



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIVISIÓN DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**PROYECTO ELÉCTRICO PARA EDIFICIOS DE OFICINAS  
Y COMUNICACIONES EN EL ÁREA DEL ACCESO 5  
DE LA EX-REFINERÍA 18 DE MARZO**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**INGENIERO ELÉCTRICO – ELECTRÓNICO**

P R E S E N T A N:

**GUZMÁN DUARTE GUILCK  
MENDOZA LÓPEZ ELIEL**

DIRECTOR DE TESIS:  
M.I. RODOLFO LORENZO BAUTISTA



MÉXICO, D.F.

2005

## **Agradecimientos:**

*Agradezco a mi mamá por su esfuerzo y cuidados, a mi hermana por ser luz en mi vida, sabes lo importante que eres para mí y lo mucho que te quiero, a Guilmar por no rendirse nunca. Agradezco a mi tío Juan Ángel y a su familia por dejarme formar parte de ellos y ser una inspiración para mí, a Eliel por su amistad a lo largo de este tiempo y a todas las personas que han estado cercanas a mi y me han brindado su cariño y amistad, sin ustedes no hubiera podido culminar esta etapa de mi vida.*

*Y sobretodo agradezco a mi papá, que ha dedicado su vida a sus hijos y ha sabido ser mi amigo en todo momento y cuando más lo he necesitado. Pretendo con estas líneas hacerle un tributo y demostrarle mi amor y mi eterno agradecimiento, muchas gracias Memo.*

**GUILECK GUZMÁN DUARTE**

*A Dios, quien me brinda la oportunidad de alcanzar esta meta.*

*A mis padres, a quienes orgullosamente dedico este logro, sabiendo que siempre tuve el apoyo y atención necesaria y sin merecerlo, me dieron la oportunidad de prepararme para la vida y forjar en mí el mejor futuro, les estaré eternamente agradecido.*

*A mi hermana, que siempre fue el apoyo idóneo en los momentos difíciles de este largo camino.*

*A mi compañero y gran amigo Guileck, con quien comparto la satisfacción de culminar este objetivo...valen la pena los sacrificios.*

*A Sandy, sabes que siempre fuiste mi inspiración... A mis compañeros y amigos de toda la vida, es difícil alcanzar un objetivo si no contara con quienes hacen de esta etapa, la mas linda y siempre recordada.*

*A mi Alma Matter, mi querida Facultad de Ingeniería, que me abrió sus puertas y me permitió el privilegio de formar parte de su ilustre historia... por siempre gracias.*

*A la Universidad Nacional Autónoma de México, por siempre "Nuestra Máxima Casa de Estudios".*

**ELIEL MENDOZA LÓPEZ**

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO I ANÁLISIS DE CARGAS</b>	<b>5</b>
<b>I.1 ILUMINACIÓN</b>	<b>5</b>
<i>I.1.1 SELECCIÓN DEL VALOR DE ILUMINANCIA</i>	6
<i>I.1.2 MÉTODO DE CAVIDAD ZONAL</i>	7
<i>I.1.3 PROPUESTA DE ILUMINACIÓN</i>	14
<i>I.1.4 EJEMPLO DE CÁLCULO DE ILUMINACIÓN</i>	17
<b>I.2 RECEPTÁCULOS</b>	<b>24</b>
<b>I.3 CONDUCTORES ELÉCTRICOS</b>	<b>25</b>
<i>I.3.1 SELECCIÓN DE AISLAMIENTO</i>	26
<i>I.3.2 SELECCIÓN DEL CALIBRE</i>	26
<b>I.4 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE</b>	<b>29</b>
<b>I.5 SELECCIÓN DEL CONDUCTOR DE PUESTA TIERRA</b>	<b>30</b>
<b>I.6 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS</b>	<b>30</b>
<b>I.7 CENTROS DE CARGA</b>	<b>32</b>
<b>I.8 CONSIDERACIONES PARA ALUMBRADO Y CONTACTOS</b>	<b>33</b>
<b>I.9 EJEMPLO DE CÁLCULO DE ALIMENTADORES</b>	<b>33</b>
<b>I.10 CARGAS ESPECIALES</b>	<b>35</b>
<i>I.10.1 AIRE ACONDICIONADO</i>	35
<i>I.10.2 SISTEMAS HIDRÁULICOS</i>	36
<i>I.10.3 ALUMBRADO EXTERIOR</i>	36
<b>I.11 CUANTIFICACIÓN DE CARGAS</b>	<b>36</b>
<b>CAPÍTULO II SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b>	<b>37</b>
<b>II.1 SUBESTACIÓN ELÉCTRICA Y SUS COMPONENTES</b>	<b>37</b>
<b>II.2 SUBESTACIÓN COMPACTA</b>	<b>38</b>
<b>II.3 SELECCIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA SUBESTACIÓN</b>	<b>39</b>
<b>CAPÍTULO III ANÁLISIS DE CORTO CIRCUITO</b>	<b>45</b>
<b>III.1 ESTUDIO DE CORTO CIRCUITO</b>	<b>45</b>
<b>III.2 CÁLCULO DE CORTO CIRCUITO</b>	<b>46</b>
<b>CAPÍTULO IV SISTEMA DE TIERRAS</b>	<b>55</b>
<b>IV.1 IMPORTANCIA DEL SISTEMA DE TIERRAS</b>	<b>55</b>
<b>IV.2 PUESTA A TIERRA</b>	<b>55</b>
<b>IV.3 RESISTENCIA A TIERRA</b>	<b>56</b>
<i>IV.3.1 VALORES ACEPTABLES</i>	57
<i>IV.3.2 RESISTIVIDAD DEL SUELO</i>	57

<b>IV.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE TIERRAS</b>	<b>58</b>
IV. 4.1 <i>CONSIDERACIONES PARA ESTE PROYECTO</i>	59
IV. 4.2 <i>PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO DE LA MALLA DE TIERRA</i>	59
IV. 4.3 <i>DESARROLLO DEL CÁLCULO DE LA MALLA DE TIERRAS</i>	62
<b>CAPÍTULO V SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN</b>	<b>67</b>
V.1 SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	67
V.2 CONSIDERACIONES PARA EL PROYECTO	70
V.3 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE FUERZA (CCM)	71
V.3.1 <i>EQUIPO DE CONTROL DE MOTORES</i>	71
V.3.2 <i>CÁLCULO DE ALIMENTADORES Y PROTECCIONES</i>	72
V.3.3 <i>EJEMPLOS DE CÁLCULO</i>	74
<b>CAPÍTULO VI COORDINACIÓN DE PROTECCIONES</b>	<b>79</b>
VI.1 ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES	79
VI.2 PROTECCIONES ELÉCTRICAS	81
VI.3 PROCEDIMIENTO PARA LA COORDINACIÓN DE PROTECCIONES	87
VI.4 EJEMPLO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES	88
<b>CAPÍTULO VII SISTEMA DE EMERGENCIA</b>	<b>95</b>
VII.1 IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS DE EMERGENCIA	95
VII.2 PLANTA DE EMERGENCIA	96
VII.3 SISTEMA DE ENERGÍA ININTERRUMPIBLE (UPS)	100
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>103</b>
<b>APÉNDICE A</b>	<b>105</b>
<b>APÉNDICE B</b>	<b>117</b>
<b>APÉNDICE C</b>	<b>147</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>149</b>



---

## INTRODUCCIÓN

En los años noventas, la Refinería 18 de Marzo ubicada en la zona poniente de la Ciudad de México cerró sus puertas y limitó sus funciones a la distribución de algunos productos, por lo que gran parte de ésta quedó deshabilitada.

Actualmente Petróleos Mexicanos Corporativo en la búsqueda de nuevos espacios tomó bajo su jurisdicción la antigua Superintendencia que comprende una superficie de 8415 m<sup>2</sup>. En el área existen seis edificios distribuidos a lo largo de todo el predio, siendo utilizados para diversas funciones; sin embargo, hasta antes de este trabajo, se encontraban prácticamente en “obra negra”.

La Subgerencia de Recursos Materiales y Sistemas Primarios de PEMEX, emprendió la tarea de rehabilitar estas instalaciones. Debido a las condiciones de abandono y completo deterioro, fue necesario diseñar un proyecto eléctrico que satisfaga las necesidades de los nuevos usuarios brindando un servicio confiable y seguro. Para ello participamos en la elaboración del proyecto, el cual es la base para presentar este trabajo de titulación.

Con este proyecto se pretende llevar energía eléctrica a todos los usuarios de cada inmueble de manera segura y eficiente, así como proporcionarles niveles de iluminación adecuados a sus actividades y desarrollos, según la normatividad vigente, teniendo presente la viabilidad económica del proyecto.

La propuesta del proyecto se desarrolló en siete capítulos, siendo cada uno de ellos parte de la solución integral, partiendo desde el análisis de cargas, la selección adecuada de las capacidades de los dispositivos de distribución, control y protección en cada una de las áreas. El proyecto consta de planos eléctricos y memorias técnicas que describen los planteamientos generales para la alimentación de alumbrado y fuerza, diagramas unifilares, protecciones y cuadros de carga, así como el diseño de la malla de tierras y el sistema de emergencia. Para la consecución de lo anterior nos apoyamos en diferentes herramientas, como el uso de software especializado, tablas, normas y métodos de cálculo.

Cabe señalar que los sistemas de fuerza que involucran motores como lo son los equipos de aire acondicionado y bombeo hidro-sanitarios, ya estaban previstos por Petróleos Mexicanos, por lo que nos limitamos a proyectar el suministro de energía eléctrica adecuado para alimentar estos equipos.

Se destaca que las citas textuales realizadas de la NOM-001-SEDE-1999 “INSTALACIONES ELÉCTRICAS (UTILIZACIÓN)” se indican en tipo de letra cursiva y entrecorilladas.

Finalmente la relevancia de desarrollar un proyecto de estas características, es garantizar la continuidad del suministro eléctrico, salvaguardando la vida de los operadores y la de los usuarios de los inmuebles.



## CAPÍTULO I ANÁLISIS DE CARGAS

**OBJETIVO:** *En este capítulo dimensionaremos las cargas de alumbrado y receptáculos, así como su cantidad y ubicación dentro de cada inmueble.*

### I.1 ILUMINACIÓN

Un sistema de alumbrado bien proyectado, proporciona iluminación suficiente a la tarea visual (material impreso, dibujos, notas, etc.) en aquellos lugares cubiertos donde se desarrollan actividades laborales, docentes, o simplemente de recreo; para una visión sostenida, adecuada y una iluminación propiamente balanceada de los alrededores para dar un sentido de comodidad, bienestar y aún de seguridad, ya que influye directamente en la productividad de los trabajadores y la calidad de su trabajo.

Para este proyecto de iluminación utilizaremos el Método de Cavidad Zonal, desarrollado por la ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY OF NORTH AMERICA (IESNA), para determinar los niveles de iluminación promedio proporcionado por los luminarios dentro de un espacio cerrado.

Antes de describir el método es necesario definir primero algunos conceptos importantes en materia de iluminación.

#### **Flujo Luminoso**

Es la energía radiante de una fuente de luz que produce una sensación luminosa y su unidad es el *LUMEN*.

Un Lumen es el flujo luminoso de la radiación monocromática que se caracteriza por una frecuencia  $f$  de valor  $540 \times 10^{12}$  Hz. y por un flujo de energía radiante equivalente a 1/683 Watts.

#### **Iluminancia**

Es el cociente del flujo luminoso incidente sobre un elemento infinitesimal de la superficie que contiene al punto considerado entre el área de ese elemento. La iluminancia está expresada en Lux (lx)<sup>1</sup>.

