370.974	409.706	444.873	528.834	704.984	781.315	917.709	1.007.913	355.554	300.818	274.503	214.243	231.388	275.056	370.974	409.706	444.873	528.834	704.984	781.315	917.709	1.007.913
2	660.061	495.770	397.220	290.374	280.125	305.735	390.256	439.704	463.679	540.816	722.461	781.208	922.467	1.010.939	660.061	495.770	397.220	290.374	280.125	305.735	390.256	439.704	463.679	540.816	722.461	781.208	922.467	1.010.939
3	1.086.418	768.702	588.024	368.868	348.958	348.686	417.251	481.576	480.008	557.111	722.929	795.454	929.729	1.016.074	1.086.418	768.702	588.024	368.868	348.958	348.686	417.251	481.576	480.008	557.111	722.929	795.454	929.729	1.016.074
4	1.634.986	1.119.614	839.961	533.986	436.087	403.969	451.959	539.472	523.960	578.319	736.988	809.058	937.683	1.022.540	1.634.986	1.119.614	839.961	533.986	436.087	403.969	451.959	539.472	523.960	578.319	736.988	809.058	937.683	1.022.540
5	2.304.524	1.548.507	1.099.891	543.310	471.403	484.380	601.212	695.734	694.240	752.838	919.016	948.161	1.030.515		2.304.524	1.548.507	1.099.891	543.310	471.403	484.380	601.212	695.734	694.240	752.838	919.016	948.161	1.030.515	
6	3.096.293	2.065.381	1.378.996	899.427	670.028	551.169	544.514	678.975	614.130	634.874	772.279	834.335	960.533	1.039.941	3.096.293	2.065.381	1.378.996	899.427	670.028	551.169	544.514	678.975	614.130	634.874	772.279	834.335	960.533	1.039.941
7	4.009.873	2.640.236	1.747.106	1.127.822	816.242	643.207	607.360	768.701	670.221	724.711	852.009	974.808	1.050.817		4.009.873	2.640.236	1.747.106	1.127.822	816.242	643.207	607.360	768.701	670.221	724.711	852.009	974.808	1.050.817	
8	5.045.264	3.303.070	2.164.344	1.396.670	961.950	747.517	667.191	870.392	734.491	710.281	820.133	872.039	990.966	1.063.143	5.045.264	3.303.070	2.164.344	1.396.670	961.950	747.517	667.191	870.392	734.491	710.281	820.133	872.039	990.966	1.063.143
9	6.202.465	4.043.885	2.630.669	1.675.970	1.167.154	864.098	741.192	984.045	805.955	755.054	894.425	1.008.067	1.176.919		6.202.465	4.043.885	2.630.669	1.675.970	1.167.154	864.098	741.192	984.045	805.955	755.054	894.425	1.008.067	1.176.919	
10	7.481.476	4.862.881	3.146.080	1.985.723	1.371.853	982.960	822.177	1.107.682	894.941	804.539	879.951	919.168	1.029.051	1.092.146	7.481.476	4.862.881	3.146.080	1.985.723	1.371.853	982.960	822.177	1.107.682	894.941	804.539	879.951	919.168	1.029.051	1.092.146
11	8.882.298	5.756.458	3.710.578	2.345.929	1.586.047	1.134.075	910.874	1.241.243	971.490	858.738	914.346	946.267	1.050.938	1.126.949	8.882.298	5.756.458	3.710.578	2.345.929	1.586.047	1.134.075	910.874	1.241.243	971.490	858.738	914.346	946.267	1.050.938	1.126.949
12	10.404.932	6.734.215	4.324.163	2.726.587	1.839.737	1.287.471	1.007.285	1.396.788	1.065.482	917.649	951.732	1.074.730	1.178.949		10.404.932	6.734.215	4.324.163	2.726.587	1.839.737	1.287.471	1.007.285	1.396.788	1.065.482	917.649	951.732	1.074.730	1.178.949	
13	12.048.375	7.786.952	4.966.834	3.137.698	2.102.921	1.453.136	1.111.409	1.558.295	1.167.036	881.273	992.109	1.007.535	1.100.425	1.146.525	12.048.375	7.786.952	4.966.834	3.137.698	2.102.921	1.453.136	1.111.409	1.558.295	1.167.036	881.273	992.109	1.007.535	1.100.425	1.146.525
14	13.815.628	8.917.670	5.696.593	3.579.261	2.385.601	1.631.078	1.223.245	1.731.767	1.276.113	1.049.611	1.237.179	1.247.893	1.284.560	1.367.552	13.815.628	8.917.670	5.696.593	3.579.261	2.385.601	1.631.078	1.223.245	1.731.767	1.276.113	1.049.611	1.237.179	1.247.893	1.284.560	1.367.552
15	16.474.060	15.740.969	9.993.687	6.243.869	4.091.425	2.704.852	1.898.121	2.718.577	1.934.334	1.461.990	1.633.654	1.517.965	1.506.681	1.574.578	16.474.060	15.740.969	9.993.687	6.243.869	4.091.425	2.704.852	1.898.121	2.718.577	1.934.334	1.461.990	1.633.654	1.517.965	1.506.681	1.574.578
25	38.177.757	24.513.782	15.515.950	9.669.783	6.264.629	4.085.418	2.765.818	4.124.476	2.780.619	1.992.193	2.107.179	2.044.901	1.770.383	1.658.670	38.177.757	24.513.782	15.515.950	9.669.783	6.264.629	4.085.418	2.765.818	4.124.476	2.780.619	1.992.193	2.107.179	2.044.901	1.770.383	1.658.670
30	54.926.720	35.236.109	22.265.393	13.857.034	8.965.210	5.772.776	3.876.336	5.769.463	3.814.967	2.840.218	2.644.901	1.837.007	1.457.578		54.926.720	35.236.109	22.265.393	13.857.034	8.965.210	5.772.776	3.876.336	5.769.463	3.814.967	2.840.218	2.644.901	1.837.007	1.457.578	
35	74.720.848	47.907.950	30.241.996	18.905.591	12.133.171	7.766.927	5.079.676	7.715.538	5.037.379	3.408.068	2.530.920	1.219.931	2.079.688	1.892.816	74.720.848	47.907.950	30.241.996	18.905.591	12.133.171	7.766.927	5.079.676	7.715.538	5.037.379	3.408.068	2.530.920	1.219.931	2.079.688	1.892.816
40	87.590.443	62.929.305	39.445.758	24.515.465	15.788.509	10.067.870	6.525.837	9.956.704	6.447.854	4.289.371	3.091.711	1.881.787	2.438.536	2.164.514	87.590.443	62.929.305	39.445.758	24.515.465	15.788.509	10.067.870	6.525.837	9.956.704	6.447.854	4.289.371	3.091.711	1.881.787	2.438.536	2.164.514
45	123.445.203	79.100.174	49.876.701	30.966.665	19.931.227	12.675.800	8.164.820	12.498.957	8.046.392	5.291.231	3.727.275	3.162.514	2.840.985	2.472.866	123.445.203	79.100.174	49.876.701	30.966.665	19.931.227	12.675.800	8.164.820	12.498.957	8.046.392	5.291.231	3.727.275	3.162.514	2.840.985	2.472.866
50	152.375.229	97.000.557	61.534.813	38.219.161	24.561.322	15.590.134	9.966.625	15.340.299	9.832.992	6.410.547	4.372.172	3.263.016	2.817.071		152.375.229	97.000.557	61.534.813	38.219.161	24.561.322	15.590.134	9.966.625	15.340.299	9.832.992	6.410.547	4.372.172	3.263.016	2.817.071	
55	184.350.522	118.080.454	74.400.044	46.212.985	29.678.796	18.811.454	12.021.251	18.480.728	11.807.658	7.647.687	5.222.718	4.340.742	3.759.630	3.197.730	184.350.522	118.080.454	74.400.044	46.212.985	29.678.796	18.811.454	12.021.251	18.480.728	11.807.658	7.647.687	5.222.718	4.340.742	3.759.630	3.197.730
60	219.371.060	140.508.865	88.532.545	54.968.124	35.																							

CALCULO DE LOS COSTOS TOTALES A VALOR PRESENTE DE LAS PERDIDAS TOTALES EN FUNCION DE LOS KVA.

kV/fn = 0,12
 LONG = 20,00
 % caida de voltaje permitido = 2,00

SISTEMA	1 MONIF. 2H										2 MONOFASICAS 3H									
	30	40	55	75	100	150	200	250	300	350	45	60	80	110	150	200	250	300	350	400
LIM. TERMICO (kVA)	3,60	4,80	6,60	9,90	13,20	19,80	26,40	39,60	52,80	79,20	105,60	140,80	198,00	264,00	396,00	528,00	792,00	1056,00	1408,00	1980,00
KVA M PARA % CV	19,64	30,40	47,77	71,66	107,49	161,24	241,86	362,79	544,18	816,27	1224,41	1632,55	2448,83	3673,24	5509,86	8264,79	12397,19	16529,59	24794,39	37181,59
COSTOS / (M ² 20m)	89,233	122,157	163,629	245,443	368,164	552,246	828,369	1242,554	1863,831	2795,747	4193,621	5658,161	8487,242	12716,861	19075,292	28612,938	42919,407	64379,111	96568,667	144853,001
COSTOS / (m. cable)	3,466	5,099	6,873	10,209	15,314	22,971	34,457	51,686	77,529	116,294	174,441	261,661	392,492	588,738	883,107	1324,661	1986,991	2980,487	4470,731	6706,097
COSTOS / (med. ins.)	69,320	101,990	133,452	200,721	301,089	451,667	677,504	1011,307	1516,956	2275,341	3413,978	5120,571	7672,859	11504,292	17253,435	25880,451	38819,407	58229,111	87343,667	131015,001
COSTOS / (m. cable)	22,700	22,700	22,700	22,700	22,700	22,700	22,700	22,700	22,700	22,700	22,700	22,700	22,700	22,700	22,700	22,700	22,700	22,700	22,700	22,700
COSTO TOTAL INVER.	111,933	144,857	176,329	263,441	394,838	583,913	870,717	1306,521	1964,268	2961,082	4441,626	6662,437	10000,117	15000,176	22500,264	33750,396	50625,594	75938,391	113907,587	170861,381
CALIBR.	2"10	2"8	2"6	3"0	3"6	3"4	2" 6/8	2" 4/8	2" 2/8	2" 1/8	2" 1/2	2" 3/8	2" 1/2	2" 3/4	2" 1/2	2" 3/4	2" 1/2	2" 3/4	2" 1/2	2" 3/4
COSTO A VALOR PRESENTE TOTAL DE PERDIDAS TOTALES MAS COSTO DE INVERCION																				
KVA	172,838	183,848	200,873	274,503	409,578	614,367	921,551	1382,326	2073,491	3110,244	4665,366	6998,049	10497,074	15745,611	23618,417	35427,626	53141,439	79712,158	119568,237	178853,356
1	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
2	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
3	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
4	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
5	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
6	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
7	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
8	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
9	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
10	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
11	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
12	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
13	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
14	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
15	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
20	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
25	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
30	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
35	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
40	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
45	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
50	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
55	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
60	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
65	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
70	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
80	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
90	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
100	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
110	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
120	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
130	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
140	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
150	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
160	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
170	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
180	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
190	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.
200	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.

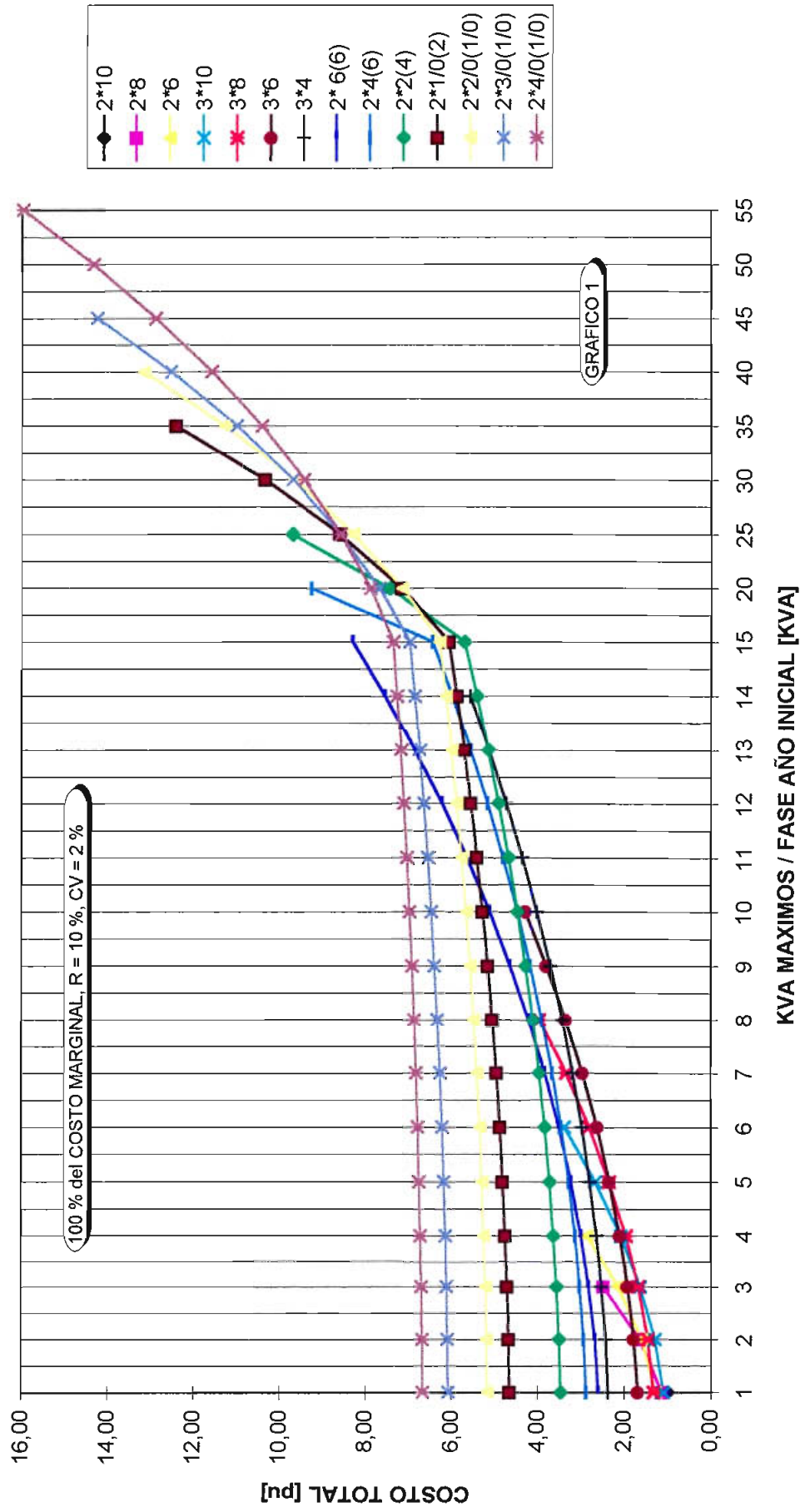
ANEXO 9:

**CURVAS DE COSTO TOTAL EN FUNCION DE LOS KVA MAXIMOS
INICIALES.**

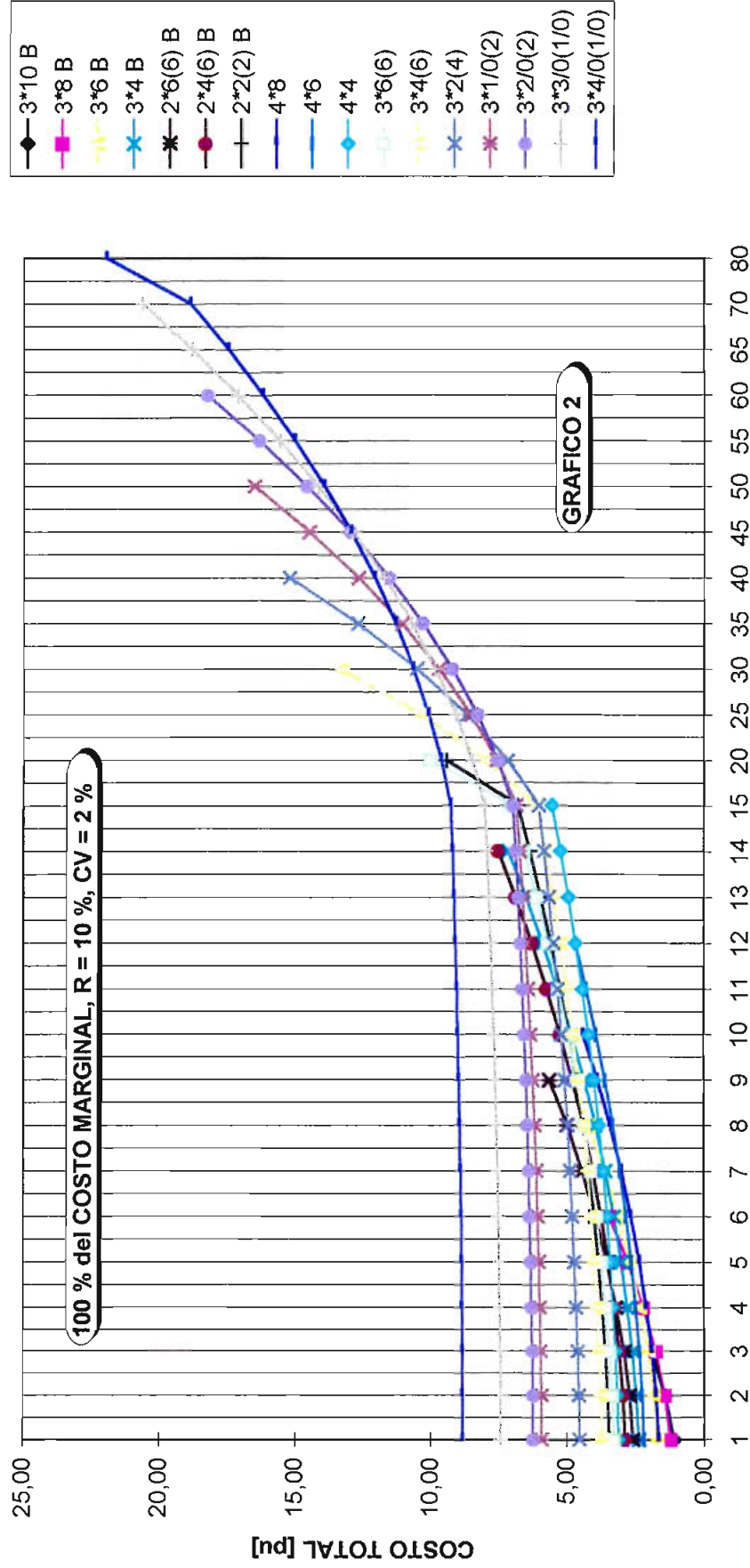
CONDUCTOR ECONOMICO DE ACOMETIDAS DERIVADAS DE REDES SECUNDARIAS MONOFASICAS

LONG. = 20 m.

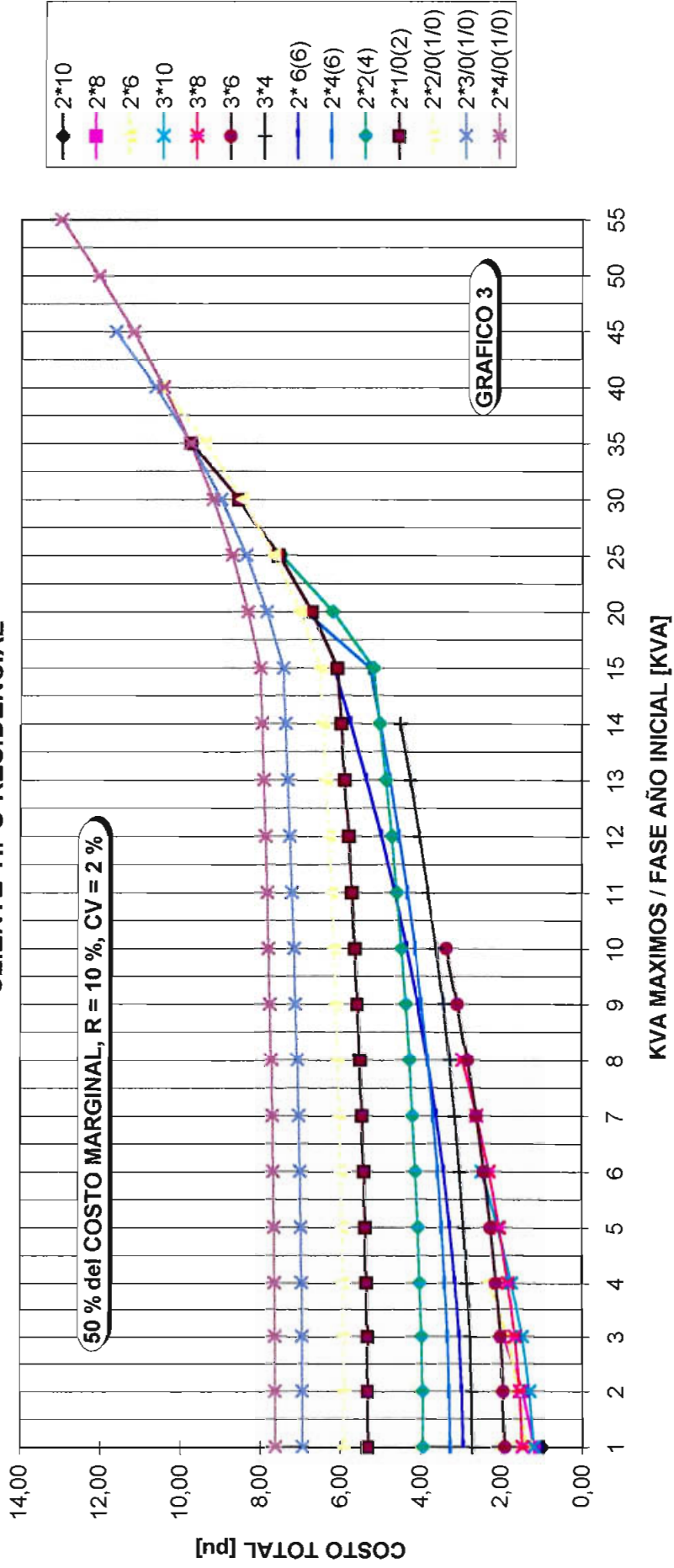
CLIENTE TIPO RESIDENCIAL



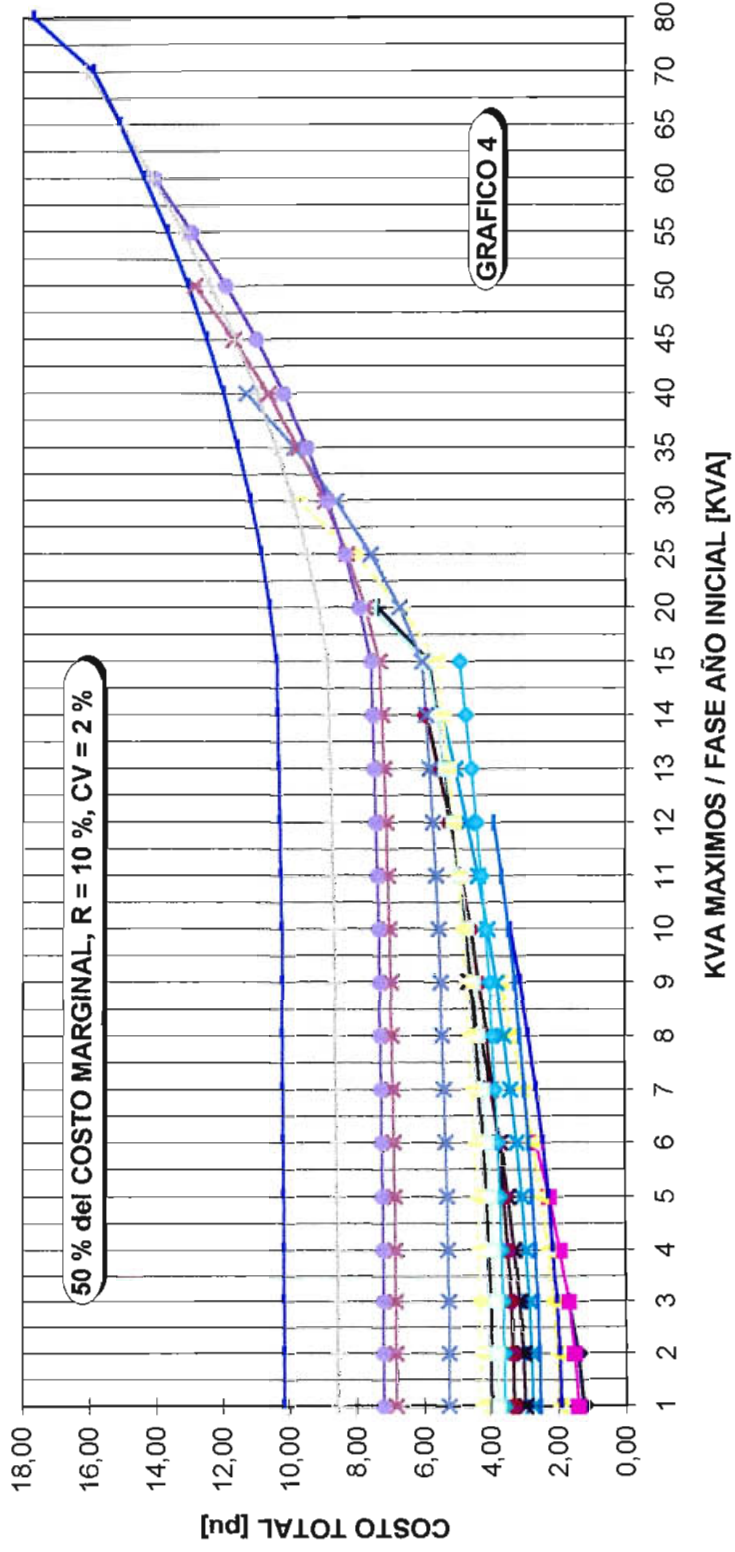
**CONDUCTOR ECONOMICO DE ACOMETIDAS DERIVADAS DE REDES SECUNDARIAS
TRIFASICAS LONG. = 20 m.
CLIENTE TIPO RESIDENCIAL**



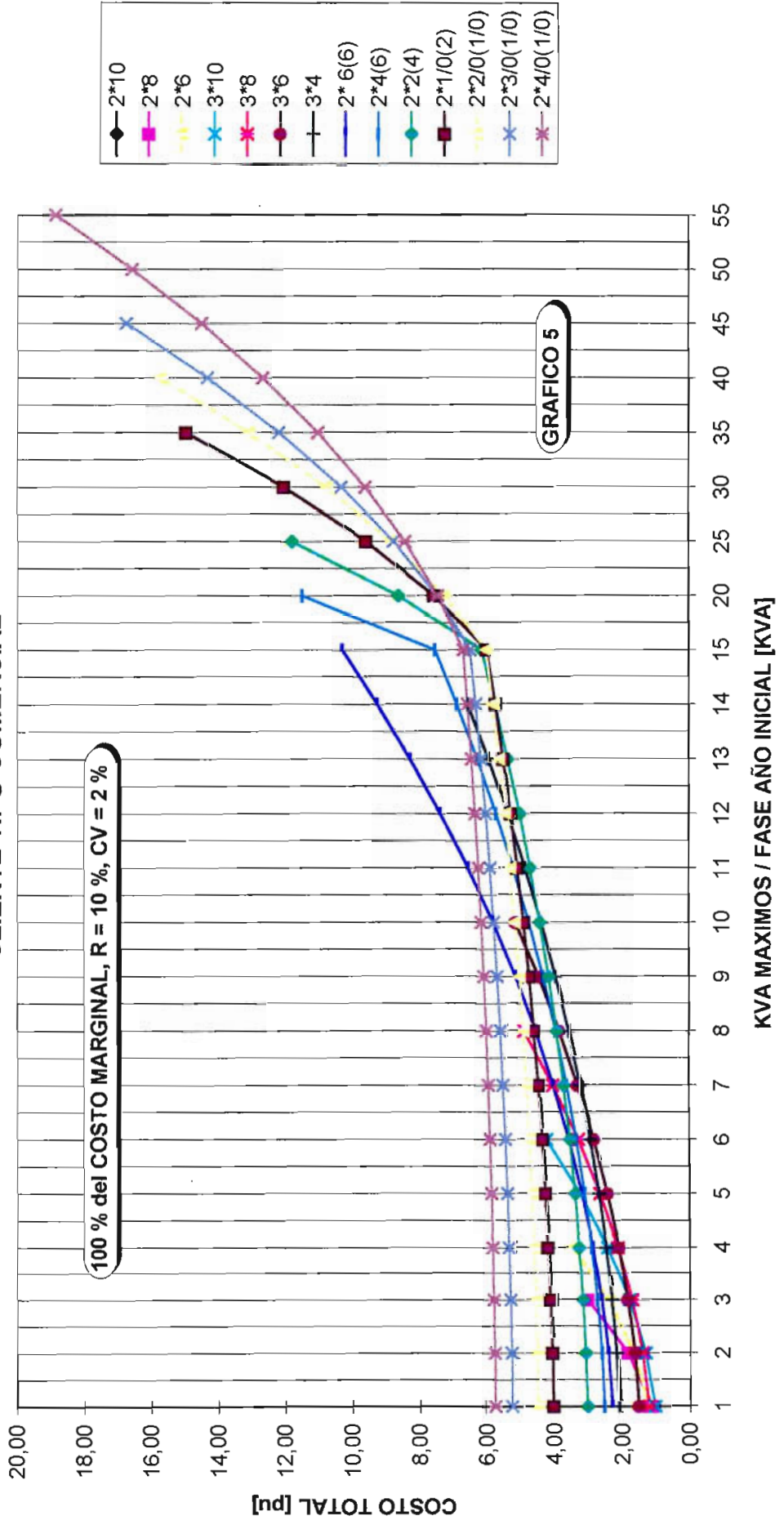
**CONDUCTOR ECONOMICO DE ACOMETIDAS DERIVADAS DE REDES SECUNDARIAS
MONOFASICAS LONG. = 20 m.
CLIENTE TIPO RESIDENCIAL**