El lux se define como la iluminación de una superficie de un metro cuadrado que recibe uniformemente repartido un flujo luminoso de un lumen.

$$LUX = \frac{1Lm}{1m^2} \dots\dots(1)$$

---

<sup>1</sup> NOM-007-ENER-1995 *Eficiencia energética para sistemas de alumbrado...*, pág. 6

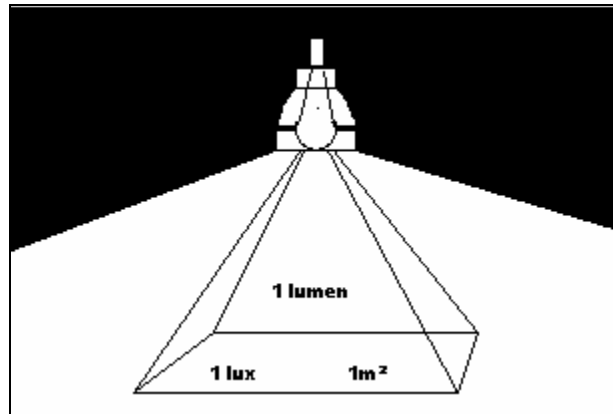


Fig. 1 DEFINICIÓN DE UN LUX

### ***1.1.1 SELECCIÓN DEL VALOR DE ILUMINANCIA***

De acuerdo a criterios del IESNA se sigue el siguiente procedimiento:

**PASO 1** Definición del área visual.

Se define el tipo de actividad a realizarse dentro del local, por ejemplo, si es oficina, archivo, auditorio, etc.

**PASO 2** Selección de la categoría de iluminancia.

Clasificaremos la actividad visual dentro de las opciones dadas por IESNA, las cuales están designadas de la A a la I, con un rango de iluminancia de 20 a 20000 luxes<sup>2</sup>.

**PASO 3** Determinación del rango de iluminancia.

Cada una de estas nueve categorías esta asociada con tres valores de iluminancia<sup>2</sup>.

**PASO 4.** Establecimiento del valor de iluminancia.

Para establecer el valor apropiado de iluminancia dentro de la categoría seleccionada, IESNA subdivide las nueve categorías en dos grupos:

#### ***Categorías de A hasta C***

De acuerdo a las características del local y su ocupante<sup>3</sup>:

**Paso 4.a.1** De la edad de los ocupantes y de las reflectancias de las superficies, determinamos entre un rango de factores de (-1, 0, +1).

<sup>2</sup> Véase Tabla A.1, Apéndice A

<sup>3</sup> Véase Tabla A.2.a, Apéndice A

**Paso 4.a.2** Se sumarán los valores obtenidos de las dos características dadas por la sección de la tabla.

**Paso 4.a.3** Si la suma de los dos factores es -2, se elegirá el valor de iluminancia menor del rango de la categoría (paso 2); si el factor es +2, se elegirá el mayor y si el resultado es -1, 0, +1, se elegirá el valor medio de iluminancia.

### ***Categorías de D hasta I***

De acuerdo a las características del usuario y su actividad<sup>4</sup>.

**Paso 4.b.1** De la edad de los trabajadores, de las reflectancias del fondo de trabajo y la importancia de la velocidad y precisión del trabajo, determinamos entre un rango de factores de (-1, 0, +1).

**Paso 4.b.2** Se sumarán los valores obtenidos de las dos características dadas por la sección de la tabla.

**Paso 4.b.3** Si la suma de los tres factores es -2 o -3, se elegirá el valor de iluminancia menor del rango de la categoría (paso 2); si el factor es +2 o +3, se elegirá el mayor y si el resultado es -1, 0, +1, se elegirá el valor medio de iluminancia.

## ***1.1.2 MÉTODO DE CAVIDAD ZONAL***

Este método es preferido sobre otros no porque sea en todos los casos más exacto, sino porque es relativamente simple y flexible. Sus resultados son generalmente más representativos de un caso real y puede aplicarse a cualquier tipo de sistema de iluminación en locales regulares (rectangulares y cuadrados) o de formas especiales.

El principal propósito de este método como herramienta de diseño es el determinar la iluminancia promedio, que está definida como el flujo luminoso total que alcanza al plano de trabajo dividido por el área total de éste. Para ello es importante determinar las reflectancias efectivas de las cavidades de techo y piso, a fin de permitir la selección del *coeficiente de utilización* apropiado a las características de la habitación. Otro parámetro que influye directamente en el método es el *factor de pérdida de luz*, cuya importancia describiremos más adelante.

El método consiste en dividir el local en cavidades sobrepuestas y considera el comportamiento de la luz en cada una de ellas, antes que la luz alcance el plano de trabajo, es decir, lugar donde se desarrolla la tarea visual, como se muestra en la figura siguiente:

---

<sup>4</sup> Véase Tabla A.2.b, Apéndice A

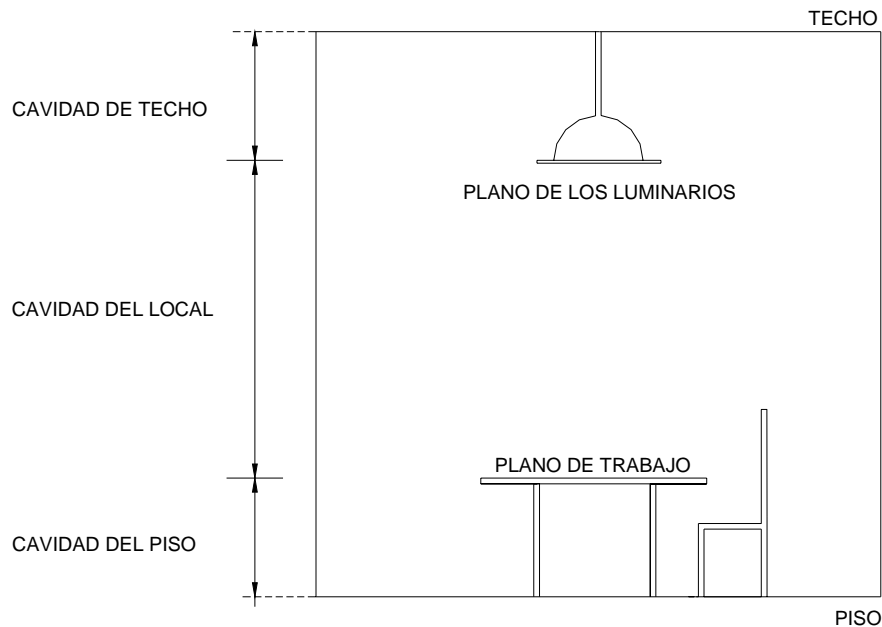


Fig. 2 CAVIDADES DE UN LOCAL

*Cavidad de Techo:* Es la distancia entre el techo y un plano imaginario en la cara inferior de los luminarios.

*Cavidad del Local:* Es la distancia entre el plano de los luminarios y un plano imaginario a la altura de las superficies de trabajo (escritorios, mesas, etc.).

*Cavidad de Piso:* Es la distancia entre el plano de trabajo y piso.

### ECUACIONES DE TRABAJO DEL MÉTODO DE CAVIDAD ZONAL

De la definición de Iluminancia, tenemos que la ecuación general del método es:

$$\text{Iluminancia} = \frac{\text{flujo luminoso}}{\text{área}} \dots (2)$$

El método involucra dos parámetros principales que deben ser considerados:

- Coeficiente de utilización (CU)
- Factor de pérdida de luz (FPL)

#### **Coeficiente de utilización (CU)**

El coeficiente de utilización, o CU es un factor utilizado para determinar la eficiencia de un luminaire en cuanto a su distribución de luz para una aplicación específica.

El coeficiente de utilización esta determinado como una relación entre la luz generada por el luminario que llega al plano de trabajo y la luz generada por una sola lámpara. Los fabricantes de luminarios proporcionan el CU en sus catálogos, el cual depende del tamaño y forma del local, la altura de montaje del luminario y las reflectancias respectivas del local<sup>5</sup>.

### **Factor de pérdida de luz (FPL)**

Los lúmenes emitidos por la lámpara disminuyen cuando esta envejece; además, la suciedad en las lámparas y luminarios reduce la eficiencia y la suciedad del local atenúa la reflectancia. Debido a que el nivel de iluminación usualmente es calculado como un valor mantenido (un nivel mínimo recomendado), la iluminancia proyectada requiere un nivel inicial mayor. El factor de pérdida de luz depende de tres factores compensadores:

#### **Depreciación de los lúmenes de la lámpara (DLL)**

Compensa las pérdidas de los lúmenes de salida. El factor DLL es proporcionado por el fabricante de la lámpara.

#### **Depreciación de polvo en el luminario (DPL)**

Compensa las pérdidas ocasionadas por la acumulación de polvo en lámparas y luminarios. El valor depende del diseño del luminario y de las condiciones ambientales. El valor DPL se determina con exactitud aceptable mediante el empleo de tablas o gráficas.

#### **Depreciación por suciedad del local (DPLS)**

Compensa las pérdidas que ocasiona la suciedad en la reflectancia de las superficies del local. El DPLS se determina mediante tablas.

El factor de pérdida de luz es el producto de todos los factores de depreciación.

$$FPL = DLL \times DPL \times DPLS \dots (3)$$

Incluyendo el FPL y el CU a la ecuación general del método (Ec. 2), tenemos que:

$$\text{Iluminancia} = \frac{\text{flujo luminoso} \times CU \times FPL}{\text{área}} \dots (4)$$

Despejando de la ecuación (4) el flujo luminoso para determinar el total de lúmenes requeridos, tenemos:

$$\text{flujo luminoso} = \frac{\text{Iluminancia} \times \text{área}}{CU \times FPL} \dots (5)$$

<sup>5</sup> Lighting Efficiency Applications, Thumann pág. 6

Ya que cada luminario tiene un número conocido de lámparas y cada lámpara genera una cantidad dada de lúmenes tenemos que:

$$\text{Flujo por luminario} = \text{Núm. de lámparas del luminario} \times \text{flujo por cada lámpara} \dots (6)$$

Finalmente obtenemos que el número N requerido de luminarios en el local se obtiene de la siguiente manera:

$$N = \frac{\text{flujo luminoso}}{\text{lúmenes por luminario}} \dots (7)$$

## CÁLCULO DE LA ILUMINANCION POR CAVIDAD ZONAL

### *Determinación del coeficiente de utilización (CU)*

Para determinar el coeficiente de utilización (CU), deben ser conocidas la relación de cavidad del local, la reflectancia de la pared, así como la reflectancia efectiva de cavidad de techo y piso.

Para ello desarrollaremos el siguiente procedimiento:

### **PASO 1** Estimación de las reflectancias de pared y techo

Los valores típicos de reflectancia están mostrados en la tabla siguiente:

FACTORES TIPICOS DE REFLEXIÓN

COLOR	FACTOR DE REFLEXIÓN
Blancos y tintes muy tenues	0,75
Tonos verde-azules, amarillos y grises	0,5
Gris oscuro y azul medio	0,3
Azul y verde oscuros, café y acabados de madera	0,1

TABLA 1-3 PAG 8 Lighting Efficiency Applications, Thumann

### **PASO 2** Determinación de la relaciones de cavidad

Para determinar las relaciones de cavidad es necesario analizar la configuración de local, sustituyendo sus dimensiones en la siguiente fórmula:

$$RC = \frac{5 \times H \times (L + A)}{L \times A} \dots (8)$$



Donde:

RC es la relación de cavidad

H es la altura de la cavidad

L es el ancho de local

A es el largo del local

### **PASO 3** Determinación de la reflectancias efectivas de las cavidades.

Las reflectancias efectivas de las cavidades se extraen de las tablas A.3 del Apéndice A.