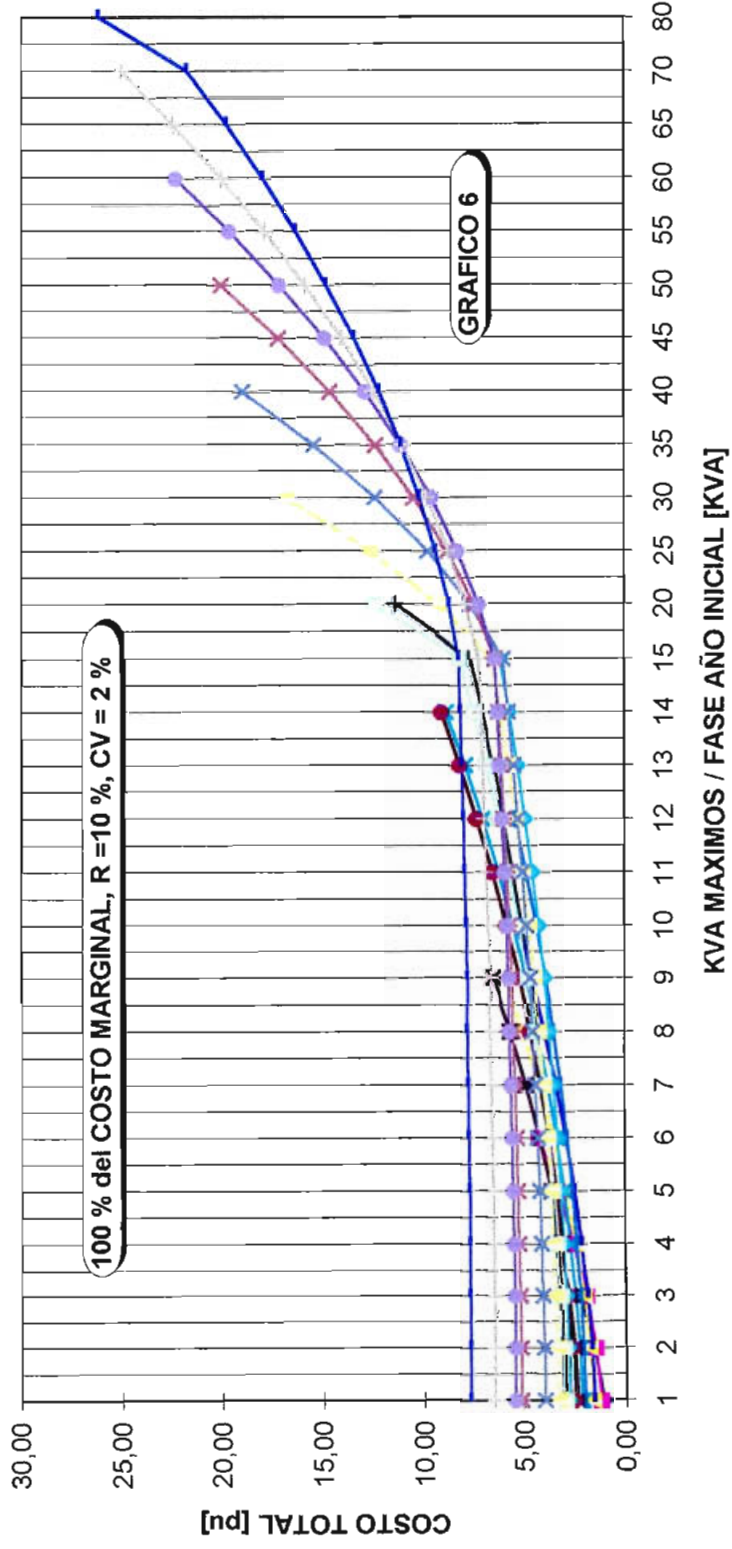
**CONDUCTOR ECONOMICO DE ACOMETIDAS DERIVADAS DE REDES SECUNDARIAS TRIFASICAS
LONG. = 20 m.
CLIENTE TIPO RESIDENCIAL**



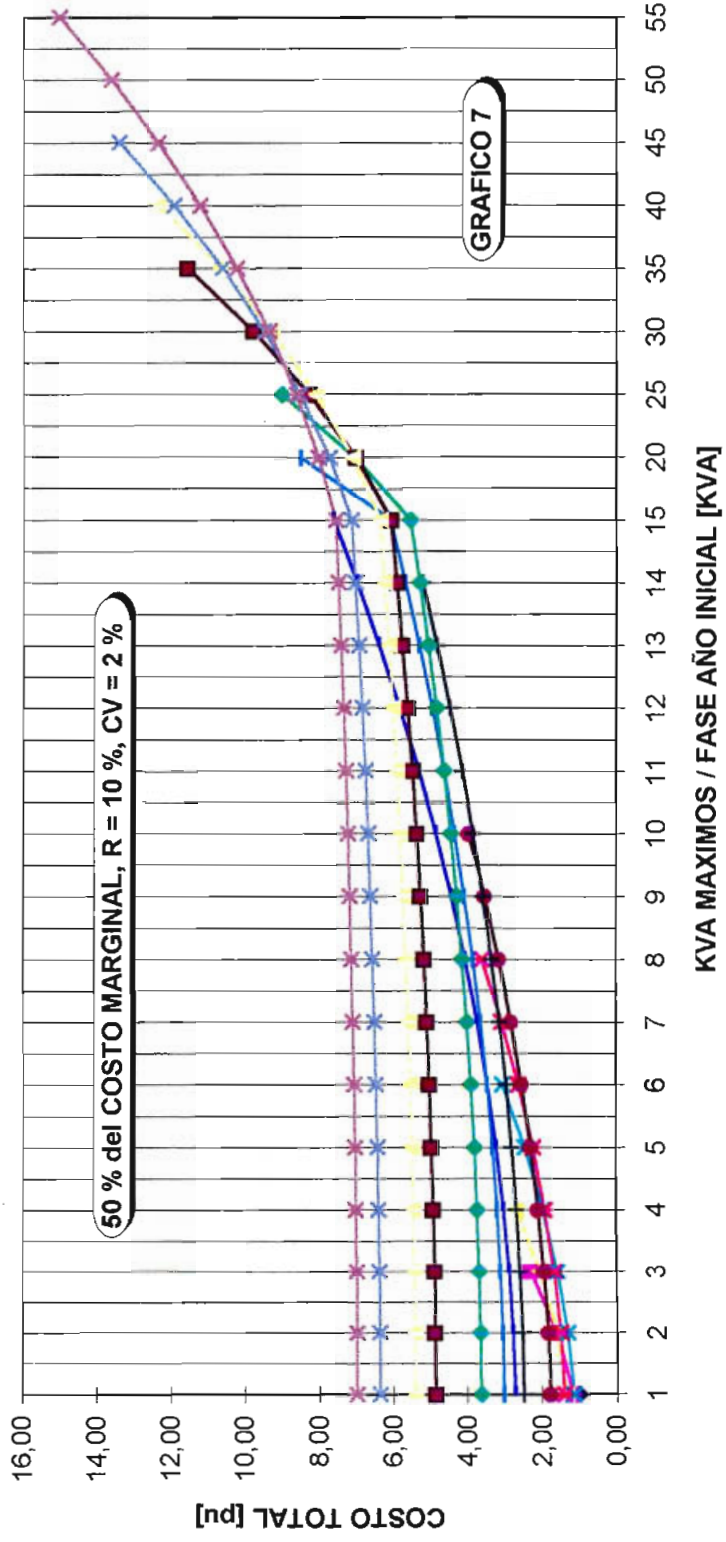
**CONDUCTOR ECONOMICO DE ACOMETIDAS DERIVADAS DE REDES SECUNDARIAS
MONOFASICAS LONG. = 12 m.
CLIENTE TIPO COMERCIAL**



CONDUCTOR ECONOMICO DE ACOMETIDAS DERIVADAS DE REDES SECUNDARIAS TRIFASICAS
LONG. = 20 m.
CLIENTE TIPO COMERCIAL



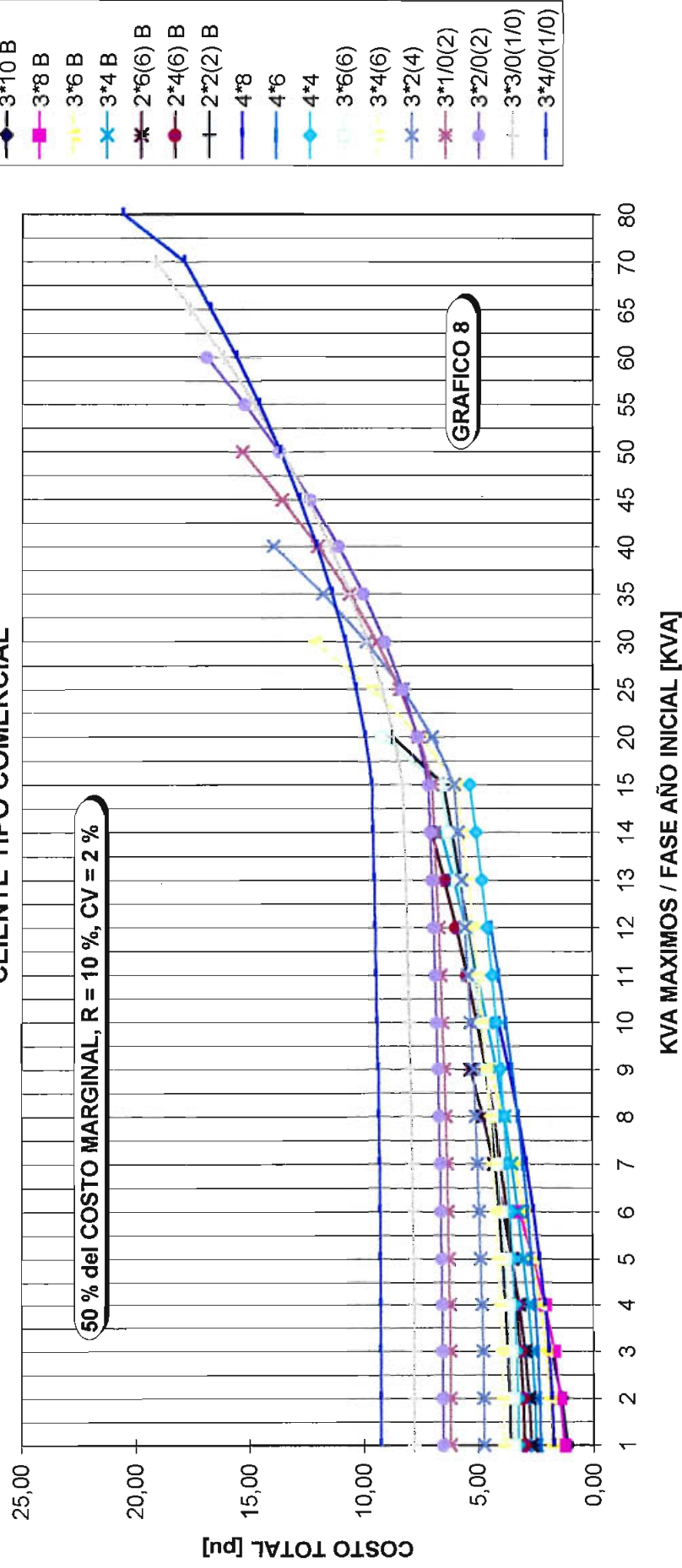
**CONDUCTOR ECONOMICO DE ACOMETIDAS DERIVADAS DE REDES SECUNDARIAS
MONOFASICAS LONG. = 20 m.
CLIENTE TIPO COMERCIAL**



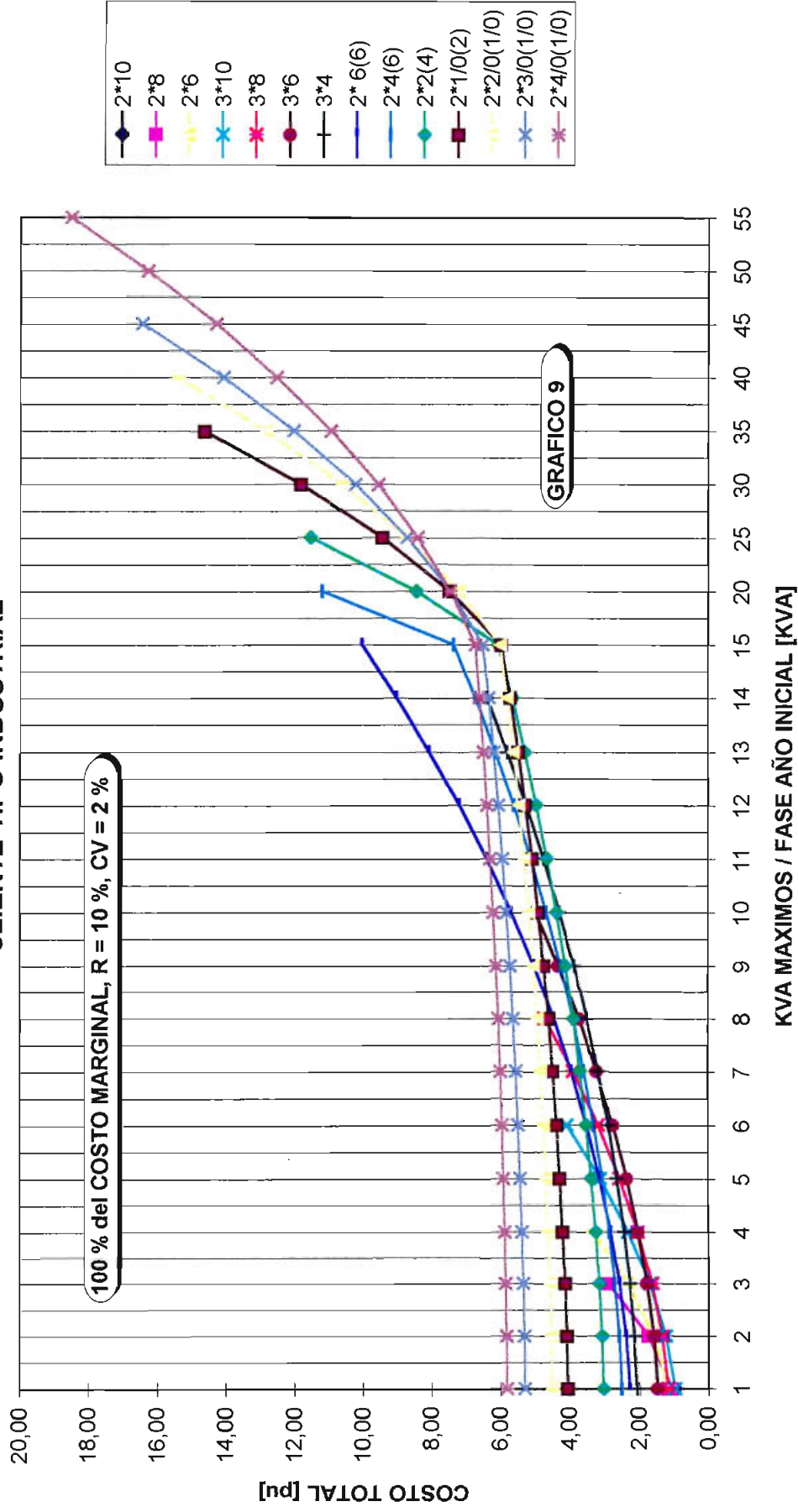
CONDUCTOR ECONOMICO DE ACOMETIDAS DERIVADAS DE REDES SECUNDARIAS TRIFASICAS

LONG. = 20 m.