#### **Paso 3.a** Obtención de la reflectancia efectiva de la cavidad de techo (PCT):

1. Entre a la columna izquierda de la tabla con la relación cavidad de techo (RCT).
2. Entre a la línea superior con la reflectancia real del techo.
3. Entre a la segunda línea con la reflectancia real de la pared.
4. Obtenga la reflectancia efectiva de la cavidad del techo por medio de la intersección de 1 con 2 y 3.

En algunos casos es necesario la interpolación y extrapolación de los valores

#### **Paso 3.b** Obtención de la reflectancia efectiva de la cavidad de piso (PCP):

1. Entre a la columna izquierda de la tabla con la relación cavidad de piso (RCP).
2. Entre a la línea superior con la reflectancia real de piso.
3. Entre a la segunda línea con la reflectancia real de la pared.
4. Obtenga la reflectancia efectiva de la cavidad del piso por medio de la intersección de 1 con 2 y 3.

### **PASO 4** Obtención del coeficiente de utilización (CU)

El CU apropiado se extrae de tablas calculadas y proporcionadas por el fabricante de luminario. Cada luminario tiene su propia tabla de CU y se extrae de la siguiente forma:

1. Entre a la columna RCL con el valor apropiado
2. Entre a la línea superior de PCT.
3. Entre a la segunda línea con la reflectancia real de pared.
4. Obtenga el CU en la intersección de los puntos 1, 2 y 3.

**Coefficientes de Utilización**  
**Reflectancia Efectiva de Cavidad de Piso 20%**

		Relación de Cavidad de Cuarto									
Ef. Techo	Pared	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
80*	50*	.716	.595	.506	.435	.376	.334	.295	.262	.237	.211
	30*	.662	.522	.425	.350	.295	.253	.217	.188	.165	.142
	10*	.615	.459	.360	.286	.232	.195	.164	.135	.116	.097
70*	50*	.665	.551	.469	.402	.349	.308	.273	.243	.220	.195
	30*	.617	.485	.395	.326	.273	.234	.200	.174	.153	.132
	10*	.571	.429	.336	.267	.215	.179	.150	.125	.107	.090
50*	50*	.568	.468	.397	.339	.295	.260	.230	.205	.186	.166
	30*	.531	.416	.337	.277	.232	.199	.169	.147	.130	.111
	10*	.497	.369	.288	.228	.184	.153	.127	.105	.090	.074
30*	50*	.480	.392	.329	.281	.244	.215	.190	.170	.154	.137
	30*	.451	.350	.283	.231	.192	.165	.141	.121	.106	.091
	10*	.424	.313	.243	.191	.153	.126	.103	.086	.073	.058
10*	50*	.400	.321	.268	.227	.196	.173	.154	.136	.124	.110
	30*	.376	.288	.230	.187	.155	.132	.113	.096	.084	.071
	10*	.355	.260	.198	.154	.122	.100	.081	.066	.055	.043
0*	0*	.314	.222	.164	.123	.094	.075	.059	.046	.037	.026

\*Porcentaje de Reflectancia

**Ejemplo de tabla para la obtención del CU (Cooper Crouse-Hinds)**

Las tablas de CU están calculadas para locales que tenga un PCP del 20% y los valores de CU varían casi linealmente, por lo que es válido hacer una interpolación lineal.

**Determinación del factor de pérdida de luz (FPL)**

Como se mencionó anteriormente el factor de pérdida de luz depende de tres factores compensadores (como lo indica la ecuación 3) que se determinan de la siguiente manera:

**PASO 1** Extracción de la depreciación de los lúmenes de la lámpara (DLL).

El DLL se extrae de las tablas y/o gráficas del fabricante. Este dato corresponde a la depreciación que se espera cuando la lámpara haya sido operada por un tiempo igual al 70% de su vida nominal promedio.

**PASO 2** Extracción de la depreciación por polvo en el luminario (DPL)

El DPL se establece mediante una suposición de acuerdo con las condiciones de suciedad al tipo de luminario en cuestión, además de la regularidad en el mantenimiento dado a éste por el usuario.<sup>6</sup> Se selecciona una de las seis categorías que IESNA ha desarrollado y que corresponden a las características del luminario.

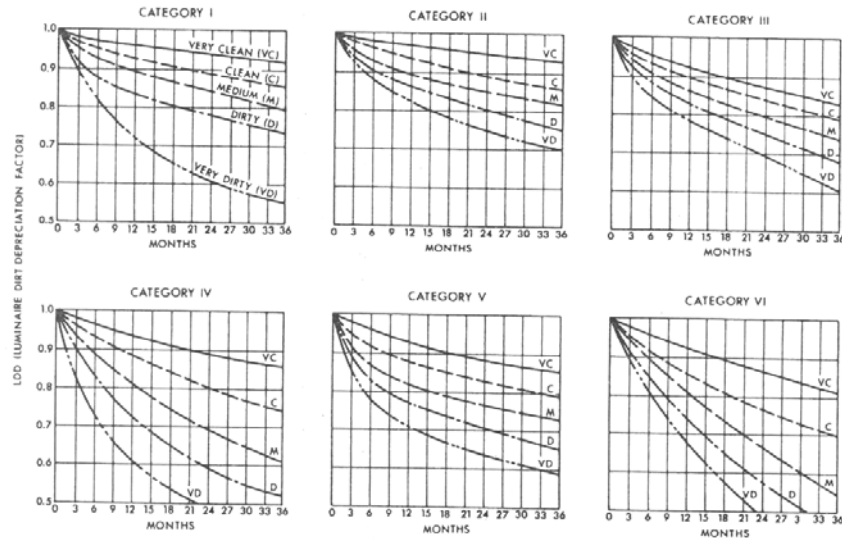
Cada categoría corresponde a una gráfica, de ésta se obtendrá la depreciación por polvo en el luminario siguiendo la siguiente metodología:

**Paso 2.a** Entre a la línea inferior con el “periodo de mantenimiento” dado en meses.

<sup>6</sup> Véase Tablas A.4, Apéndice A

**Paso 2.b** Siga hacia arriba hasta la intersección con la “condición de suciedad esperada”.

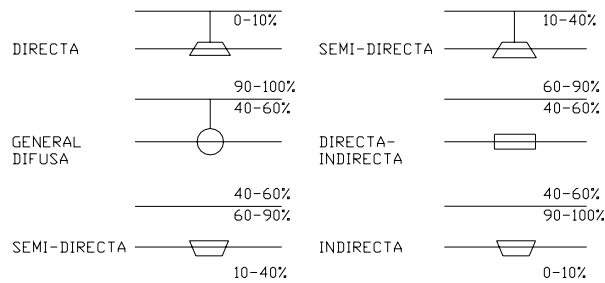
**Paso 2.c** Localice a la izquierda, sobre la escala vertical el DPL.



Factores de depreciación por suciedad para seis categorías y cinco grados de suciedad

**PASO 3** Extracción de la depreciación por suciedad del local (DPSL)

De manera similar el DPSL se establece mediante una suposición de acuerdo con las condiciones de suciedad en el local donde se encuentra ubicado el o los luminarios, la regularidad en el mantenimiento dado a éste por el usuario, además de la identificación previa al tipo de curva de distribución del luminario (directo, semi-directo, directo-indirecto, semi-indirecto e indirecto).



Clasificación IEC según la distribución de la luz

Para extraer el DPSL, nos referimos a la gráfica

**Paso 3.a** Entre a la línea inferior con el “periodo de mantenimiento” dado en meses.

**Paso 3.b** Siga hacia arriba hasta la intersección con la “condición de suciedad esperada”.

**Paso 3.c** Localice a la izquierda, sobre la escala vertical el porcentaje esperado de depreciación por polvo.

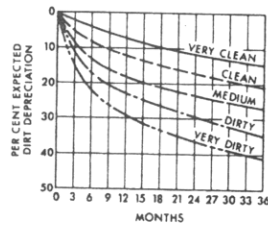
Enseguida nos referimos a la tabla

**Paso 3.d.** Identifique la columna con el tipo de curva de distribución del luminario.

**Paso 3.e.** Sobre ésta columna identifique la columna con el porcentaje esperado de depreciación por polvo obtenido de la gráfica.

**Paso 3.f.** Entre a la columna de “Relación de Cavidad del Local” con el valor apropiado.

**Paso 3.g.** EL DPSL se encontrará con la intersección de los pasos anteriores.



Per Cent Expected Dirt Depreciation	Luminaire Distribution Type																			
	Direct				Semi-Direct				Direct-Indirect				Semi-Indirect				Indirect			
	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40
Room Cavity Ratio																				
1	.98	.96	.94	.92	.97	.92	.89	.84	.94	.87	.80	.76	.94	.87	.80	.73	.90	.80	.70	.60
2	.98	.96	.94	.92	.96	.92	.88	.83	.94	.87	.80	.75	.94	.87	.79	.72	.90	.80	.69	.59
3	.98	.95	.93	.90	.96	.91	.87	.82	.94	.86	.79	.74	.94	.86	.78	.71	.90	.79	.68	.58
4	.97	.95	.92	.90	.95	.90	.85	.80	.94	.86	.79	.73	.94	.86	.78	.70	.89	.78	.67	.56
5	.97	.94	.91	.89	.94	.90	.84	.79	.93	.86	.78	.72	.93	.86	.77	.69	.89	.78	.66	.55
6	.97	.94	.91	.88	.94	.89	.83	.78	.93	.85	.78	.71	.93	.85	.76	.68	.89	.77	.66	.54
7	.97	.94	.90	.87	.93	.88	.82	.77	.93	.84	.77	.70	.93	.84	.76	.68	.89	.76	.65	.53
8	.96	.93	.89	.86	.93	.87	.81	.75	.93	.84	.76	.69	.93	.84	.76	.68	.88	.76	.64	.52
9	.96	.92	.88	.85	.93	.87	.80	.74	.93	.84	.76	.68	.93	.84	.75	.67	.88	.75	.63	.51
10	.96	.92	.87	.83	.93	.86	.79	.72	.93	.84	.75	.67	.92	.83	.75	.67	.88	.75	.62	.50

Factores de depreciación por suciedad del local

### 1.1.3 PROPUESTA DE ILUMINACIÓN

Para esta propuesta de iluminación nos apoyamos en el formato recomendado por IESNA, el cual involucra todo lo expuesto anteriormente y proporciona la información general necesaria para sustentar la propuesta basada en el cálculo de la iluminancia promedio<sup>7</sup>, el cual se presenta a continuación.

<sup>7</sup> The IESNA Lighting Handbook, pág 9-30

**INFORMACIÓN GENERAL**

NOMBRE DEL PROYECTO \_\_\_\_\_

ILUMINANCIA OBTENIDA EN:  
 \_\_\_\_\_ LUXES \_\_\_\_\_ CANDELAS

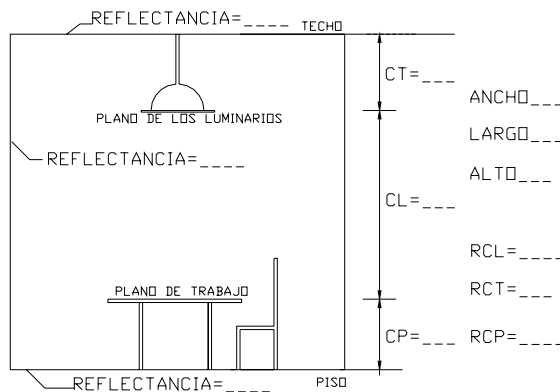
DATOS DE LA LAMPARA:  
 TIPO Y COLOR \_\_\_\_\_

DATOS DEL LUMINARIO:  
 FABRICANTE \_\_\_\_\_  
 NÚMERO DE CATALOGO \_\_\_\_\_

Lm TOTALES POR LUMINARIO \_\_\_\_\_

**SELECCIÓN DEL COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN**

PASO 1 LLENA LOS ESPACIOS  
 PASO 2 DETERMINE LAS CAVIDADES



PASO 3 REFLECTANCIA EFECTIVA DE CAVIDAD DE TECHO PCT = \_\_\_\_  
 PASO 4 REFLECTANCIA EFECTIVA DE CAVIDAD DE PISO PCP = \_\_\_\_  
 PASO 5 OBTENCIÓN DEL COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN DEL FABRICANTE CU = \_\_\_\_

**SELECCIÓN DE LOS FACTORES DE PÉRDIDA DE LUZ**

NO RENOVABLES  
 TEMP AMBIENTE DEL LUMINARIO \_\_\_\_  
 VOLTAJE DEL LUMINARIO \_\_\_\_  
 FACTOR DEL BALASTRO \_\_\_\_  
 DEPRECIACIÓN DEL LUMINARIO \_\_\_\_

RENOVABLES  
 DLL = \_\_\_\_  
 DPL = \_\_\_\_  
 DPLS = \_\_\_\_  
 FPL = \_\_\_\_

**CÁLCULOS**

$$Ilu\ min\ ancia = \frac{flujol\ min\ oso \times CU \times FPL}{\acute{a}rea} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$N = \frac{flujototal}{lumenesporluminario} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

CALCULADO POR: \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

Esta propuesta de iluminación esta realizada según los lineamientos que dictan las diferentes Normas Oficiales Mexicanas vigentes. Estas normas y sus artículos aplicables al proyecto se describen a continuación.

De acuerdo con la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-007-ENER-1995, "EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA SISTEMAS DE ALUMBRADO EN EDIFICIOS NO RESIDENCIALES" que aplica a los sistemas de alumbrado interior y exterior para uso general de los edificios nuevos no residenciales, con carga conectada mayor

de 20 kW y los sistemas de alumbrado interior y exterior, para uso general de ampliaciones mayores de 20 kW en edificios no residenciales ya existentes comprendiendo entre ellos edificios de oficinas; los valores máximos permisibles de densidad de potencia eléctrica serán los siguientes:

TIPO DE EDIFICIO	DENSIDAD DE POTENCIA ELECTRICA (W/m <sup>2</sup> )	
	ALUMBRADO INTERIOR	ALUMBRADO EXTERIOR
Oficinas	16,0	1,8
Restaurantes	15,0	1,8
Bodegas o áreas de almacenamiento.	8,0	
Estacionamientos interiores.	2,0	

La expresión genérica para el cálculo de la Densidad de Potencia Eléctrica (DPEA) es:

$$DPEA = \frac{\text{Carga Total Conectada para Alumbrado}}{\text{Area Total Iluminada}}$$

donde la Densidad de Potencia Eléctrica (DPEA) está expresada en W/m<sup>2</sup>, la carga total conectada para alumbrado está expresada en Watts y el área total iluminada está expresada en m<sup>2</sup>.

De manera análoga, la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-025-STPS 1999, "CONDICIONES DE ILUMINACIÓN EN LOS CENTROS DE TRABAJO", establece que los niveles mínimos de iluminación que deben presentarse en el plano de trabajo, para cada tipo de tarea visual o área de trabajo, son los establecidos en la siguiente tabla:

#### NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN

TAREA VISUAL DEL PUESTO DE TRABAJO	ÁREA DE TRABAJO	NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN (LUX)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Áreas generales exteriores: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Áreas generales interiores: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Áreas de servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300

Además la NOM-025-STPS 1999 considera los niveles máximos permisibles del factor de reflexión de las superficies que constituyen la zona de trabajo a fin de que no se constituya como deslumbramiento en las áreas y puestos de trabajo, estos valores están establecidos a continuación:

CONCEPTO	NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE REFLEXIÓN $K_f$
TECHOS	90 %
PAREDES	60 %
PLANO DE TRABAJO	50 %
SUELOS	50 %

## CONSIDERACIONES PARA ESTE PROYECTO

Para la selección del luminario y obtener el CU nos apoyamos en diversos programas de cómputo que nos permitieron ahorrar significativamente el tiempo de realización de esta propuesta. Estos proporcionan la información solicitada indicando las características del área a iluminar, como dimensiones del cuarto, reflectancias de los muros y cavidades zonales. Los datos proporcionados por los programas son la distribución de los luminarios dentro de los cuartos y los niveles promedio de luxes entre otros. Los fabricantes consultados para esta propuesta fueron Holophane y Cooper Lighting. De la misma forma para obtener los valores de depreciación de los lúmenes de la lámpara (DLL) y depreciación por polvo en el luminario DPL, los fabricantes proporcionan esta información ingresando los valores del tipo de mantenimiento del lugar como se describió anteriormente.

Finalmente toda la información necesaria y generada para la propuesta de iluminación fue compilada en un programa diseñado especialmente para este proyecto. En este programa realizado en Microsoft Excel proporciona entre lo más importante el número de luminarios, los luxes reales promedio, la densidad de potencia y la potencia requerida para su funcionamiento. Además el programa nos permite verificar si los resultados obtenidos están dentro de las normas especificadas.

Las hojas de cálculo que incluyen la determinación total de carga de alumbrado se resumen en los cuadros de carga anexados al final de este trabajo<sup>8</sup>.

### 1.1.4 EJEMPLO DE CÁLCULO DE ILUMINACIÓN

A continuación se desarrollará un ejemplo que ilustra el procedimiento enunciado anteriormente, con el propósito de demostrar la validez del mismo en la propuesta del proyecto presentado. Se tomó para este ejemplo la habitación EBPBOF01 cuya ubicación corresponde a la planta baja del edificio B donde se realizarán trabajos de oficina.

<sup>8</sup> Véase Apéndice B.1 (Memoria técnica de iluminación)

## SELECCIÓN DEL VALOR DE ILUMINANCIA

PASO 1 Definición del área visual.

### Oficina

PASO 2 Selección de la categoría de iluminancia.

TIPO DE ACTIVIDAD	CATEGORIA DE ILUMINANCIA
Desempeño de los trabajos visuales con alto contraste o de amplios espacios	D

PASO 3 Determinación del rango de iluminancia.

**200-300-500 Luxes**

PASO 4 Establecimiento del valor de iluminancia.

Paso 4.b.1.

PARA CATEGORIAS DE ILUMINANCIA DE LA "D" A LA "I"			
CARACTERÍSTICAS DE LA TAREA VISUAL Y EL TRABAJADOR	FACTORES DE PESO		
	-1	0	1
Edades de los trabajadores	menores de 40	40-55	mayores de 55
Velocidad y/o precisión	no importante	importante	crítico
Reflectancia del fondo del plano	mayores del 70%	30 ó 70%	menores del 30%

Paso 4.b.2.

$$(-1) + (0) + (0) = -1$$

Paso 4.b.3.

Con el valor  $-1$ , corresponde al valor medio de iluminancia, es decir:

**300 Luxes**

## CÁLCULO DE LA ILUMINANCIA POR CAVIDAD ZONAL

### *Determinación del coeficiente de utilización (CU)*

PASO 1 Estimación de las reflectancias de pared y techo

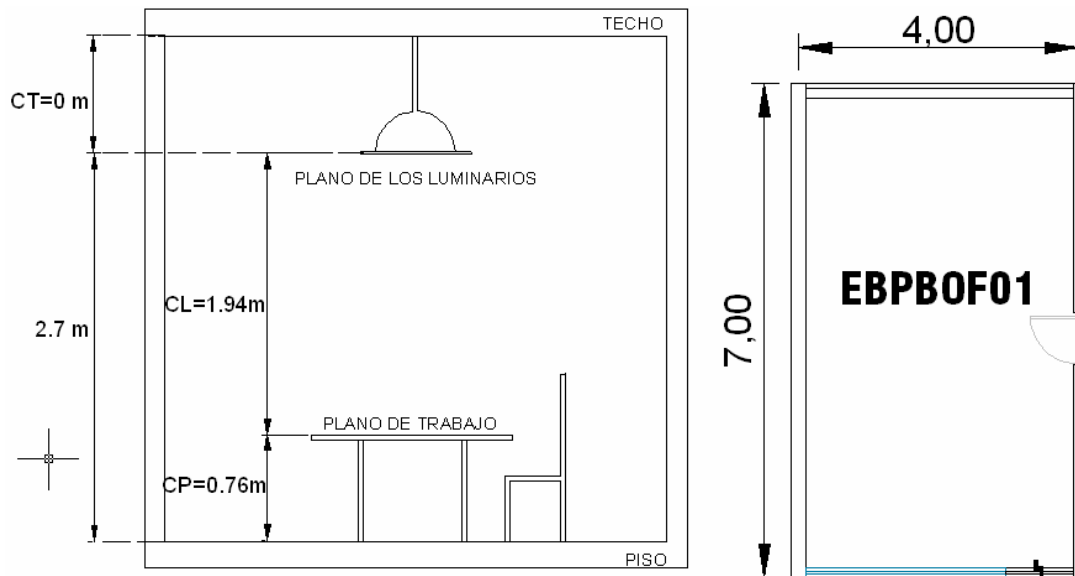
Se establecen los valores estándar:

Reflectancia del techo = 0.8

Reflectancia de la pared = 0.5



PASO 2 Determinación de la relaciones de cavidad



$$RCL = \frac{5 \times 1.94 \times (7 + 4)}{7 \times 4} = 3.81$$

$$RCT = \frac{5 \times 0 \times (7 + 4)}{7 \times 4} = 0$$

$$RCP = \frac{5 \times 0.76 \times (7 + 4)}{7 \times 4} = 1.49$$

PASO 3 Determinación de la reflectancias efectivas de las cavidades.