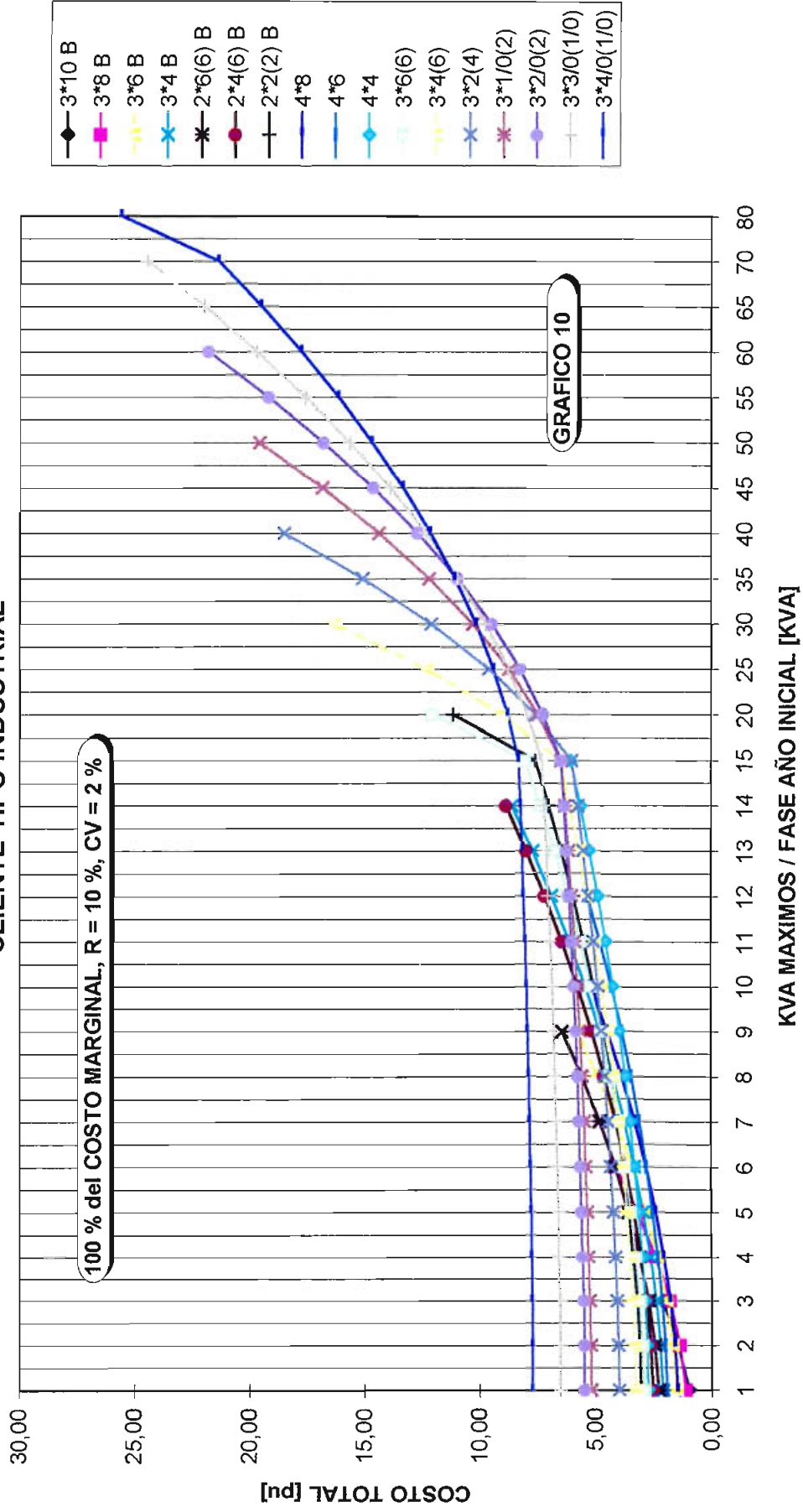
CLIENTE TIPO COMERCIAL



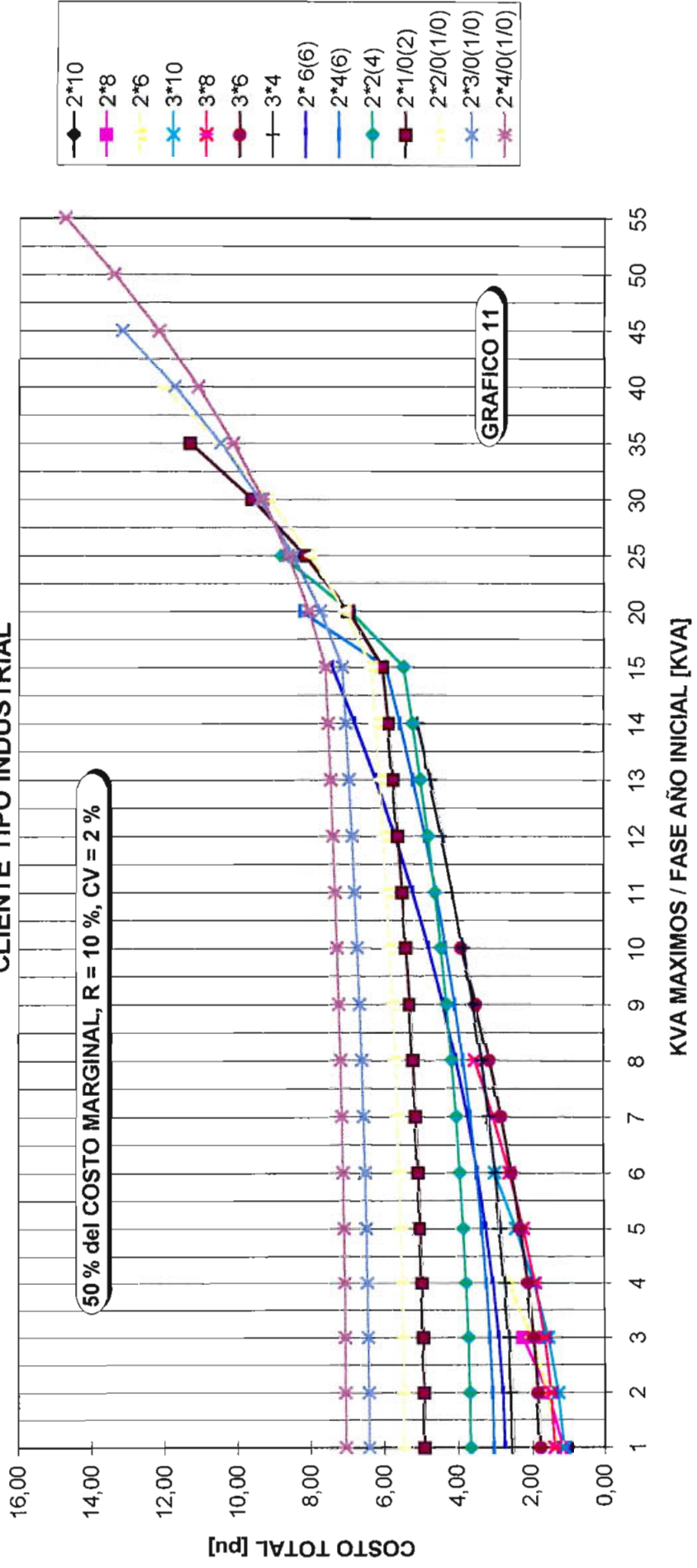
**CONDUCTOR ECONOMICO DE ACOMETIDAS DERIVADAS DE REDES
MONOFASICAS LONG. = 20 m.
CLIENTE TIPO INDUSTRIAL**



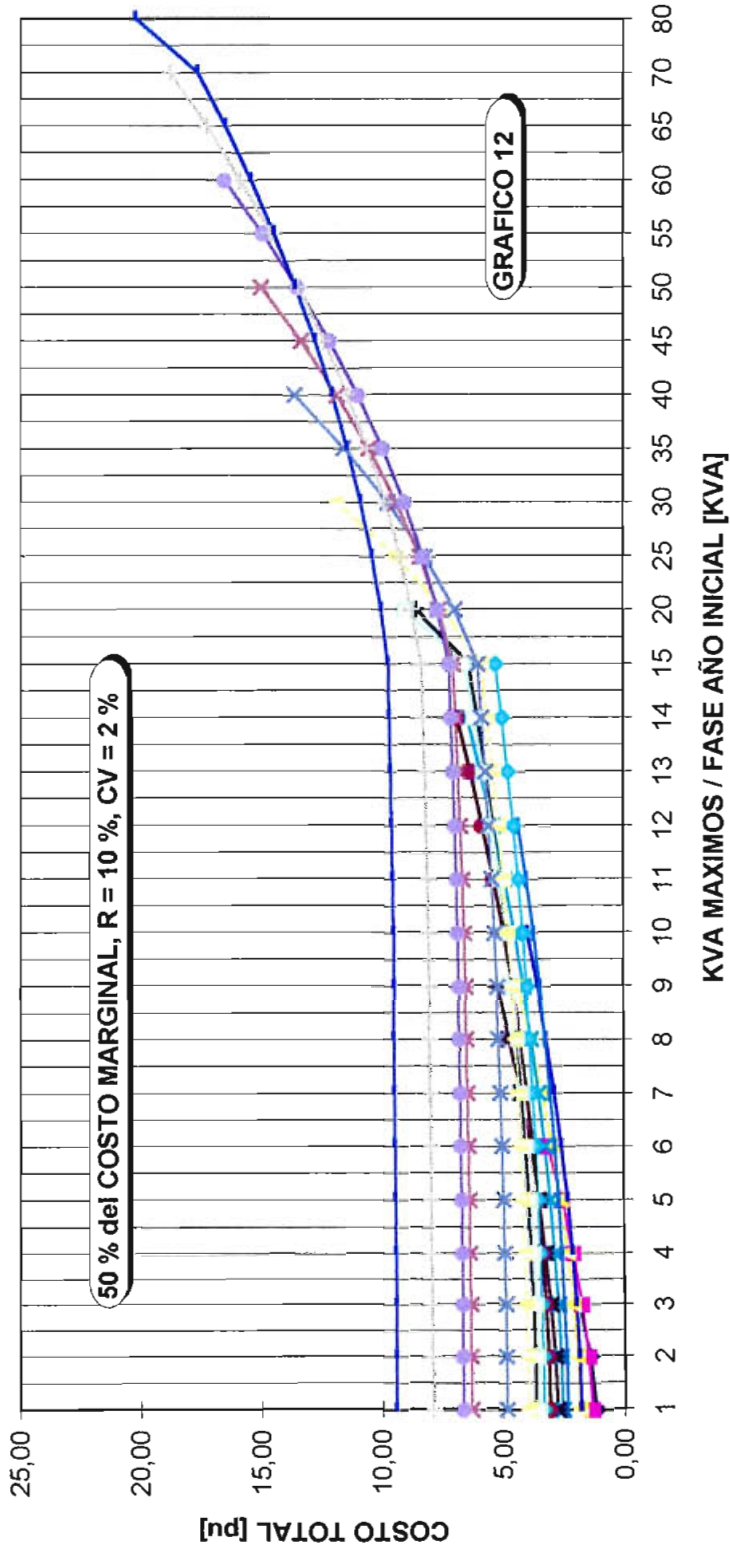
**CONDUCTOR ECONOMICO DE ACOMETIDAS DERIVADAS TRIFASICAS
LONG. = 20 m.
CLIENTE TIPO INDUSTRIAL**



**CONDUCTOR ECONOMICO DE ACOMETIDAS DERIVADAS DE REDES SECUNDARIAS
MONOFASICAS LONG. = 20 m.
CLIENTE TIPO INDUSTRIAL**



CONDUCTOR ECONOMICO DE ACOMETIDAS DERIVADAS DE REDES SECUNDARIAS TRIFASICAS
 LONG. 20 m.
 CLIENTE TIPO INDUSTRIAL



ANEXO 10:

CONDUCTOR ECONOMICO DE ACOMETIDAS.