Paso 3.a Obtención de la reflectancia efectiva de la cavidad de techo (PCT):

Per Cent Base† Reflectance	90										80										70						
Per Cent Wall Reflectance	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30
Cavity Ratio	0																										
0.2	89	88	88	87	86	85	85	84	84	82	79	78	78	77	77	76	76	75	74	72	70	69	68	68	67	67	6
0.4	88	87	86	85	84	83	81	80	79	76	79	77	76	75	74	73	72	71	70	68	69	68	67	66	65	64	6
0.6	87	86	84	82	80	79	77	76	74	73	78	76	75	73	71	70	68	66	65	63	69	67	65	64	63	61	5
0.8	87	85	82	80	77	75	73	71	69	67	78	75	73	71	69	67	65	63	61	57	68	66	64	62	60	58	5
1.0	86	83	80	77	75	72	69	66	64	62	77	74	72	69	67	65	62	60	57	55	68	65	62	60	58	55	5

PCT ≈ 80 ó 0.8

Paso 3.b Obtención de la reflectancia efectiva de la cavidad de piso (PCP):

Per Cent Base Reflectance	40										30										20									
	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20		
Per Cent Wall Reflectance																														
Cavity Ratio																														
0.2	40	40	39	39	39	38	38	37	36	36	31	31	30	30	29	29	29	28	28	27	21	20	20	20	20	20	20	20	19	19
0.4	41	40	39	39	38	37	36	35	34	34	31	31	30	30	29	28	28	27	26	25	22	21	20	20	20	20	20	20	19	19
0.6	41	40	39	38	37	36	34	33	32	31	32	31	30	29	28	27	26	26	25	23	23	21	21	20	20	20	20	20	19	18
0.8	41	40	38	37	36	35	33	32	31	29	32	31	30	29	28	26	25	25	23	22	24	22	21	20	20	20	20	20	19	18
1.0	42	40	38	37	35	33	32	31	29	27	33	32	30	29	27	25	24	23	22	20	25	23	22	20	20	20	20	20	18	17
1.2	42	40	38	36	34	32	30	29	27	25	33	32	30	28	27	25	23	22	21	19	25	23	22	20	20	20	20	20	17	17
1.4	42	39	37	35	33	31	29	27	25	23	34	32	30	28	26	24	22	21	19	18	26	24	22	20	20	20	20	20	17	16
1.49	42	39	37	35	32	30	27	25	23	22	34	33	29	27	25	23	22	20	18	17	26	24	22	20	18	17	16	15	15	15
1.8	42	39	36	34	31	29	26	24	22	21	35	33	29	27	25	23	21	19	17	16	27	25	23	20	18	17	15	14	14	14
2.0	42	39	36	34	31	28	25	23	21	19	35	33	29	26	24	22	20	18	16	14	28	25	23	20	18	16	15	13	13	13

PCP ≈ 18 ó 0.18

PASO 4 Obtención del coeficiente de utilización (CU)

Tipo de luminario: Potencia 2x32 W.  
 Tipo de tubo: T-8.  
 Encendido rápido.  
 Dimensiones: 30x120cm.  
 Iluminancia por luminario: 2850 lm.

**Coefficients of Utilization - Zonal Cavity Method**

pfc = 0.20 ≈ 0.18

pcc->	.8										.7										.5										.3										.1										0
pw->	.7	.5	.3	.1	.7	.5	.3	.1	.5	.3	.1	.5	.3	.1	.5	.3	.1	.5	.3	.1	.5	.3	.1	.5	.3	.1	.5	.3	.1	.5	.3	.1	0																		
RCR																																																			
0	76	76	76	76	75	75	75	75	71	71	71	68	68	68	65	65	65	64	76	76	76	76	75	75	75	75	71	71	71	68	68	68	65	65	65	64															
1	72	69	67	65	70	68	66	64	65	64	62	63	62	60	58	58	58	57	72	69	67	65	70	68	66	64	65	64	62	63	62	60	58	58	58	57															
2	66	62	59	56	65	61	58	55	59	56	54	57	55	53	51	51	51	50	66	62	59	56	65	61	58	55	59	56	54	57	55	53	51	51	51	50															
3	61	56	52	48	60	55	51	48	53	50	47	51	49	46	44	44	44	44	61	56	52	48	60	55	51	48	53	50	47	51	49	46	44	44	44	44															
3.8	57	50	45	42	55	49	45	41	48	44	41	46	43	40	39	39	39	39	57	50	45	42	55	49	45	41	48	44	41	46	43	40	39	39	39	39															
5	52	45	40	36	51	45	40	36	43	39	36	42	38	36	34	34	34	34	52	45	40	36	51	45	40	36	43	39	36	42	38	36	34	34	34	34															
6	49	41	36	32	47	40	36	32	39	35	32	38	34	31	30	30	30	30	49	41	36	32	47	40	36	32	39	35	32	38	34	31	30	30	30	30															
7	45	37	32	28	44	37	32	28	36	31	28	35	31	28	27	27	27	27	45	37	32	28	44	37	32	28	36	31	28	35	31	28	27	27	27	27															
8	42	34	29	25	41	34	29	25	33	28	25	32	28	25	24	24	24	24	42	34	29	25	41	34	29	25	33	28	25	32	28	25	24	24	24	24															
9	39	31	26	23	38	31	26	23	30	26	23	29	25	23	21	21	21	21	39	31	26	23	38	31	26	23	30	26	23	29	25	23	21	21	21	21															
10	37	29	24	21	36	28	24	21	28	24	21	27	23	21	19	19	19	19	37	29	24	21	36	28	24	21	28	24	21	27	23	21	19	19	19	19															

Tabla Obtenida de software

CU ≈ 0.51

### **Determinación del factor de pérdida de luz (FPL)**

PASO 1 Extracción de la depreciación de los lúmenes de la lámpara (DLL)

El DLL típico para lámparas fluorescentes con tubo T-8 es de **0.97**

PASO 2 Extracción de la depreciación por polvo en el luminario (DPL)

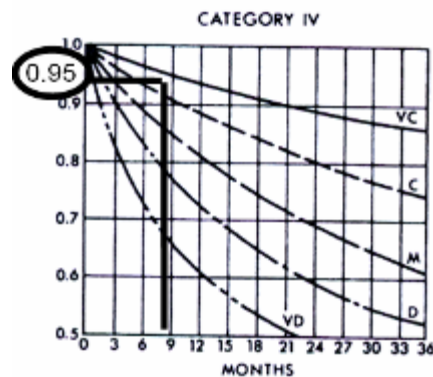
De acuerdo con la Tabla A.4.a del Apéndice A, se selecciona una **Categoría VI**, por tratarse de un luminario con recubrimiento superior opaco y con difusor tipo rejilla.

Paso 2.a Entre a la línea inferior con el “periodo de mantenimiento” estimado cada **6 meses**

Paso 2.b Siga hacia arriba hasta la intersección con la “condición de suciedad esperada”.

Se prevé de acuerdo a las características dadas en la tabla A.4.b del Apéndice A, para oficinas cercanas a instalaciones industriales de producción, se tendrán condiciones **limpias (clean)**.

Paso 2.c Localice a la izquierda, sobre la escala vertical el DPL.



**DPL  $\approx$  0.95**

PASO 3 Extracción de la depreciación por suciedad del local (DPSL)

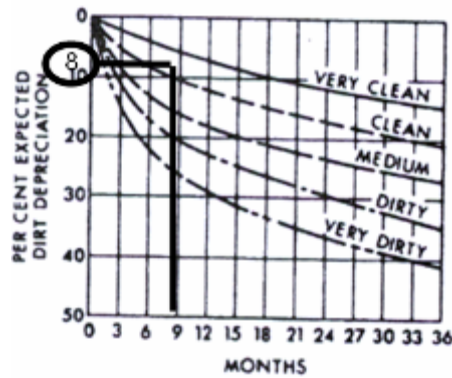
Nos referimos a la gráfica:

Paso 3.a Entre a la línea inferior con el “periodo de mantenimiento” estimado cada **6 meses**.

Paso 3.b Siga hacia arriba hasta la intersección con la “condición de suciedad esperada”.

Se prevé de acuerdo a las características dadas en la tabla A.4.b del Apéndice A, para oficinas cercanas a instalaciones industriales de producción, se tendrán condiciones **limpias (clean)**.

Paso 3.c Localice a la izquierda, sobre la escala vertical el porcentaje esperado de depreciación por polvo.



**% Esperado de depreciación por polvo  $\approx$  8**

Enseguida nos referimos a la tabla:

Paso 3.d Identifique la columna con el tipo de curva de distribución del luminario.

El luminario tendrá una curva de distribución **directa**.



Paso 3.e Sobre ésta columna identifique la columna con el porcentaje esperado de depreciación por polvo  $\approx$  8.

Paso 3.f. Entre a la columna de "Relación de Cavidad del Local" con el valor RCL = 3.81.

Paso 3.g EL DPSL se encontrará con la intersección de los pasos anteriores.

MONTHS	Luminaire Distribution Type																			
	Direct				Semi-Direct				Direct-Indirect				Semi-Indirect				Indirect			
Per Cent Expected Dirt Depreciation	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40
Room Cavity Ratio																				
1	.96	.96	.94	.92	.97	.92	.89	.84	.94	.87	.80	.76	.94	.87	.80	.73	.90	.80	.70	.60
2	.96	.96	.94	.92	.96	.92	.88	.83	.94	.87	.80	.75	.94	.87	.79	.72	.90	.80	.69	.59
3.81	.95	.95	.93	.90	.96	.91	.87	.82	.94	.86	.79	.74	.94	.86	.78	.71	.90	.79	.68	.58
5	.97	.94	.91	.89	.94	.90	.84	.79	.93	.86	.78	.72	.93	.86	.77	.69	.89	.78	.67	.56
6	.97	.94	.91	.88	.94	.89	.83	.78	.93	.85	.78	.71	.93	.85	.76	.68	.89	.77	.66	.54
7	.97	.94	.90	.87	.93	.88	.82	.77	.93	.84	.77	.70	.93	.84	.76	.68	.89	.76	.65	.53
8	.96	.93	.89	.86	.93	.87	.81	.75	.93	.84	.76	.69	.93	.84	.76	.68	.88	.76	.64	.52
9	.96	.92	.88	.85	.93	.87	.80	.74	.93	.84	.76	.68	.93	.84	.75	.67	.88	.75	.63	.51
10	.96	.92	.87	.83	.93	.86	.79	.72	.93	.84	.75	.67	.92	.83	.75	.67	.88	.75	.62	.50

Factores de depreciación por suciedad del local

**DPSL  $\approx$  0.98**

Por último obtenemos el Factor de pérdida de luz:

$$FPL = 0.9 \times 0.95 \times 0.98$$

$$FPL = 0.8379$$

La propuesta de iluminación para la habitación EBPBOF01 cuya ubicación corresponde a la planta baja del edificio B se muestra a continuación:

<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>	
NOMBRE DEL PROYECTO: <u>Edificios de oficinas y comunicaciones dentro del acceso 5, Exrefinería 18 de Marzo.</u>	
ILUMINANCIA OBTENIDA EN: <u>300 LUXES 30 CANDELAS</u>	DATOS DE LA LAMPARA: TIPO Y COLOR <u>2x32 w T-8</u>
DATOS DEL LUMINARIO: FABRICANTE <u>No definido</u>	Lm TOTALES POR LUMINARIO <u>2850</u>
NÚMERO DE CATALOGO <u>No definido</u>	
<b>SELECCIÓN DEL COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN</b>	
PASO 1 LLENA LOS ESPACIOS	
PASO 2 DETERMINE LAS CAVIDADES	
	<p>REFLECTANCIA= <u>20</u> % TECHO</p> <p>CT= <u>0</u> m</p> <p>ANCHO <u>4</u> m</p> <p>LARGO <u>7</u> m</p> <p>ALTO <u>2.7</u> m</p> <p>CL= <u>1.94</u> m</p> <p>RCL= <u>3.81</u></p> <p>RCT= <u>0</u></p> <p>CP= <u>0.76</u> m</p> <p>RCP= <u>1.49</u></p> <p>REFLECTANCIA= <u>80</u> % PISO</p>
PASO 3 REFLECTANCIA EFECTIVA DE CAVIDAD DE TECHO PCT = <u>80</u>	
PASO 4 REFLECTANCIA EFECTIVA DE CAVIDAD DE PISO PCP = <u>18</u>	
PASO 5 OBTENCIÓN DEL COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN DEL FABRICANTE CU = <u>0.51</u>	
<b>SELECCIÓN DE LOS FACTORES DE PÉRDIDA DE LUZ</b>	
NO RENOVABLES	RENOVABLES
TEMP AMBIENTE DEL LUMINARIO <u>30°C</u>	DLL = <u>0.90</u>
VOLTAJE DEL LUMINARIO <u>220/127</u>	DPL = <u>0.95</u>
FACTOR DEL BALASTRO <u>100%</u>	DPLS = <u>0.98</u>
DEPRECIACIÓN DEL LUMINARIO <u>    </u>	<b>FPL = <u>0.8379</u></b>
<b>CÁLCULOS</b>	
$I_{\text{iluminancia}} = \frac{\text{flujolumin oso} \times CU \times FPL}{\text{área}} = \frac{(2850 \times 2 \times 4) \times 0.51 \times 0.8379}{7 \times 4} = 347.96 \text{ lm}$	
$N = \frac{\text{flujototal}}{\text{lumenespor luminario}} = \frac{\left( \frac{347.96 \times 28}{0.51 \times 0.8379} \right)}{2850 \times 2} = \frac{22799.48}{5700} = 4$	

## I.2 RECEPTÁCULOS

### **Receptáculo**

Dispositivo de contacto instalado en una salida para suministrar energía eléctrica a un equipo.

Las cargas a utilizar dentro de estas áreas son las típicas de oficina (computadoras, impresoras, fax, fotocopadoras, etc.) y diversas cargas menores que deseen conectar los usuarios. De esta manera se pretende instalar la cantidad de salidas necesarias para satisfacer las necesidades, procurando evitar la sobrecarga en cualquiera de ellas.

Al encontrarse el proyecto en su etapa de diseño, no se cuenta con la distribución final del mobiliario dentro de los edificios, es por ello que se propone la colocación de cajas de conexiones que permitan la derivación de contactos en una zona determinada por la utilidad del área de trabajo y por sus dimensiones.

La NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-1999 “INSTALACIONES ELÉCTRICAS (UTILIZACIÓN)”, establece los requerimientos mínimos a cumplir en materia de instalación de contactos de acuerdo a las características del proyecto, según se indica a continuación:

### **Sección 210-7(a)**

*“Los receptáculos instalados en circuitos derivados de 15 y 20 A deben ser con conexión de puesta a tierra. Los receptáculos con conexión de puesta a tierra se deben instalar sólo en circuitos para la tensión y corriente eléctricas para las cuales están clasificados”.*

### **Sección 210-21(b)**

**2)** *“Cuando estén conectados a un circuito derivado que suministre energía, a dos o más receptáculos o salidas, un receptáculo no debe alimentar a una carga total de aparatos eléctricos conectados con cordón y clavija, que exceda el máximo especificado en la Tabla 210-21(b)(2)”.*

**3)** *“Cuando se conecten a un circuito derivado, que alimente a dos o más receptáculos o salidas, la capacidad nominal de los receptáculos debe corresponder a los valores de la Tabla 210-21(b)(3) o, si es de más de 50 A, la capacidad nominal del receptáculo no debe ser inferior a la capacidad nominal del circuito derivado”.*

**Carga máxima a un receptáculo para aparatos eléctricos con cordón y clavija**

Capacidad de conducción de corriente nominal del circuito (A)	Capacidad de conducción de corriente admisible de la base (A)	Carga máxima (A)
15 o 20	15	12
20	20	16
30	30	24

**Tabla 210-21 (b) (2) NOM-001-SEDE-1999**

**Capacidad de conducción de corriente admisible de receptáculos en circuitos de diversa capacidad**

Capacidad de conducción de corriente nominal del circuito (A)	Capacidad de conducción de corriente admisible del receptáculo (A)
15	No más de 15
20	15 o 20
30	30
40	40 o 50
50	50

Tabla 210-21(b) (3) NOM-001-SEDE-1999

**Sección 210-23(a)**

*“Se permite que los circuitos derivados de 15 o 20 A alimenten a unidades de alumbrado, otros equipos de utilización o una combinación de ambos. La capacidad nominal de cualquier equipo de utilización conectado mediante cordón y clavija no debe superar 80% de la capacidad nominal del circuito derivado. Cuando el equipo alimente a unidades de alumbrado o a equipos de utilización con cable y clavija no-fijos o a ambos a la vez, la capacidad nominal total del equipo de utilización fijo no debe superar 50% de la capacidad nominal del circuito derivado”.*

**Sección 220-3(c)**

*“En todas las construcciones, la carga mínima de cada salida de uso general y receptáculos y salidas no utilizadas para alumbrado general, no debe ser inferior a lo siguiente (las cargas utilizadas se basan en la tensión eléctrica nominal de los circuitos derivados)... Para salidas en receptáculos, cada receptáculo sencillo o múltiple instalado en el mismo puente se debe considerar a no-menos de 180 VA”.*

En base a lo anterior, para este proyecto se estableció una potencia por cada receptáculo de 200 VA, considerándose como criterio de diseño como cargas continuas todos los receptáculos debido a que su utilización se presupone mayor a 3 horas. Las cargas totales se resumen en los cuadros de carga anexados al final de este trabajo<sup>9</sup>.

## I.3 CONDUCTORES ELÉCTRICOS

**Conductor eléctrico**

Elemento que conduce la corriente eléctrica y que debe tener una buena conductividad y cumplir con ciertos requisitos en cuanto a propiedades mecánicas y eléctricas. Por lo general se fabrican de sección circular de material sólido como cables, dependiendo de la cantidad de corriente por conducir y su utilización.

**Conductor puesto a tierra (neutro)**

*“Conductor de un sistema o circuito intencionadamente puesto a tierra”<sup>10</sup>.*

<sup>9</sup> Véase Apéndice B.2 (Memoria de cálculo)

<sup>10</sup> NOM-001-SEDE-1999, Art. 100

**Carga continua**

*“Aquella con la que se espera que la corriente eléctrica máxima continué circulando durante tres horas o más”<sup>11</sup>.*

**I.3.1 SELECCIÓN DE AISLAMIENTO**

Para éste proyecto se propusieron cables de cobre del tipo THW-LS, usados principalmente en circuitos de servicio, alimentación y distribución en aplicaciones industriales y comerciales. El conductor está recomendado para usarse en ambientes húmedos o secos a una temperatura que no exceda los 75/90° C. La tensión de operación máxima para todas las aplicaciones es de 600V.

Estos cables deben cumplir con los requisitos de la NOM 063-SCFI-2001 (PRODUCTOS ELÉCTRICOS – CONDUCTORES - REQUISITOS DE SEGURIDAD) para cables tipo LS (baja emisión de humos).

**I.3.2 SELECCIÓN DEL CALIBRE**

La determinación del calibre del conductor se obtiene a través de dos métodos, los cuales se consideran por separado, pero que deben cumplirse simultáneamente, estos son:

1. Selección por capacidad de conducción de corriente (ampacidad).
2. Selección por caída de tensión.

La selección del conductor debe hacerse primero por ampacidad ya que este método nos proporciona la corriente nominal y con ella se verifica que el conductor cumpla también con la caída de tensión establecida para un punto del sistema. En caso de que el conductor deba de ser corregido por caída de tensión se seleccionará el siguiente calibre hasta ajustarlo al valor deseado. Cabe destacar que la NOM-001-SEDE-1999 establece que después de ajustar el conductor por caída de tensión, el conductor de puesta a tierra también debe de ser ajustado como se menciona mas adelante.

**SELECCIÓN POR CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE (AMPACIDAD)**

La ampacidad se refiere a la corriente eléctrica expresada en amperes, que un conductor eléctrico puede conducir continuamente bajo condiciones de uso, sin exceder su temperatura nominal.

De la sección 310-15(a) de la NOM-001-SEDE-1999, establecemos la selección del tamaño nominal de los conductores de acuerdo a lo especificado en la tabla 310-16<sup>12</sup>. Esto como resultado de tener en cuenta uno o más de los siguientes factores:

---

<sup>11</sup> NOM-001-SEDE-1999, Art. 100



1. “La compatibilidad en temperatura con equipo conectado, sobre todo en los puntos de conexión.
2. La coordinación con los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito y de la instalación.
3. El cumplimiento de los requisitos del producto de acuerdo con su norma específica correspondiente.
4. El cumplimiento de las normas de seguridad establecidas por las prácticas industriales y procedimientos normalizados”<sup>13</sup>.

Para la selección del calibre del conductor por ampacidad, se empleó el siguiente procedimiento:

#### **PASO 1** Determinación de la corriente nominal ( $I_N$ )

En base a la carga del circuito se calcula la corriente nominal dependiendo de su configuración.

$$\text{Circuito monofásico} \quad I_N = \frac{W}{V_{fn} \times Fp} [A]$$

$$\text{Circuito trifásico} \quad I_N = \frac{W}{\sqrt{3} \times V_{ff} \times Fp} [A]$$

Donde:

$I_N$  - Corriente nominal.                       $V_{fn}$  - Voltaje de fase-neutro.  
 $W$  - Potencia activa.                               $Fp$  - Factor de potencia.  
 $V_{ff}$  - Voltaje entre fases.

#### **PASO 2** Determinación de la corriente corregida ( $I_c$ ).

Para su cálculo es necesario establecer los siguientes factores de corrección:

- a. *Cargas continuas y no continuas*: de acuerdo a la sección 220-3 establecemos que el tamaño nominal mínimo de los conductores del circuito derivado sin aplicar ningún factor de ajuste debe permitir una capacidad de conducción de corriente igual o mayor que la de la carga no continua más el 125% de la carga continua.

<sup>12</sup> Véase Tabla A.5.a, Apéndice A

<sup>13</sup> NOM-001-SEDE-1999, sección 310-15.

- b. *Factor de Temperatura (FT)*: Este factor compensa los efectos por temperatura sobre el conductor. Es determinado en función del tipo de aislamiento, temperatura nominal del conductor y temperatura ambiente según las Tablas 310-16 a 310-19<sup>14</sup>.
- c. *Factor de Agrupamiento (FA)*: La sección 310-15(d)(8)(a) establece: “Cuando el número de conductores activos en un cable o canalización sea mayor a tres, la capacidad de conducción de corriente se debe reducir como se indica en la siguiente Tabla.”<sup>15</sup>

Número de conductores activos	Por ciento de valor de las tablas ajustado para la temperatura ambiente si fuera necesario
De 4 a 6	80
De 7 a 9	70
De 10 a 20	50
De 21 a 30	45
De 31 a 40	40
41 y más	35

Finalmente se obtiene la corriente corregida por medio de la siguiente fórmula:

$$I_{C2} = \frac{I_{C1}}{FA \times FT} [A]$$

De donde:

$$I_{C1} = I \times 1.25 [A]$$

### PASO 3 Determinación del calibre del conductor

La selección del tamaño nominal del conductor se determina a partir de las Tablas 310-16 a 310-19<sup>16</sup>, en función de la corriente corregida determinada en el paso anterior y al tipo de aislamiento que se requiera según la clasificación de área que se propuso anteriormente.

### SELECCIÓN POR CAÍDA DE TENSIÓN

La sección 215-2(b) nota 1 de la NOM-001-SEDE-1999 propone los valores máximos de caída de tensión: “Los conductores de alimentadores, tal como están definidos en el Artículo 100, con un tamaño nominal que evite una caída de tensión eléctrica superior a 3% en la toma de corriente eléctrica más lejana para fuerza, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas, y en los que la caída máxima de tensión eléctrica sumada de los circuitos alimentadores y derivados hasta la salida más lejana no supere 5%, ofrecen una eficacia de funcionamiento razonable”.

<sup>14</sup> Véanse Tablas A.5, Apéndice A

<sup>15</sup> NOM-001-SEDE-1999, sección 310-15(d)(8)(a).