RANGOS DE DEMANDAS PARA CONDUCTOR ECONOMICO DE ACOMETIDAS EN REDES MONOFASICAS									
CAIDA DE VOLTAJE = 2%, LONGITUD = 20 METROS.									
CONDUCTOR CALIBRE	RESIDENCIAL			COMERCIAL			INDUSTRIAL		
	COSTO MARGINAL			COSTO MARGINAL			COSTO MARGINAL		
TIPO	100%	50%	50%	100%	50%	50%	100%	50%	50%
SUCRE	KVA MAXIMOS AÑO INICIAL [KVA]								
2*10	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1
3*10	0 - 3,2	1,1 - 4,3	0 - 2,5	1,1 - 3,6	0 - 2,6	1,1 - 3,6	0 - 2,6	1,1 - 3,6	1,1 - 3,6
3*8	3,3 - 5	4,4 - 7	2,6 - 3,9	3,7 - 5,5	2,7 - 4	3,7 - 5,5	2,7 - 4	3,7 - 5,6	3,7 - 5,6
3*6	5,1 - 8,5	7,1 - 10	4 - 6,6	5,6 - 9,2	4,1 - 6,7	5,6 - 9,2	4,1 - 6,7	5,7 - 9,6	5,7 - 9,6
3*4	8,6 - 13	10,1 - 14	6,7 - 10,1	9,3 - 14	6,8 - 10,4	9,3 - 14	6,8 - 10,4	9,7 - 14	9,7 - 14
2*2 (4)	13,1 - 17,5	14,1 - 25	10,2 - 14	14,1 - 19	10,5 - 14,4	14,1 - 19	10,5 - 14,4	14,1 - 20	14,1 - 20
2*1/0 (2)	17,6 - 19	25,1 - 27,5	14,1 - 15	19,1 - 22	14,5 - 16	19,1 - 22	14,5 - 16	20,1 - 22	20,1 - 22
2*2/0 (1/0)	19,1 - 28	27,6 - 39	15,1 - 22	22,1 - 31	16,1 - 22	22,1 - 31	16,1 - 22	22,1 - 32	22,1 - 32
2*4/0 (1/0)	28,1 - 55	39,1 - 55	22,1 - 55	31,1 - 55	22,1 - 55	31,1 - 55	22,1 - 55	32,1 - 55	32,1 - 55

RANGOS DE DEMANDAS PARA CONDUCTOR ECONOMICO DE ACOMETIDAS EN REDES TRIFASICAS									
CAIDA DE VOLTAJE = 2%, LONGITUD = 20 METROS.									
CONDUCTOR CALIBRE	RESIDENCIAL			COMERCIAL			INDUSTRIAL		
	COSTO MARGINAL			COSTO MARGINAL			COSTO MARGINAL		
TIPO	100%	50%	50%	100%	50%	50%	100%	50%	50%
SUCRE	KVA MAXIMOS AÑO INICIAL [KVA]								
3*10 B	0 - 2	0 - 2,9	0 - 1,5	0 - 2,2	0 - 1,6	0 - 2,2	0 - 1,6	0 - 2,2	0 - 2,2
3*8 B	2,1 - 3,5	3 - 5	1,6 - 2,8	2,3 - 4	1,7 - 3	2,3 - 4	1,7 - 3	2,3 - 4	2,3 - 4
4*8	3,6 - 7,4	5,1 - 10	2,9 - 5,6	4,1 - 8	3,1 - 5,9	4,1 - 8	3,1 - 5,9	4,1 - 8	4,1 - 8
4*6	7,5 - 12	10,1 - 12	5,7 - 9,4	8,1 - 12	6 - 9,6	8,1 - 12	6 - 9,6	8,1 - 12	8,1 - 12
4*4	12,1 - 15	12,1 - 15	9,5 - 14,4	12,1 - 15	9,7 - 14,6	12,1 - 15	9,7 - 14,6	12,1 - 15	12,1 - 15
3*4 (6)	15,1 - 20	15,1 - 16	15,1 - 16	15,1 - 16	15,1 - 16
3*2 (4)	15,1 - 22,5	20,1 - 32	14,5 - 17,5	16,1 - 25	14,7 - 18	16,1 - 25	14,7 - 18	16,1 - 25	16,1 - 25
3*2/0 (2)	22,6 - 43	32,1 - 60	17,6 - 33	25,1 - 48	18,1 - 35	25,1 - 48	18,1 - 35	25,1 - 47,5	25,1 - 47,5
3*3/0 (1/0)	43,1 - 45	60,1 - 65	33,1 - 35	48,1 - 50	35,1 - 37	48,1 - 50	35,1 - 37	47,6 - 50	47,6 - 50
3*4/0 (1/0)	45,1 - 80	65,1 - 80	35,1 - 80	50,1 - 80	37,1 - 80	50,1 - 80	37,1 - 80	50,1 - 80	50,1 - 80

ANEXO 11:

**GUIAS TECNICO ECONOMICAS DE DISEÑO DE ACOMETIDAS DERIVADAS
DE REDES SECUNDARIAS MONOFASICAS Y TRIFASICAS.**

GUIA DE DISEÑO DE ACOMETIDAS MONOFASICAS TECNICO - ECONOMICAS
CAIDA DE VOLTAJE = 2 %, LONGITUD 20 METROS

RANGO DE APLICACION	RESIDENCIAL						COMERCIAL						INDUSTRIAL					
	COSTO MARGINAL 100%		COSTO MARGINAL 50%		COSTO MARGINAL 100%		COSTO MARGINAL 50%		COSTO MARGINAL 100%		COSTO MARGINAL 50%		COSTO MARGINAL 100%		COSTO MARGINAL 50%			
	2"8	2"10	2"8	3"10	2"10	2"8	2"10	2"8	2"10	2"8	2"10	2"8	2"10	2"8	2"10	2"8	2"10	
0-1	2"10	2"8	2"10	3"10	3"10	3"10	2"8	2"10	2"8	2"10	2"8	2"10	2"8	2"10	2"8	2"10		
1,1-2	3"10	2"8	3"10	3"8	3"10	3"8	3"8	3"10	3"8	3"10	3"8	3"10	3"8	3"10	3"8	3"10		
2,1-3	3"10	3"8	3"10	3"8	3"10	3"8	3"10	3"8	3"10	3"8	3"10	3"8	3"10	3"8	3"10	3"8		
3,1-4	3"8	3"10	3"6	3"6	3"6	3"6	3"8	3"6	3"6	3"6	3"6	3"6	3"6	3"6	3"6	3"6		
4,1-5	3"8	3"10	3"8	3"10	3"6	3"6	3"4	3"8	3"4	3"8	3"4	3"8	3"4	3"8	3"4	3"10		
5,1-6	3"6	3"8	3"4	3"6	3"6	3"6	3"4	3"8	3"4	3"8	3"4	3"8	3"4	3"8	3"4	3"4		
6,1-7	3"6	3"4	3"8	3"6	3"4	3"4	3"6	3"4	3"6	3"4	3"6	3"4	3"6	3"4	3"6	3"4		
7,1-8	3"6	3"4	2"4(6)	3"6	3"4	3"4	3"6	3"4	3"6	3"4	3"6	3"4	3"6	3"4	3"6	3"4		
8,1-9	3"4	3"6	2"4(6)	3"6	3"4	2"4(6)	3"4	3"6	3"4	3"6	3"4	3"6	3"4	3"6	3"4	2"4(6)		
9,1-10	3"4	3"6	2"2(4)	3"6	3"4	2"4(6)	3"4	3"6	3"4	3"6	3"4	3"6	3"4	3"6	3"4	2"4(6)		
10,1-11	3"4	2"2(4)	2"4(6)	2"4(6)	2"4(6)	2"4(6)	3"4	2"4(6)	2"4(6)	2"4(6)	2"4(6)	2"4(6)	2"4(6)	2"4(6)	2"4(6)	2"4(6)		
11,1-12	3"4	2"2(4)	2"4(6)	2"4(6)	2"4(6)	2"4(6)	3"4	2"4(6)	2"4(6)	2"4(6)	2"4(6)	2"4(6)	2"4(6)	2"4(6)	2"4(6)	2"4(6)		
12,1-13	3"4	2"2(4)	2"4(6)	2"4(6)	2"4(6)	2"4(6)	3"4	2"4(6)	2"4(6)	2"4(6)	2"4(6)	2"4(6)	2"4(6)	2"4(6)	2"4(6)	2"4(6)		
13,1-14	2"2(4)	3"4	2"10(2)	3"4	2"2(4)	2"2(4)	2"10(2)	2"2(4)	2"2(4)	2"2(4)	2"2(4)	2"2(4)	2"2(4)	2"2(4)	2"2(4)	2"4(6)		
14,1-15	2"2(4)	2"10(2)	2"20(10)	2"2(4)	2"10(2)	2"10(2)	2"4(6)	2"10(2)	2"4(6)	2"10(2)	2"4(6)	2"10(2)	2"4(6)	2"10(2)	2"4(6)	2"10(2)		
15,1-20	2"20(10)	2"10(2)	2"2(4)	2"2(4)	2"2(4)	2"2(4)	2"4(6)	2"20(10)	2"4(6)	2"20(10)	2"4(6)	2"20(10)	2"4(6)	2"20(10)	2"4(6)	2"10(2)		
20,1-25	2"20(10)	2"40(10)	2"30(10)	2"2(4)	2"20(10)	2"20(10)	2"40(10)	2"30(10)	2"20(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"10(2)		
25,1-30	2"40(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"30(10)	2"40(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"10(2)		
30,1-35	2"40(10)	2"30(10)	2"20(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"30(10)	2"40(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"10(2)		
35,1-40	2"40(10)	2"30(10)	2"20(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"30(10)	2"40(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"10(2)		
40,1-45	2"40(10)	2"30(10)	2"20(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"30(10)	2"40(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"10(2)		
45,1-50	2"40(10)	2"30(10)	2"20(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"30(10)	2"40(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"10(2)		
50,1-55	2"40(10)	2"30(10)	2"20(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"30(10)	2"40(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"20(10)	2"30(10)	2"10(2)		

GUIA DE DISEÑO DE ACOMETIDAS TRIFASICAS TECNICO - ECONOMICAS
CAIDA DE VOLTAJE = 2 %, LONGITUD 20 METROS

RANGO DE APLICACION	RESIDENCIAL				COMERCIAL				INDUSTRIAL				
	COSTO MARGINAL 100%		COSTO MARGINAL 50%		COSTO MARGINAL 100%		COSTO MARGINAL 50%		COSTO MARGINAL 100%		COSTO MARGINAL 50%		
	3*10 B	3*8 B	3*10 B	3*6 B	3*10 B	4*8	3*10 B	3*8 B	4*8	3*10 B	3*8 B	4*8	3*10 B
0-1	3*10 B	3*8 B	3*10 B	3*6 B	3*10 B	4*8	3*10 B	3*8 B	4*8	3*10 B	3*8 B	4*8	3*10 B
1,1-2	3*10 B	3*8 B	3*10 B	3*6 B	3*8 B	4*8	3*10 B	3*8 B	4*8	3*8 B	3*10 B	4*8	3*8 B
2,1-3	3*8 B	4*8	3*10 B	3*6 B	3*8 B	3*6 B	3*8 B	3*10 B	4*8	4*8	3*8 B	3*6 B	3*10 B
3,1-4	4*8	3*8 B	3*6 B	3*4 B	3*6 B	4*8	3*6 B	4*8	3*6 B	4*8	3*6 B	4*8	3*6 B
4,1-5	4*8	4*6	3*8 B	3*4 B	3*6 B	4*8	3*6 B	4*8	3*8 B	4*8	3*6 B	4*8	3*6 B
5,1-6	4*8	4*6	3*6 B	3*4 B	3*6 B	4*8	4*6	3*6 B	4*8	4*6	4*8	4*6	3*6 B
6,1-7	4*8	4*6	3*4 B	2*6(6) B	4*6	4*8	4*6	3*6 B	4*6	4*6	4*8	4*6	3*6 B
7,1-8	4*6	4*8	4*4	3*6 B	4*6	4*8	4*6	3*4 B	4*4	4*8	4*8	4*6	3*4 B
8,1-9	4*6	4*8	4*4	3*6 B	4*6	4*8	3*4(6)	4*6	4*4	4*6	3*4(6)	4*6	4*4
9,1-10	4*6	4*4	4*8	3*4 B	4*4	4*6	3*4(6)	4*6	4*4	4*6	3*4(6)	4*6	4*4
10,1-11	4*6	4*4	3*4(6)	3*4 B	4*4	4*6	3*4(6)	4*6	4*4	4*6	3*4(6)	4*6	4*4
11,1-12	4*4	4*4	3*2(4)	3*4 B	4*4	3*2(4)	3*4(6)	4*6	4*4	4*4	3*2(4)	4*6	3*4 B
12,1-13	4*4	3*4(6)	4*4	3*4 B	4*4	3*2(4)	3*4(6)	4*4	3*4(6)	4*4	3*2(4)	4*4	3*4(6)
13,1-14	4*4	3*4(6)	3*2(4)	3*4 B	4*4	3*2(4)	3*4(6)	4*4	3*4(6)	4*4	3*2(4)	4*4	3*4(6)
14,1-15	4*4	3*2(4)	3*4(6)	2*2(2) B	3*2(4)	4*4	3*2(4)	4*4	3*4(6)	3*2(4)	4*4	3*4(6)	3*2(4)
15,1-20	3*2(4)	3*2(4)	3*4(6)	2*2(2) B	3*2(4)	3*10(2)	3*2(4)	3*4(6)	3*4(6)	3*10(2)	3*2(4)	3*4(6)	3*10(2)
20,1-25	3*2(4)	3*10(2)	3*2(4)	3*10(2)	3*2(4)	3*30(10)	3*2(4)	3*10(2)	3*2(4)	3*10(2)	3*30(10)	3*2(4)	3*10(2)
25,1-30	3*2(4)	3*10(2)	3*2(4)	3*10(2)	3*2(4)	3*30(10)	3*2(4)	3*10(2)	3*2(4)	3*2(4)	3*30(10)	3*2(4)	3*2(4)
30,1-35	3*2(4)	3*30(10)	3*10(2)	3*10(2)	3*2(4)	3*30(10)	3*2(4)	3*10(2)	3*30(10)	3*2(4)	3*30(10)	3*2(4)	3*2(4)
35,1-40	3*2(4)	3*30(10)	3*40(10)	3*10(2)	3*2(4)	3*40(10)	3*2(4)	3*30(10)	3*10(2)	3*40(10)	3*2(4)	3*30(10)	3*10(2)
40,1-45	3*30(10)	3*40(10)	3*20(2)	3*10(2)	3*2(4)	3*30(10)	3*2(4)	3*30(10)	3*30(10)	3*40(10)	3*20(2)	3*30(10)	3*10(2)
45,1-50	3*40(10)	3*30(10)	3*20(2)	3*10(2)	3*2(4)	3*40(10)	3*20(2)	3*30(10)	3*40(10)	3*20(2)	3*40(10)	3*30(10)	3*40(10)
50,1-55	3*40(10)	3*30(10)	3*20(2)	3*10(2)	3*2(4)	3*40(10)	3*20(2)	3*30(10)	3*40(10)	3*20(2)	3*40(10)	3*30(10)	3*20(2)
55,1-60	3*40(10)	3*30(10)	3*20(2)	3*10(2)	3*2(4)	3*40(10)	3*20(2)	3*30(10)	3*40(10)	3*20(2)	3*40(10)	3*30(10)	3*20(2)
60,1-65	3*40(10)	3*30(10)	3*20(2)	3*10(2)	3*2(4)	3*40(10)	3*20(2)	3*30(10)	3*40(10)	3*20(2)	3*40(10)	3*30(10)	3*20(2)
65,1-70	3*40(10)	3*30(10)	3*20(2)	3*10(2)	3*2(4)	3*40(10)	3*20(2)	3*30(10)	3*40(10)	3*20(2)	3*40(10)	3*30(10)	3*20(2)
70,1-80	3*40(10)	3*30(10)	3*20(2)	3*10(2)	3*2(4)	3*40(10)	3*20(2)	3*30(10)	3*40(10)	3*20(2)	3*40(10)	3*30(10)	3*20(2)

ANEXO 12:

ESTRUCTURAS TIPO (KITS) DE ACOMETIDAS, MEDIDORES Y PROTECCIONES.