<sup>16</sup> Véanse Tablas A.5, Apéndice A

Para la selección del calibre del conductor por caída de tensión, se empleo el método utilizado en el libro "STALLCUP'S ELECTRICAL CALCULATIONS SIMPLIFIED"<sup>17</sup>, simplificado y adaptado al Sistema Internacional de Unidades (SI), utilizando una constante K=12 para cobre, con lo que tenemos que:

*Circuito monofásico*

$$S = \frac{4LI_N}{V_{fn} \times e\%}$$

*Circuito trifásico*

$$S = \frac{\sqrt{3}2LI_N}{V_{ff} \times e\%}$$

Donde:

S- Sección transversal

$V_{fn}$  - Voltaje de fase-neutro

L- Longitud del circuito

$V_{ff}$  - Voltaje entre fases

$I_N$ - Corriente nominal

e% - Caída de tensión

## I.4 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE

### **Sobrecorriente**

*"Cualquier corriente eléctrica en exceso del valor nominal de los equipos o de la capacidad de conducción de corriente de un conductor. La sobrecorriente puede ser causada por una sobrecarga, un corto circuito o una falla a tierra"<sup>18</sup>.*

### **Sobrecarga**

*"Funcionamiento de un equipo excediendo su capacidad nominal, de plena carga, o de un conductor que excede su capacidad de conducción de corriente nominal, cuando tal funcionamiento, al persistir por suficiente tiempo puede causar daños o sobrecalentamiento peligroso"<sup>19</sup>.*

### **Interruptores**

Dispositivos diseñados para abrir y cerrar circuitos que abrirán a una sobrecorriente en condiciones predeterminadas, sin dañarse a sí mismos y permanecerán cerrados cuando se apliquen corrientes dentro de su valor nominal.

## SELECCIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA PROTECCIÓN

El dispositivo de protección contra sobrecorriente deberá brindar protección a los conductores y equipos que se instalen de modo que abra el circuito si se presenta

<sup>17</sup> STALLCUP'S ELECTRICAL CALCULATIONS SIMPLIFIED, pág. 1-3.

<sup>18</sup> NOM-001-SEDE-1999, Art. 100

<sup>19</sup> Ídem.

una sobrecorriente que pueda causar elevaciones de temperatura a niveles peligrosos del conductor y su aislamiento.

De acuerdo a la sección 210-20 de la NOM-001-SEDE-1999 indicamos que los circuitos derivados deben protegerse debidamente contra sobrecorrientes. De manera similar, según 240-3 establecemos que la protección de los conductores debe seleccionarse de acuerdo a la capacidad de conducción de corriente según lo indicado en 310-15. Las capacidades nominales de estas protecciones están normalizadas en la sección 240-6 (a). El interruptor se elige en base a la corriente corregida ( $I_{C1}$ ), seleccionando la protección inmediata superior al valor de la corriente obtenida.

Para los circuitos derivados de alumbrado y contacto de este proyecto, se seleccionaron interruptores termomagnéticos, cuyo número de polos y corriente nominal, están especificados en los cuadros de carga<sup>20</sup>.

## I.5 SELECCIÓN DEL CONDUCTOR DE PUESTA TIERRA

### **Conductor de puesta a tierra**

*“Conductor utilizado para conectar un equipo o el circuito puesto a tierra de un sistema de alambrado al electrodo o electrodos de puesta a tierra”<sup>21</sup>.*

### **Selección del conductor de puesta a tierra**

De acuerdo a la sección 250-95 el conductor de puesta a tierra instalado en paralelo debe de tener un tamaño nominal sobre la base de la corriente eléctrica nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente que proteja los conductores del circuito en la canalización o cable, según la tabla 250-95<sup>22</sup>.

Una parte importante de esta sección establece que cuando el tamaño nominal de los conductores se ajuste para compensar caídas de tensión eléctrica, los conductores de puesta a tierra de los equipos, cuando deban instalarse, se deberán ajustar proporcionalmente según el área en  $\text{mm}^2$  de su sección transversal.

## I.6 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

### **Canalización**

*“Canal cerrado de materiales metálicos o no metálicos, expresamente diseñado para contener alambres, cables o barras conductoras”<sup>23</sup>.*

---

<sup>20</sup> Véase Apéndice B.2 (Memoria de cálculo)

<sup>21</sup> NOM-001-SEDE-1999, Art. 100

<sup>22</sup> Véase Tabla A.6, Apéndice A

<sup>23</sup> NOM-001-SEDE-1999 Art. 100

### **Tubo (conduit)**

*“Sistema de canalización diseñado y construido para alojar conductores en instalaciones eléctricas, de forma tubular, sección circular”<sup>24</sup>.*

Para este proyecto se propuso tubería metálica ya que es el sistema de canalización más común y es utilizado en todo tipo de aplicaciones ya que brindan una excelente protección a los conductores y se pueden instalar tanto en interiores como exteriores. Para los circuitos derivados dentro de los edificios se seleccionó tubería metálica tipo ligero ya que son áreas secas no expuestas a humedad o ambientes corrosivos y son instalaciones visibles u ocultas.

### **SELECCIÓN DEL DIÁMETRO DEL TUBO**

Para la selección del diámetro del tubo se empleó el siguiente procedimiento:

#### **PASO 1** Determinación de la sección transversal total de los conductores.

**Paso 1.a** Una vez determinado el calibre del conductor se deberá obtener la sección transversal total con aislamiento de este. Este dato se obtiene de la Tabla 10-5<sup>25</sup> de la NOM-001-SEDE-1999.

**Paso 1.b** Cuando el conductor de puesta a tierra sea desnudo se deberá establecer el número de alambres componentes de acuerdo a la Tabla 10-8<sup>26</sup>, estableciendo la dimensión total de la sección transversal del conductor.

**Paso 1.c** De la suma de los pasos anteriores se obtiene la sección transversal total de los conductores.

#### **PASO 2** Determinación del factor de relleno y selección del tubo (conduit).

El factor de relleno está dado por la relación entre el área de la sección transversal de los conductores dentro de la tubería, incluido el aislamiento y el conductor de puesta a tierra, y el área interior del tubo.

La Tabla 10-1<sup>27</sup> establece el factor de relleno máximo en un tubo dependiendo del número de conductores. Estos valores son las áreas máximas que deben ocuparse.

La selección del tubo conduit se realiza a través de la Tabla 10-4<sup>28</sup>. Dependiendo de la sección transversal total de los conductores y del factor de relleno, se selecciona el tamaño nominal del tubo (conduit).

---

<sup>24</sup> NOM-001-SEDE-1999 Art. 100

<sup>25</sup> Véase Tabla A.7, Apéndice A

<sup>26</sup> Véase Tabla A.8, Apéndice A

<sup>27</sup> Véase Tabla A.9, Apéndice A

<sup>28</sup> Véase Tabla A.10, Apéndice A

---

## I.7 CENTROS DE CARGA

### ***Tablero de distribución***

*“Panel grande sencillo, estructura o conjunto de paneles donde se montan, ya sea por el frente, por la parte posterior o en ambos lados, desconectores, dispositivos de protección contra sobrecorriente y otras protecciones, barras conductoras de conexión común y usualmente instrumentos. Los tableros de distribución de fuerza son accesibles generalmente por la parte frontal y la posterior, y no están previstos para ser instalados dentro de gabinetes”<sup>29</sup>.*

### **SELECCIÓN DE LOS CENTROS DE CARGA**

El Art.384 de la NOM-001-SEDE-1999 refiere a todos los tableros de distribución y paneles de alumbrado y de control instalados para los circuitos de alumbrado y fuerza. Este artículo establece lineamientos generales de diseño, colocación de fases e instalación de los tableros tanto en interiores como en exteriores. Indica también, para los tableros de distribución, las distancias a techo, separación entre conductores de acuerdo a su tipo, además que los tableros deben estar aterrizados. Para los paneles de alumbrado y de control el artículo establece el tipo y número de protecciones, así como los factores aplicables y su colocación dependiendo del tipo de área en que se colocará. Por último incluye una sección donde se describen las especificaciones de construcción.

En el mercado encontramos diversas marcas de fabricantes los cuales cumplen con lo especificado en este artículo, es por ello que para este proyecto, se seleccionaron tableros para alumbrado y distribución (tipo NQOD) para montaje o empotrar en pared y que acepte interruptores atornillables, cuya tensión máxima de operación sea de 240 [V] de corriente alterna, con tres fases y neutro e interruptor principal. Estos tableros deberán ser con envolvente (gabinete) construido para uso en interiores y que brinde protección contra suciedad (NEMA 1), debiendo cumplir con lo especificado en la Norma NMX-J235 ANCE-1999.

Para estos tableros, el número de circuitos derivados e interruptores principales están definidos en los cuadros de carga anexos en el Apéndice B.2 (Memoria de cálculo) de esta tesis.

Cabe mencionar que la sección 220-4(d) de la NOM-001-SEDE-1999 indica que las cargas deben distribuirse uniformemente entre los distintos circuitos derivados, con varias salidas, que se inicien en el mismo panel y para ello se deben de instalar dispositivos de protección contra sobrecorriente de acuerdo a la carga.

Se recomienda que una vez establecidos el número de circuitos de alumbrado y contacto en cada tablero, queden disponibles para futuras modificaciones un 20% del total instalado.

---

<sup>29</sup> NOM-001-SEDE-1999, Art. 100

## I.8 CONSIDERACIONES PARA ALUMBRADO Y CONTACTOS

En base a lo establecido anteriormente, a los procedimientos de cálculo descritos y de acuerdo a lo comúnmente utilizado dentro de instalaciones eléctricas de este tipo, se definen los siguientes parámetros:

	ALUMBRADO	CONTACTOS
Calibres para circuitos derivados.	12 AWG	10 AWG
Calibres para conductor puesto a tierra.	12 AWG	10 AWG
Calibres para conductor de puesta a tierra.	14 AWG	12 AWG
Interruptores termomagnéticos	15 AMP	20 AMP

Se propone la colocación de los tableros de distribución en el área de escaleras y el número de estos dependerá de las condiciones de cada edificio y la distribución propuesta para cada uno de ellos, como se muestra en los planos correspondientes a cada edificio<sup>30</sup>.

## I.9 EJEMPLO DE CÁLCULO DE ALIMENTADORES

A continuación se desarrollará un ejemplo que ilustra el procedimiento enunciado anteriormente, con el propósito de demostrar la validez del mismo en la propuesta del proyecto presentado. Se tomó para este ejemplo el alimentador que va desde el tablero principal del edificio K hasta el tablero 1 de la planta baja con clave EKPB01<sup>31</sup>.

Datos de entrada:

CARGA	16.646 kW
SISTEMA	3F-4H
VOLTAJE	220/127 V
e% <sub>MAX</sub>	0.71%
LONG.	78.1m
F.A.	0.8
F.T.	1.00 (26 °C)
F.p.	0.9

### SELECCIÓN POR CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE (AMPACIDAD)

PASO 1 Determinación de la corriente nominal ( $I_N$ )

$$I_N = \frac{W}{\sqrt{3} \times V_{ff} \times Fp} = \frac{16646}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.9} = 48.538[A]$$

<sup>30</sup> Véase Apéndice C (planos)

<sup>31</sup> Idem.

PASO 2 Determinación de la corriente corregida ( $I_c$ )

$$I_{c1} = 48.538 \times 1.25 = 60.673[A]$$

$$I_{c2} = \frac{I_{c1}}{FA \times FT} = \frac{60.673}{0.8 \times 1.0} = 75.841[A]$$

PASO 3 Determinación del calibre del conductor

De la tabla 310-16 de la NOM-001-SEDE-1999, tenemos:

Cable cal. No. 3 AWG (26.67mm<sup>2</sup>), THW-LS cuya ampacidad es de 85 A.