DESGLOSE DE MATERIALES PARA CADA KIT

PARA OBTENER EL LISTADO COMPLETO DE MATERIALES PARA UNA ACOMETIDA SE DEBEN UNIR LOS LISTADOS DE MATERIALES DE LOS KITS DE ACOMETIDA, ACCESORIOS, MEDIDOR Y PROTECCIONES

KIT DE ACOMETIDA

AC5 3*8 MULT, AEREA-AEREA, 4.10 - 7.00 KVA

AEREA, MONOF. A 3 HILOS o BIFASICA A 3 HILOS, DEMANDA 4.10 A 7.00 KVA

CODIGO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	UNIDAD	CANT	COSTO
01210333	MULTICONDUCTOR DE COBRE 3 X 8 AWG	METRO	20,00	6.786,00
02107017	PINZAS METALICAS DE 18 -23 mm	C/U	2,00	4.858,00
04608005	ABRAZADERA GALVANIZADA, DIAMETRO 1/2"	C/U	7,00	113,40
07302916	ALAMBRE GALVANIZADO No. 16	LIBRA	1,00	920,00
02249607	CLAVOS DE 2 1/2"	LIBRA	0,25	2.190,00
02402309	CONECTOR R/P CU-AL 8-2/0	C/U	3,00	4.100,00
COSTO TOTAL				159.997

KIT DE ACOMETIDA

AC6 3*6 MULT, AEREA-AEREA, 7.10 - 10.00 KVA

AEREA, MONOF. A 3 HILOS o BIFASICA A 3 HILOS, DEMANDA 7.10 A 10.00 KVA

CODIGO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	UNIDAD	CANT	COSTO
01210335	MULTICONDUCTOR DE COBRE 3 X 6 AWG	METRO	20,00	9.687,00
02107017	PINZAS METALICAS DE 18 -23 mm	C/U	2,00	4.858,00
04608007	ABRAZADERA GALVANIZADA, DIAMETRO 5/8"	C/U	7,00	127,05
07302916	ALAMBRE GALVANIZADO No. 16	LIBRA	1,00	920,00
02249607	CLAVOS DE 2 1/2"	LIBRA	0,25	2.190,00
02402309	CONECTOR R/P CU-AL 8-2/0	C/U	3,00	4.100,00
COSTO TOTAL				218.113

KIT DE ACOMETIDA

AC7 3*4 MULT, AEREA-AEREA, 10.10 - 14.00 KVA

AEREA, MONOF. A 3 HILOS o BIFASICA A 3 HILOS, DEMANDA 10.10 A 14.00 KVA

CODIGO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	UNIDAD	CANT	COSTO
01210337	MULTICONDUCTOR DE COBRE 3 X 4 AWG	METRO	20,00	14.786,00
02107019	PINZAS METALICAS DE 24 -28 mm	C/U	2,00	6.316,00
04608009	ABRAZADERA GALVANIZADA, DIAMETRO 3/4"	C/U	7,00	147,00
07302916	ALAMBRE GALVANIZADO No. 16	LIBRA	1,00	920,00
02249607	CLAVOS DE 2 1/2"	LIBRA	0,25	2.190,00
02402309	CONECTOR R/P CU-AL 8-2/0	C/U	3,00	4.100,00
COSTO TOTAL				323.149

DESGLOSE DE MATERIALES PARA CADA KIT

PARA OBTENER EL LISTADO COMPLETO DE MATERIALES PARA UNA ACOMETIDA SE DEBEN UNIR LOS LISTADOS DE MATERIALES DE LOS KITS DE ACOMETIDA, ACCESORIOS, MEDIDOR Y PROTECCIONES

KIT DE ACOMETIDA

AC8 2*4(6) TTU, AEREA-SUBTERR, 0.10 - 15.00 KVA

AEREA-SUBTERR, MONOF. 3 HILOS, DEMANDA 0.10 A 15.00 KVA

CODIGO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	UNIDAD	CANT	COSTO
02357201	ABRAZ. FLEJE 1.6 * 25 MM Y 170 MM TUB	C/U	1,00	1.875,00
07500510	TUBO DE HIERRO GALVANIZADO DE 1 1/2"	C/U	1,00	47.880,00
02402309	CONECTOR R/P CU-AL 8-2/0	C/U	3,00	4.100,00
01210137	CONDUCTOR DE COBRE No. 4 AWG TTU	METRO	40,00	3.618,00
01030235	CONDUCTOR DESNUDO DE COBRE No. 6 AWG	METRO	20,00	1.635,00
02702502	PLANCHA DE MARMOL TRIFASICA	C/U	1,00	10.915,00
02231213	PIHUELOS DE BRONCE	C/U	4,00	4.120,00
04400109	FUSIBLE DE ALUMINIO No. 80 A	METRO	0,40	620,00
02415712	TERMINALES PLANOS DE 35 mm	C/U	4,00	1.915,00
02357202	ABRAZ. FLEJE 1.6 * 25 MM Y 200 MM TUB	C/U	1,00	1.875,00
02357203	ABRAZ. FLEJE 1.6 * 25 MM Y 280 MM TUB	C/U	1,00	1.875,00
COSTO TOTAL				278.528

AC9 2*2(4) TTU, AEREA-SUBTERR, 14.10 - 25.00 KVA

AEREA-SUBTERR, MONOF. 3 HILOS, DEMANDA 14.10 A 25.00 KVA

CODIGO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	UNIDAD	CANT	COSTO
02357201	ABRAZ. FLEJE 1.6 * 25 MM Y 170 MM TUB	C/U	1,00	1.875,00
07500510	TUBO DE HIERRO GALVANIZADO DE 1 1/2"	C/U	1,00	47.880,00
02402309	CONECTOR R/P CU-AL 8-2/0	C/U	3,00	4.100,00
01270139	CONDUCTOR DE COBRE No. 2 AWG TTU	METRO	40,00	5.405,00
01030237	CONDUCTOR DESNUDO DE COBRE No. 4 AWG	METRO	20,00	2.540,00
02702502	PLANCHA DE MARMOL TRIFASICA	C/U	1,00	10.915,00
02231213	PIHUELOS DE BRONCE	C/U	4,00	4.120,00
04400109	FUSIBLE DE ALUMINIO No. 80 A	METRO	0,40	620,00
02415712	TERMINALES PLANOS DE 35 mm	C/U	4,00	1.915,00
02357202	ABRAZ. FLEJE 1.6 * 25 MM Y 200 MM TUB	C/U	1,00	1.875,00
02357203	ABRAZ. FLEJE 1.6 * 25 MM Y 280 MM TUB	C/U	1,00	1.875,00
COSTO TOTAL				368.108

KIT DE ACOMETIDA

AC10 2*1/0(2) TTU, AEREA-SUBTERR, 0.10 - 35.00 KVA

AEREA-SUBTERR, MONOF. 3 HILOS, DEMANDA 0.10 A 35.00 KVA

CODIGO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	UNIDAD	CANT	COSTO
02357201	ABRAZ. FLEJE 1.6 * 25 MM Y 170 MM TUB	C/U	1,00	1.875,00
07500512	TUBO DE HIERRO GALVANIZADO DE 2"	C/U	1,00	58.175,25
02402309	CONECTOR R/P CU-AL 8-2/0	C/U	3,00	4.100,00
01210141	CONDUCTOR DE COBRE No. 1/0 AWG TTU	METRO	40,00	8.392,00
01030239	CONDUCTOR DESNUDO DE COBRE No. 2 AWG	METRO	20,00	4.026,00
02628302	BASE PORTAFUSIBLE NH 160 A	C/U	2,00	15.401,00
02628054	FUSIBLE TIPO N-H DE 125 A	C/U	2,00	8.470,00
02415713	TERMINALES PLANOS DE 50 mm	C/U	4,00	1.915,00
02357202	ABRAZ. FLEJE 1.6 * 25 MM Y 200 MM TUB	C/U	1,00	1.875,00
02357203	ABRAZ. FLEJE 1.6 * 25 MM Y 280 MM TUB	C/U	1,00	1.875,00
COSTO TOTAL				547.702

DESGLOSE DE MATERIALES PARA CADA KIT

PARA OBTENER EL LISTADO COMPLETO DE MATERIALES PARA UNA ACOMETIDA SE DEBEN UNIR LOS LISTADOS DE MATERIALES DE LOS KITS DE ACOMETIDA, ACCESORIOS, MEDIDOR Y PROTECCIONES

KIT DE ACOMETIDA

AC14 2*2(4) TTU, TRAF0-SUBTERR, 1F-3H, 0.10 A 25.00 KVA

TRAF0-SUBTERR, MONOF. 3 HILOS, DEMANDA 0.10 A 25.00 KVA

CODIGO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	UNIDAD	CANT	COSTO
02357201	ABRAZ. FLEJE 1.6 * 25 MM Y 170 MM TUB	C/U	1,00	1.875,00
07500510	TUBO DE HIERRO GALVANIZADO DE 1 1/2"	C/U	1,00	47.880,00
02402309	CONECTOR R/P CU-AL 8-2/0	C/U	3,00	4.100,00
01270139	CONDUCTOR DE COBRE No. 2 AWG TTU	METRO	40,00	5.405,00
01030237	CONDUCTOR DESNUDO DE COBRE No. 4 AWG	METRO	20,00	2.540,00
02415712	TERMINALES PLANOS DE 35 mm	C/U	2,00	1.915,00
02357202	ABRAZ. FLEJE 1.6 * 25 MM Y 200 MM TUB	C/U	1,00	1.875,00
02357203	ABRAZ. FLEJE 1.6 * 25 MM Y 280 MM TUB	C/U	1,00	1.875,00
COSTO TOTAL				336.635

AC15 2*1/0(2) TTU, TRAF0-SUBTERR, 1F-3H, 0.10 A 35.00 KVA

TRAF0-SUBTERR, MONOF. 3 HILOS, DEMANDA 0.10 A 35.00 KVA

CODIGO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	UNIDAD	CANT	COSTO
02357201	ABRAZ. FLEJE 1.6 * 25 MM Y 170 MM TUB	C/U	1,00	1.875,00
07500512	TUBO DE HIERRO GALVANIZADO DE 2"	C/U	1,00	58.175,25
02402309	CONECTOR R/P CU-AL 8-2/0	C/U	3,00	4.100,00
01210141	CONDUCTOR DE COBRE No. 1/0 AWG TTU	METRO	40,00	8.392,00
01030239	CONDUCTOR DESNUDO DE COBRE No. 2 AWG	METRO	20,00	4.026,00
02415713	TERMINALES PLANOS DE 50 mm	C/U	2,00	1.915,00
02357202	ABRAZ. FLEJE 1.6 * 25 MM Y 200 MM TUB	C/U	1,00	1.875,00
02357203	ABRAZ. FLEJE 1.6 * 25 MM Y 280 MM TUB	C/U	1,00	1.875,00
COSTO TOTAL				496.130

AC16 2*2/0(2) TTU, TRAF0-SUBTERR, 1F-3H, 0.10 A 35.00 KVA

TRAF0-SUBTERR, MONOF. 3 HILOS, DEMANDA 0.10 A 35.00 KVA

CODIGO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	UNIDAD	CANT	COSTO
02357201	ABRAZ. FLEJE 1.6 * 25 MM Y 170 MM TUB	C/U	1,00	1.875,00
07500512	TUBO DE HIERRO GALVANIZADO DE 2"	C/U	1,00	58.175,25
02402309	CONECTOR R/P CU-AL 8-2/0	C/U	3,00	4.100,00
01210142	CONDUCTOR DE COBRE No. 2/0 AWG TTU	METRO	40,00	10.332,00
01030239	CONDUCTOR DESNUDO DE COBRE No. 2 AWG	METRO	20,00	4.026,00
02415713	TERMINALES PLANOS DE 50 mm	C/U	2,00	1.915,00
02357202	ABRAZ. FLEJE 1.6 * 25 MM Y 200 MM TUB	C/U	1,00	1.875,00
02357203	ABRAZ. FLEJE 1.6 * 25 MM Y 280 MM TUB	C/U	1,00	1.875,00
COSTO TOTAL				573.730

DESGLOSE DE MATERIALES PARA CADA KIT

PARA OBTENER EL LISTADO COMPLETO DE MATERIALES PARA UNA ACOMETIDA SE DEBEN UNIR LOS LISTADOS DE MATERIALES DE LOS KITS DE ACOMETIDA, ACCESORIOS, MEDIDOR Y PROTECCIONES

KIT ACOMETIDA

AC23 3*2(4) TTU, AEREA-SUBTERR, 20.01 A 30.00 KVA

AEREA-SUBTER, TRIFASICA, 4 HILOS, DEMANDA 20.01 A 30.00 KVA

CODIGO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	UNIDAD	CANT	COSTO
02357201	ABRAZ. FLEJE 1.6 * 25 MM Y 170 MM TUB	C/U	1,00	1.875,00
07500512	TUBO DE HIERRO GALVANIZADO DE 2"	C/U	1,00	58.175,25
02402309	CONECTOR R/P CU-AL 8-2/0	C/U	4,00	4.100,00
01270139	CONDUCTOR DE COBRE No. 2 AWG TTU	METRO	60,00	5.405,00
01030237	CONDUCTOR DESNUDO DE COBRE No. 4 AWG	METRO	20,00	2.540,00
02702502	PLANCHA DE MARMOL TRIFASICA	C/U	1,00	10.915,00
02231213	PIHUELOS DE BRONCE	C/U	6,00	4.120,00
04400109	FUSIBLE DE ALUMINIO No. 80 A	METRO	0,20	620,00
02415712	TERMINALES PLANOS DE 35 mm	C/U	6,00	1.915,00
02357202	ABRAZ. FLEJE 1.6 * 25 MM Y 200 MM TUB	C/U	1,00	1.875,00
02357203	ABRAZ. FLEJE 1.6 * 25 MM Y 280 MM TUB	C/U	1,00	1.875,00
COSTO TOTAL				502.549

KIT ACOMETIDA

AC24 3*1/0(2) TTU, AEREA-SUBTERR, 30.00 A 40.00 KVA

AEREA-SUBTER, TRIFASICA, 4 HILOS, DEMANDA 30.00 A 40.00 KVA

CODIGO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	UNIDAD	CANT	COSTO
02357201	ABRAZ. FLEJE 1.6 * 25 MM Y 170 MM TUB	C/U	1,00	1.875,00
07500512	TUBO DE HIERRO GALVANIZADO DE 2"	C/U	1,00	58.175,25
02402309	CONECTOR R/P CU-AL 8-2/0	C/U	4,00	4.100,00
01210141	CONDUCTOR DE COBRE No. 1/0 AWG TTU	METRO	60,00	8.392,00
01030239	CONDUCTOR DESNUDO DE COBRE No. 2 AWG	METRO	20,00	4.026,00
04604801	PROTECCIONES DE HIERRO TOL, GRANDES	C/U	1,00	31.430,00
02628302	BASE PORTAFUSIBLE NH 160 A	C/U	3,00	15.401,00
02628054	FUSIBLE TIPO N-H DE 125 A	C/U	3,00	8.470,00
02415713	TERMINALES PLANOS DE 50 mm	C/U	6,00	1.915,00
02357202	ABRAZ. FLEJE 1.6 * 25 MM Y 200 MM TUB	C/U	1,00	1.875,00
02357203	ABRAZ. FLEJE 1.6 * 25 MM Y 280 MM TUB	C/U	1,00	1.875,00
COSTO TOTAL				778.773

KIT ACOMETIDA

AC25 3*2/0(2) TTU, AEREA-SUBTERR, 0.10 A 50.00 KVA

AEREA-SUBTER, TRIFASICA, 4 HILOS, DEMANDA 0.10 A 50.00 KVA

CODIGO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	UNIDAD	CANT	COSTO
02357201	ABRAZ. FLEJE 1.6 * 25 MM Y 170 MM TUB	C/U	1,00	1.875,00
07500512	TUBO DE HIERRO GALVANIZADO DE 2"	C/U	1,00	58.175,25
02402309	CONECTOR R/P CU-AL 8-2/0	C/U	4,00	4.100,00
01210142	CONDUCTOR DE COBRE No. 2/0 AWG TTU	METRO	60,00	10.332,00
01030239	CONDUCTOR DESNUDO DE COBRE No. 2 AWG	METRO	20,00	4.026,00
04604801	PROTECCIONES DE HIERRO TOL, GRANDES	C/U	1,00	31.430,00
02628302	BASE PORTAFUSIBLE NH 160 A	C/U	3,00	15.401,00
02628054	FUSIBLE TIPO N-H DE 125 A	C/U	3,00	8.470,00
02415713	TERMINALES PLANOS DE 50 mm	C/U	6,00	1.915,00
02357202	ABRAZ. FLEJE 1.6 * 25 MM Y 200 MM TUB	C/U	1,00	1.875,00
02357203	ABRAZ. FLEJE 1.6 * 25 MM Y 280 MM TUB	C/U	1,00	1.875,00
COSTO TOTAL				895.173

ANEXO 13:

SELECCION DE SISTEMAS TECNICO ECONOMICOS DE ACOMETIDAS.

TABLA DE SELECCION DE SISTEMAS DE ACOMETIDAS TECNICO ECONOMICOS, ALIMENTADAS DESDE REDES MONOFASICAS

TIPO DE USUARIO	CARGA INSTALADA (CI)		FACTOR DE DEMANDA (FD)		DEMANDA MAXIMA ACTUAL (DMU)		FACTOR DE POTENCIA (Fp)		DEMANDA MAXIMA ACTUAL (DMU)		ACOMETIDA ECONOMICA		PROTECCION		MEDIDOR TECNICO ECONOMICO
	KW		KW		KW		KW		KVA		TIPO DE CONDUCTOR	TECNICA ECONOMICA		TECNICA ECONOMICA	
												CALIBRE AWG			
RESIDENCIAL															
C.I. ENTRE 0.10 Y 1.5 KW	1.03	0.81	0.83	0.95	0.88	MULTICONDUCTOR	2*10	1*30	1F-2H-15/60A 120V						
C.I. ENTRE 1.51 Y 2.0 KW	1.78	0.68	1.23	0.95	1.29	MULTICONDUCTOR	3*10	2*30	2F-3H-15/60A 210/121V						
C.I. ENTRE 2.1 Y 3.0 KW	2.36	0.65	1.53	0.95	1.61	MULTICONDUCTOR	3*10	2*30	2F-3H-15/60A 210/121V						
C.I. ENTRE 3.1 Y 4.5 KW	4.01	0.55	2.21	0.95	2.32	MULTICONDUCTOR	3*10	2*30	2F-3H-15/60A 210/121V						
C.I. ENTRE 4.6 Y 6.0 KW	4.87	0.55	2.68	0.95	2.82	MULTICONDUCTOR	3*10	2*30	2F-3H-15/60A 210/121V						
C.I. ENTRE 6.1 Y 8.0 KW	7.09	0.50	3.55	0.95	3.73	MULTICONDUCTOR	3*10	2*30	2F-3H-15/60A 210/121V						
C.I. ENTRE 8.10 Y 12.0 KW	10.89	0.45	4.90	0.95	5.16	MULTICONDUCTOR	3*8	2*40	2F-3H-15/60A 210/121V						
C.I. ENTRE 12.1 Y 18.0 KW	13.19	0.45	5.94	0.95	6.25	MULTICONDUCTOR	3*8	2*40	2F-3H-15/60A 210/121V						
C.I. ENTRE 18.1 Y 25.0 KW	21.25	0.37	7.86	0.95	8.28	MULTICONDUCTOR	3*6	2*50	2F-3H-15/60A 210/121V						
C.I. ENTRE 25.1 Y 35.0 KW	33.20	0.37	12.28	0.95	12.93	MULTICONDUCTOR	3*4	2*70	2F-3H-15/60A 210/121V						
MAYOR A 35.00 KW BASARSE EN DEMANDA MAXIMA ACTUAL															
COMERCIAL															
SIN DEM. C.I. ENTRE 0.1 Y 1.5 KW	1.00	0.90	0.90	0.90	1.00	MULTICONDUCTOR	3*10	2*30	2F-3H-15/60A 210/121V						
SIN DEM. C.I. ENTRE 1.51 Y 2.0 KW	1.50	0.90	1.35	0.90	1.50	MULTICONDUCTOR	3*10	2*30	2F-3H-15/60A 210/121V						
SIN DEM. C.I. ENTRE 2.1 Y 3.0 KW	2.50	0.90	2.25	0.90	2.50	MULTICONDUCTOR	3*8	2*40	2F-3H-15/60A 210/121V						
SIN DEM. C.I. ENTRE 3.1 Y 4.5 KW	3.50	0.90	3.15	0.90	3.50	MULTICONDUCTOR	3*6	2*50	2F-3H-15/60A 210/121V						
SIN DEM. C.I. ENTRE 4.51 Y 6.0 KW	5.00	0.90	4.50	0.90	5.00	MULTICONDUCTOR	3*6	2*50	2F-3H-15/60A 210/121V						
SIN DEM. C.I. ENTRE 6.1 Y 8.0 KW	7.00	0.90	6.30	0.90	7.00	MULTICONDUCTOR	3*4	2*70	2F-3H-15/60A 210/121V						
SIN DEM. C.I. ENTRE 8.1 Y 10.0 KW	9.00	0.90	8.10	0.90	9.00	MULTICONDUCTOR	3*4	2*70	2F-3H-15/60A 210/121V						
CON DEM. C.I. ENTRE 10.1 Y 15.0 KW	12.00	0.80	9.60	0.90	10.67	TTU	2*2(4)	2*100	2F-3H-15/60A 210/121V						
CON DEM. C.I. ENTRE 15.1 Y 18.0 KW	16.00	0.80	12.80	0.90	14.22	TTU	2*10(2)	NH0-100 A	2F-3H-15/60A 210/121V						
MAYOR A 18.00 KW BASARSE EN DEMANDA MAXIMA ACTUAL															

NOTA:

1.- PARA CALCULO DE DEMANDAS DE CLIENTES TIPO INDUSTRIAL, ENTIDAD OFICIAL, ASISTENCIA SOCIAL, BENEFICIO PUBLICO, SE RECOMIENDA UTILIZAR LOS VALORES DEL CLIENTE COMERCIAL.

2.- PARA EL CALCULO DE DEMANDAS DE SERVICIOS GENERALES Y BOMBAS DE AGUA SE PROCEDE L. LA SIGUIENTE MANERA:

2.1.- SI ESTOS PERTENECEN A UN EDIFICIO DE RESIDENCIAS SE TOMARA COMO OTRO CLIENTE RESIDENCIAL

2.2.- SI SE TRATA DE UN EDIFICIO DE OFICINAS O RESIDENCIAL-COMERCIAL, SE TOMERA EN CUENTA COMO OTRO COMERCIAL.

TABLA DE SELECCION DE SISTEMAS DE ACOMETIDAS TECNICO ECONOMICOS, ALIMENTADAS DESDE REDES TRIFASICAS

TIPO DE USUARIO	CARGA INSTALADA (CI)		FACTOR DE DEMANDA (FD)		DEMANDA MAXIMA ACTUAL (DMU)		FACTOR DE POTENCIA (Fp)		DEMANDA MAXIMA ACTUAL (DMU)		ACOMETIDA ECONOMICA		PROTECCION		MEDIDOR
	KW		KW		KW		KVA		KVA		TECNICA		ECONOMICA		
	KW		KW		KW		KVA		KVA		TIPO DE CONDUCTOR		CALIBRE AWG		
RESIDENCIAL															
C.I. ENTRE 0.10 Y 1.5 KW	1.03		0.81	0.83	0.95	0.88					MULTICOONDUCTOR	3*10 B	2*30		2F-3H-15/60A 210/121V
C.I. ENTRE 1.51 Y 2.0 KW	1.78		0.69	1.23	0.95	1.29					MULTICOONDUCTOR	3*10 B	2*30		2F-3H-15/60A 210/121V
C.I. ENTRE 2.1 Y 3.0 KW	2.36		0.65	1.53	0.95	1.61					MULTICOONDUCTOR	3*10 B	2*30		2F-3H-15/60A 210/121V
C.I. ENTRE 3.1 Y 4.5 KW	4.01		0.55	2.21	0.95	2.32					MULTICOONDUCTOR	3*10 B	2*30		2F-3H-15/60A 210/121V
C.I. ENTRE 4.6 Y 6.0 KW	4.87		0.55	2.68	0.95	2.82					MULTICOONDUCTOR	3*10 B	2*30		2F-3H-15/60A 210/121V
C.I. ENTRE 6.1 Y 8.0 KW	7.09		0.50	3.55	0.95	3.73					MULTICOONDUCTOR	3*8 B	2*40		2F-3H-15/60A 210/121V
C.I. ENTRE 8.10 Y 12.0 KW	10.89		0.45	4.90	0.95	5.16					MULTICOONDUCTOR	3*8 B	2*40		2F-3H-15/60A 210/121V
C.I. ENTRE 12.1 Y 18.0 KW	13.19		0.45	5.94	0.95	6.25					MULTICOONDUCTOR	3*6 B	2*50		2F-3H-15/60A 210/121V
C.I. ENTRE 18.1 Y 25.0 KW	21.25		0.37	7.86	0.95	8.28					MULTICOONDUCTOR	4*8	3*40		3F-4H-15/60A 210/121 V
C.I. ENTRE 25.1 Y 35.0 KW	33.20		0.37	12.28	0.95	12.93					MULTICOONDUCTOR	4*4	3*70		3F-4H-15/60A 210/121 V
MAYOR A 35.00 KW BASARSE EN DEMANDA MAXIMA ACTUAL															
COMERCIAL															
SIN DEM. C.I. ENTRE 0.1 Y 1.5 KW	1.00		0.90	0.90	0.90	1.00					MULTICOONDUCTOR	3*10 B	2*30		2F-3H-15/60A 210/121V
SIN DEM. C.I. ENTRE 1.51 Y 2.0 KW	1.50		0.90	1.35	0.90	1.50					MULTICOONDUCTOR	3*8 B	2*40		2F-3H-15/60A 210/121V
SIN DEM. C.I. ENTRE 2.1 Y 3.0 KW	2.50		0.90	2.25	0.90	2.50					MULTICOONDUCTOR	4*8	3*40		3F-4H-15/60A 210/121 V
SIN DEM. C.I. ENTRE 3.1 Y 4.5 KW	3.50		0.90	3.15	0.90	3.50					MULTICOONDUCTOR	4*8	3*40		3F-4H-15/60A 210/121 V
SIN DEM. C.I. ENTRE 4.51 Y 6.0 KW	5.00		0.90	4.50	0.90	5.00					MULTICOONDUCTOR	4*8	3*40		3F-4H-15/60A 210/121 V
SIN DEM. C.I. ENTRE 6.1 Y 8.0 KW	7.00		0.90	6.30	0.90	7.00					MULTICOONDUCTOR	4*6	3*50		3F-4H-15/60A 210/121 V
SIN DEM. C.I. ENTRE 8.1 Y 10.0 KW	9.00		0.90	8.10	0.90	9.00					MULTICOONDUCTOR	4*6	3*50		3F-4H-15/60A 210/121 V
CON DEM. C.I. ENTRE 10.1 Y 15.0 KW	12.00		0.80	9.60	0.90	10.67					MULTICOONDUCTOR	4*4	3*70		3F-4H-15/60A 210/121 V
CON DEM. C.I. ENTRE 15.1 Y 18.0 KW	16.00		0.80	12.80	0.90	14.22					TTU	3*2(4)	3*100		3F-4H-15/60A 210/121 V
MAYOR A 18.00 KW BASARSE EN DEMANDA MAXIMA ACTUAL															

NOTA:

1.- PARA CALCULO DE DEMANDAS DE CLIENTES TIPO INDUSTRIAL, ENTIDAD OFICIAL, ASISTENCIA SOCIAL, BENEFICIO PUBLICO, SE RECOMIENDA UTILIZAR LOS VALORES DEL CLIENTE COMERCIAL.

2.- PARA EL CALCULO DE DEMANDAS DE SERVICIOS GENERALES Y BOMBAS DE AGUA SE PROCEDI DE LA SIGUIENTE MANERA:

2.1- SI ESTOS PERTENECEN A UN EDIFICIO DE RESIDENCIAS SE TOMARA COMO OTRO CLIENTE RESIDENCIAL

2.2- SI SE TRATA DE UN EDIFICIO DE OFICINAS O RESIDENCIAL-COMERCIAL, SE TOMARA EN CUENTA COMO OTRO COMERCIAL.

ANEXO 14:

INSTRUCTIVO PARA TECNICOS DE LA E.E.Q.S.A,

RESUMEN DE KITS

PARA DETERMINAR EL SISTEMA DE ACOMETIDA DE UNA INSTALACION SE ESCOGEN PRIMERO LOS KITS DE MEDIDOR, ACCESORIOS, PROTECCION Y ACOMETIDA, PARA LUEGO SUMAR LOS MATERIALES Y FORMAR EL LISTADO TOTAL DE MATERIALES A UTILIZAR.

KITS DE MEDIDORES			KIT NUMERO	DESCRIPCION
CAMINO DE ACCESO				TIPO DE MEDIDOR
DEMANDA KVA	# DE FASES	NIVEL DE TENSION		
0.10 - 4.50	MONOFASICO	120 V	01	1F-2H-15/60A 120V
0.10 - 15.00	BIFASICO	240/120 V	02	2F-3H-15/60 A 210/121 V, O, 20/80 A
15.10 - 39.99	BIFASICO	240/120 V	05	3F-4H-75/150 A 210/121 V
40.00 ó MAS	BIFASICO	240/120 V	06	3F-4H-3*127/220V 5A
0.10 - 22.00	TRIFASICO	210/121 V	03	3F-4H-15/60 A 210/121 V
22.10 - 54.00	TRIFASICO	210/121 V	04	3F-4H-75/150 A 210/121 V
40.00 ó MAS	TRIFASICO	240/120 V	06	3F-4H-3*127/220V 5A

KITS DE PROTECCION DEL MEDIDOR				KIT NUMERO	DESCRIPCION
CAMINO DE ACCESO			TIPO DE PROTECCION		
DEMANDA KVA	NUMERO DE FASES	NIVEL DE TENSION			
SIN PROTECCION			01	SIN MATERIAL	
0.10 - 3.00	MONOFASICO	120 V	02	1*30 A	
3.01 - 4.50	MONOFASICO	120 V	03	1*40 A	
0.10 - 6.00	BIFASICO	240/120 V o 210/121 V	04	2*30 A	
6.01 - 8.00	BIFASICO	240/120 V o 210/121 V	05	2*40 A	
8.01 - 10.50	BIFASICO	240/120 V o 210/121 V	06	2*50 A	
10.51 - 15.00	BIFASICO	240/120 V o 210/121 V	07	2*60 A	
15.01 - 28.00	BIFASICO	240/120 V	08	FUS 80 A	
28.01 - 39.99	BIFASICO	240/120 V	09	FUS 120 A	
40.00 o MAS	BIFASICO	240/120 V	10	CLIENTE	
0.10 - 10.50	TRIFASICO	210/121 V	11	3*30 A	
10.51 - 13.00	TRIFASICO	210/121 V	12	3*40 A	
13.01 - 17.00	TRIFASICO	210/121 V	13	3*50 A	
17.01 - 22.00	TRIFASICO	210/121 V	14	3*60 A	
22.01 - 28.00	TRIFASICO	210/121 V	15	3*70 A	
28.01 - 36.00	TRIFASICO	210/121 V	16	FUS 80 A	
36.01 - 54.00	TRIFASICO	210/121 V	17	FUS 120 A	
54.01 ó MAS	TRIFASICO	210/121 V	18	CLIENTE	

KITS DE ACOMETIDAS					
CAMINO DE ACCESO			KIT NUMERO	TIPO Y CALIBRE DEL CONDUCTOR	
# FASES ACOME.	DERIVACION DESDE LA RED A LA CARGA	DEMANDA (KVA)		CALIBRE (AWG)	TIPO
SIN ACOMETIDA			01	SIN MATERIALES	
MONOFASICA	AEREA - AEREA	0.10 - 1.00	02	2*10	MULTICONDUCTOR
MONOFASICA	AEREA - AEREA	1.10 - 2.00	03	2*8 *	MULTICONDUCTOR
BIFASICA	AEREA - AEREA	2.10 - 4.00	04	3*10	MULTICONDUCTOR
BIFASICA	AEREA - AEREA	4.10 - 7.00	05	3*8	MULTICONDUCTOR
BIFASICA	AEREA - AEREA	7.10 - 10.00	06	3*6	MULTICONDUCTOR
BIFASICA	AEREA - AEREA	10.10 - 14.00	07	3*4	MULTICONDUCTOR
BIFASICA	AEREA - SUBTERRANEA	0.10 - 15.00	08	2*4(6) *	TTU
BIFASICA	AEREA - SUBTERRANEA	14.10 - 25.00	09	2*2(4)	TTU
BIFASICA	AEREA - SUBTERRANEA	0.10 - 35.00	10	2*1/0(2) *	TTU
BIFASICA	SUBTERR-SUBTERRANEA	0.10 - 15.00	11	2*4(6) *	TTU
BIFASICA	TRAFO PROPIO - AEREA	0.10 - 10.00	12	3*6	MULTICONDUCTOR
BIFASICA	TRAFO PROPIO - AEREA	0.10 - 14.00	13	3*4	MULTICONDUCTOR
BIFASICA	TRAFO PROPIO - SUBTER	0.10 - 25.00	14	2*2(4)	TTU
BIFASICA	TRAFO PROPIO - SUBTER	0.10 - 35.00	15	2*1/0(2) *	TTU
BIFASICA	TRAFO PROPIO - SUBTER	0.10 - 35.00	16	2*2/0(2)	TTU
BIFASICA	TRAFO PROPIO - SUBTER	0.10 - 55.00	17	2*4/0(1/0)	TTU
BIFASICA	SUBTERRANEA - AEREA	0.10 - 7.00	18	3*8	MULTICONDUCTOR
TRIFASICA	AEREA - AEREA	0.10 - 10.00	19	4*8	MULTICONDUCTOR
TRIFASICA	AEREA - AEREA	10.10 - 12.00	20	4*6	MULTICONDUCTOR
TRIFASICA	AEREA - AEREA	12.10 - 15.00	21	4*4	MULTICONDUCTOR
TRIFASICA	AEREA - SUBTERRANEA	0.10 - 20.00	22	3*4(6)	TTU
TRIFASICA	AEREA - SUBTERRANEA	20.10 - 30.00	23	3*2(4)	TTU
TRIFASICA	AEREA - SUBTERRANEA	30.10 - 40.00	24	3*1/0(2) *	TTU
TRIFASICA	AEREA - SUBTERRANEA	0.10 - 50.00	25	3*2/0(2)	TTU
TRIFASICA	SUBTERRANEA - AEREA	0.10 - 10.00	26	4*8	MULTICONDUCTOR
TRIFASICA	SUBTERRANEA - AEREA	10.10 - 12.00	27	4*6	MULTICONDUCTOR
TRIFASICA	SUBTERRANEA - AEREA	12.10 - 15.00	28	4*4	MULTICONDUCTOR

NOTA: * ACOMETIDAS CON SEGUNDA OPCION TECNICA ECONOMICA

KITS DE ACOMETIDAS					
CAMINO DE ACCESO			KIT NUMERO	TIPO Y CALIBRE DEL CONDUCTOR	
# FASES ACOMETIDA	DERIVACION DESDE LA RED A LA CARGA	DEMANDA (KVA)		CALIBRE (AWG)	TIPO
TRIFASICA	SUBTERR - SUBTERRANEA	0.10 - 20.00	29	3*4(6)	TTU
TRIFASICA	SUBTERR - SUBTERRANEA	20.10 - 30.00	30	3*2(4)	TTU
TRIFASICA	SUBTERR - SUBTERRANEA	30.10 - 40.00	31	3*1/0(2) *	TTU
TRIFASICA	TRANSF.-SUBTERREA	0.10 - 30.00	32	3*2(4)	TTU
TRIFASICA	TRANSF.-SUBTERREA	30.10 - 40.00	33	3*1/0(2) *	TTU
TRIFASICA	TRANSF.-SUBTERREA	30.10 - 50.00	34	3*2/0(2)	TTU
TRIFASICA	TRANSF.-SUBTERREA	55.10 - 80.00	35	3*4/0(1/0)	TTU
TRIFASICA	CAMARA - AEREA	0.10 - 15.00	36	4*4	MULTICONDUCTOR
TRIFASICA	CAMARA - SUBTERRANEA	15.10 - 20.00	37	3*4(6)	TTU
TRIFASICA	CAMARA - SUBTERRANEA	20.10 - 30.00	38	3*2(4)	TTU
TRIFASICA	CAMARA - SUBTERRANEA	30.10 - 40.00	39	3*1/0(2) *	TTU
TRIFASICA	CAMARA - SUBTERRANEA	30.10 - 50.00	40	3*2/0(2)	TTU
TRIFASICA	CAMARA - SUBTERRANEA	50.10 - 80.00	41	3*4/0(1/0)	TTU
TRIFASICA	CAMARA - SUBTERRANEA	80.10 o MAS	42	CLIENTE	

NOTA: * ACOMETIDAS CON SEGUNDA OPCION TECNICA ECONOMICA

KITS DE ACCESORIOS		
ACCESORIOS	KIT	DESCRIPCION
SIN ACCESORIOS	01	SIN MATERIAL
CAJA DISTRIBUCION MONOFASICA	02	CAJA DISTR 3 MULTICONECTORES
CAJA DISTRIBUCION TRIFASICA	03	CAJA DISTR 4 MULTICONECTORES
CAJA DISTRIBUCION CLIENTE	04	CAJA DISTR CLIENTE

BIBLIOGRAFIA

- [1] INECEL, "Reglamento Nacional para la Instalación de Acometidas del Sector Eléctrico", Febrero de 1984, Quito-Ecuador.
- [2] EMELEC, "Reglamento para Acometidas de Servicio Eléctrico", Guayaquil-Ecuador.
- [3] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION, "Normas IEC 521: Alternating Current Static Watthour Meters (Class 1 and 2)", June 1989.
- [4] NORMAS ANSI, C33.98, 1973.
- [5] NORMAS UL, 797, 1973.
- [6] E.E.Q.S.A., "Normas para Instalación de Tableros Armarios para Medidores", Septiembre 1979.
- [7] NATIONAL ELECTRICAL CODE, NEC, 1990.
- [8] HERRERA C., "Diseño de Tableros Armarios para Equipos de Medición de Energía Eléctrica" Tesis EPN, 1988.
- [9] ELECTRICIDADE DE SAO PAULO S. A, "Fornacimento de Energia Elétrica em Tensao Secundária de distribuicao", 1986.
- [10] MALDONADO C., "Instructivo para Cálculo de Demandas Máximas y Selección de Acometidas", E Q.S.A., 1993.
- [11] INEN, "Especificaciones para la Instalación de Tuberías de P.V.C.", Norma 1869.
- [12] OREJUELA V., "Folletos de Distribución I y II", EPN FIE, Quito 1984.
- [13] SOTOMAYOR A., "Determinación del Porcentaje Optimo de Caídas de Tensión en los Sistemas de Distribución.", Tesis EPN 1984.
- [14] MORRISON C., "A linear approach to the problem of planning new feed points in to a distribution system" AIEE Transmission, Vol PAS-83, pp 818-832, December 1968.
- [15] CABLEC C.A., "Catálogo de Conductores Eléctricos".
- [16] ELECTRO CABLES C. A, "Cables Eléctricos y Telefónicos" Guayaquil.
- [17] ESTEVENSON W. Jr, "Sistemas Eléctricos de Potencia", Editorial McGraw Hill Latinoamericana S. A., Segunda Edición, 1979.
- [18] VIQUEIRA J., "Redes Eléctricas", Segunda Edición, México, 1970.
- [19] SCHMELCHER T., "Manual de baja tensión", Siemens, 1982.
- [20] GENERAL ELECTRIC, "Distribution Data Book", Get 1008M, 1980.
- [21] CAMPERO E.- BRATU N., "Instalaciones Eléctricas", Editorial Alfaomega, Segunda Edición, México, 1992.
- [22] CRUZ G., "Estudio para el Mejoramiento de la Eficiencia del Sector Ecuatoriano de Energía Eléctrica Pérdidas Técnicas", Junio 1991.
- [23] OLADE, "Manual Latinoamericano y del Caribe para control de pérdidas eléctricas", Colombia, Agosto 1990.

- [24] BANCO MUNDIAL, "Programa para el Mejoramiento de la Eficiencia del Sector Ecuatoriano de Energía Eléctrica Pérdidas Técnicas", Ecuador, Mayo 1992.
- [25] CHANG N., "Determination of Primary-feeder Losses", IEEE Transaction On Power Apparatus and Systems, Vol PAS-87 N°12 December 1968, pp 1991-1994.
- [26] CHAMBEL H., SCHULTZ N., "Power Distribution System Course", Power Distribution System Engineering. Power Transmission & Distribution sales division, 1974.
- [27] CAMPERO H., "Plan Maestro de Electrificación", Terminología a ser usado en el Sistema Integrado de Planificación, Marzo 1979.
- [28] WESTINHOUSE ELECTRIC CORPORATION, "Distribution System" Electric Utility Engineering reference Book, 1959.
- [29] E.E.Q.S.A, "Normas para Sistemas de Distribución", 1979.
- [30] MALDONADO C., "Estudios para Valoración de depósitos por Consumo", E.E.Q.S.A., 1993.
- [31] PONNAVAIKO M., PRAKASA K., "An Approach To Optimical Distribution Planing Thought Conductor Gradation", IEEE Transaction On Power Apparatus and System, Vol PAS- 101 N°6 Jun 1982, pp 1735-1742.
- [32] RUALES J., "Análisis de Sensitividad de Pérdidas Eléctricas", Tesis EPN, 1995.
- [33] THUESEN H., "Ingeniería Económica", Prentice Hall, New Jersey, 1980.
- [34] INECEL, AYALA L., "Optimización de uso de Energía Eléctrica en la Planificación de la Oferta del Sector Residencial Ecuatoriano", Septiembre, 1993.
- [35] RAMIREZ J., "Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión", Ediciones CEAC, España, 1973.
- [36] MALDONADO C., "Valoración de Presupuestos en Baja Tensión", E.E.Q.S.A., 1993.
- [37] CODIGO ELECTRICO ECUATORIANO, II Parte.