### SELECCIÓN POR CAÍDA DE TENSIÓN

Para la selección del conductor por caída de tensión se tiene que:

$$e\% = \frac{\sqrt{3} 2LI_N}{V_{ff} \times S} = \frac{\sqrt{3} \times 2 \times 78 \times 48.538}{220 \times 26.67} = 2.235\%$$

Debido a que la caída de tensión obtenida del conductor no es la requerida para este circuito, se propone un calibre superior para ajustarla; resultando un conductor de las siguientes características:

**Cable cal. No. 3/0 AWG (85.01mm<sup>2</sup>), THW-LS cuya ampacidad es de 165 A a 60°C.**

La caída de tensión para este conductor es de:

$$e\% = \frac{\sqrt{3} 2LI_N}{V_{ff} \times S} = \frac{\sqrt{3} \times 2 \times 78 \times 48.538}{220 \times 85.01} = .702\%$$

### SELECCIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA PROTECCIÓN

Para la protección tenemos que:

$$I_{int} = I_N \times 1.25 = 48.538 \times 1.25 = 60.673[A]$$

Por lo que el interruptor termomagnético será de **3P-60 A**.

### SELECCIÓN DEL CONDUCTOR DE PUESTA TIERRA

De la Tabla 250-95 de la NOM-001-SEDE-1999 se selecciona el conductor de puesta a tierra:



Cable cal. No. 10 AWG de 7 hilos desnudo ( $6.82\text{mm}^2$ ).

El alimentador inicialmente se seleccionó con una sección transversal de  $26.67\text{mm}^2$  y aumento a  $85.01\text{mm}^2$ , es decir, aumento 3.18 veces; por lo que el conductor de puesta tierra aumentará en la misma proporción y quedará con las siguientes características:

**Cable cal. No. 4 AWG de 7 hilos desnudo ( $27.3\text{mm}^2$ ).**

### SELECCIÓN DEL DIÁMETRO DEL TUBO

PASO 1 Determinación de la sección transversal total de los conductores.

	CONDUCTOR	AISLAMIENTO	SECC. TRANS.	TOTAL
Paso 1.a	4 - 3/0 AWG	THW-LS	$201\text{mm}^2$	$804\text{mm}^2$
Paso 1.b	1- 4 AWG	DESNUDO, 7 HILOS	$27.3\text{mm}^2$	$27.3\text{mm}^2$
Paso 1.c			<b>TOTAL</b>	$831.3\text{mm}^2$

PASO 2 Determinación del factor de relleno y selección del tubo

De la Tabla 10-1 y 10-4 de la NOM-001-SEDE-1999, para más de 2 conductores el área que deben ocupar los conductores dentro del tubo es de máximo el 40%, por lo que corresponde a un tubo de diámetro nominal de **53mm (2")** donde su área disponible es de  $867\text{mm}^2$ .

### I.10 CARGAS ESPECIALES

Además de las cargas de alumbrado y contacto existen otras cargas necesarias para el funcionamiento de los inmuebles, las cuales fueron proporcionadas por PEMEX, siendo determinadas por las áreas de diseño correspondientes y obedecen a especificaciones de acuerdo a su normatividad vigente. La empresa indica que se integren al proyecto, sin solicitar una propuesta alternativa.

#### I.10.1 AIRE ACONDICIONADO

El Departamento de Adecuación de Espacios de Oficina de PEMEX estableció la potencia necesaria para instalar el aire acondicionado en cada edificio. A continuación se enlista la potencia solicitada por esta área.

EDIFICIO	[kVA]
B	11.19
C	14.92
E	93.25
H	149.2
J	29.84
K	149.2
<b>TOTAL</b>	<b>448</b>

### **I.10.2 SISTEMAS HIDRÁULICOS**

Para el sistema hidráulico de este complejo, el Departamento encargado de esta área requiere de un Centro de Control de Motores (CCM) el cual detallaremos más adelante, estos servirán para alimentar al sistema de bombeo de los servicios sanitarios y al sistema de desagüe. A continuación se establece el número de motores y sus capacidades.

<b>NUM DE MOTORES</b>	<b>CAP. DEL MOTOR A 480 V</b>	<b>[kVA]</b>
1	100 [CP]	113.4
6	25[CP]	186.6
5	5 [CP]	34.8
<b>TOTAL</b>	<b>275 [CP]</b>	<b>334.7</b>

### **I.10.3 ALUMBRADO EXTERIOR**

El sistema de iluminación exterior dentro del complejo esta actualmente en servicio, es por ello que se tomó la carga total instalada al momento, la cual es de 42.81 kW. Esta comprende el alumbrado en estacionamientos, caminos vehiculares interiores y exteriores de los edificios.

### **I.11 CUANTIFICACIÓN DE CARGAS**

Finalmente se determina la carga total requerida a partir del análisis expuesto a lo largo de este capítulo y desarrollado en los cuadros de carga anexos a este trabajo (Apéndice B), además de lo requerido por parte de PEMEX para cargas especiales.

<b>CARGAS</b>	<b>POTENCIA [kVA]</b>
ALUMBRADO	47.09
CONTACTOS NORMALES	181.80
CONTACTOS REGULADOS	139.40
AIRE ACONDICIONADO	448.00
SISTEMA HIDRAULICO	334.7
ALUMBRADO EXTERIOR	42.81
<b>TOTAL</b>	<b>1193.8</b>

## CAPÍTULO II SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

**OBJETIVO:** *En este capítulo seleccionaremos, de acuerdo a las características del proyecto, una subestación compacta que cumpla con los requerimientos especificados en la NOM-001-SEDE-1999.*

### II.1 SUBESTACIÓN ELÉCTRICA Y SUS COMPONENTES

Las subestaciones eléctricas son los puntos de la red eléctrica donde las líneas de transmisión y los alimentadores de distribución se interconectan a través de interruptores, buses y transformadores. Esto permite el control del flujo de potencia en la red para realizar operaciones en los interruptores con fines de mantenimiento.

Hay diversas consideraciones que se deben de tomar en cuenta para la selección de una subestación, estas nos permitirán alcanzar una mayor productividad y garantizar la continuidad en el servicio además de la calidad de la energía que será consumida por los equipos y por los sistemas de iluminación. Estas consideraciones son descritas a continuación:

1. Garantía en el suministro.
2. Extensibilidad.
3. Mantenimiento.
4. Facilidad en la operación.
5. Distribución de protecciones.
6. Limitaciones de corto circuito.
7. Localización.
8. Costo.

De esta forma, es importante contar con una subestación eléctrica que garantice cumplir con dichos aspectos de forma efectiva, por lo que toma un papel preponderante contar con un sistema eléctrico confiable, efectivo y seguro, lográndose evitar accidentes que puedan provocar desde daños a los equipos hasta riesgos de muerte en usuarios y operadores.

Las subestaciones eléctricas se componen esencialmente de los siguientes elementos:

#### TRANSFORMADORES

Los transformadores son el corazón de la subestación de distribución, estos transforman la energía de un voltaje primario a un voltaje adecuado para su distribución a los equipos consumidores.

### DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD (INTERRUPTORES)

Los dispositivos de seguridad (interruptores) se colocan entre los circuitos de distribución y la barra de baja tensión para la protección de la subestación durante las condiciones de falla o picos de tensión.

### REGULADORES DE TENSIÓN

Los reguladores de tensión se instalan en serie en cada circuito de distribución, es indispensable que los transformadores estén equipados con la capacidad de cambiar los taps que permitan la regulación de tensión de la barra.

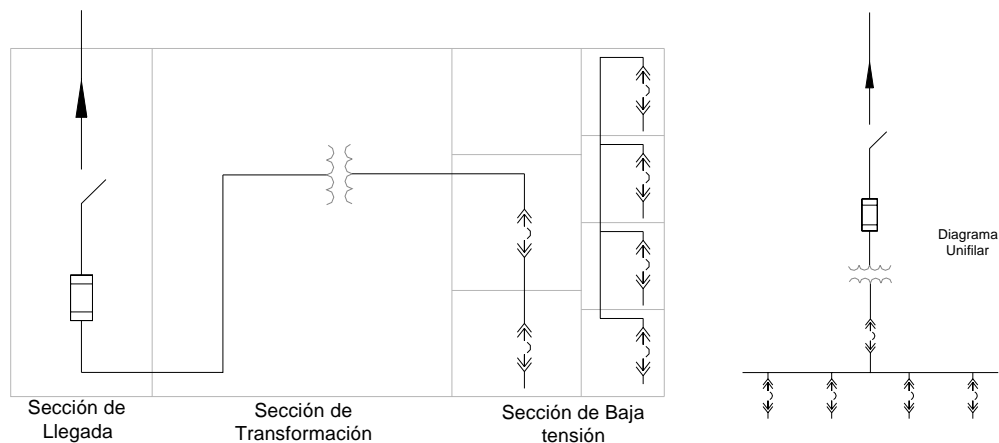
### DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN

Los dispositivos de medición desarrollan la importante tarea de proporcionar al operador de la subestación la información de energía circulante en el sistema, mediante instrumentos y carátulas de lectura legible y confiable.

## II.2 SUBESTACIÓN COMPACTA

Con el objeto de convertir los voltajes primarios proporcionados en la acometida por la compañía suministradora a niveles adecuados, tales como 220, 240 ó 480 V, se emplean subestaciones compactas, también llamadas subestaciones secundarias.

Las subestaciones compactas constan de tres grupos de componentes que actúan coordinadamente entre sí y los cuales se describen a continuación:



*Sección de llegada.* Proporciona los medios para recibir el cable que entrega energía, un seccionador y fusibles para la protección del transformador.

*Sección de transformador.* El nivel del voltaje secundario dependerá del equipo alimentado.

*Sección de baja tensión.* Distribuye la carga total a los alimentadores derivados. Los interruptores que alimentan cada derivado desempeñan las funciones de desconectar la carga y de proteger el circuito contra sobrecargas y cortos circuitos. El interruptor principal secundario permite desconectar el total de las cargas de la subestación, y proporciona la protección requerida para las barras principales y los derivados del tablero secundario.

Las subestaciones compactas son equipos completamente coordinados y ensamblados por el fabricante, que proporcionan la transformación necesaria del voltaje de suministro al voltaje de utilización, desempeñando también funciones de desconexión y de protección a los circuitos alimentadores derivados de baja tensión.

### II.3 SELECCIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA SUBESTACIÓN

Para determinar la capacidad de la subestación, es indispensable contar con el valor de la carga total instalada para satisfacer plenamente la demanda (como se analizó en el capítulo anterior). No obstante, para representar las condiciones reales a las cuales operará el sistema bajo esta carga, es necesario considerar las condiciones bajo las cuales trabajará el usuario, es decir, “factores aplicables a la carga” que se resumen a continuación:

#### **Factor de demanda**

El factor de demanda es la relación entre la demanda máxima del sistema con la carga total conectada del mismo<sup>32</sup>.

$$\text{Factor de demanda} = \frac{\text{Demanda máxima}}{\text{Carga total conectada}} \quad (\text{Normalmente } \leq 1)$$

#### **Factor de utilización**

El factor de utilización es la relación entre la demanda máxima del sistema con la capacidad del sistema<sup>33</sup>.

$$\text{Factor de utilización} = \frac{\text{Demanda máxima}}{\text{Capacidad del sistema}} \quad (\text{Normalmente } \leq 1)$$

#### **Factor de carga**

El factor de carga es la relación entre el promedio de las cargas en un periodo de tiempo designado con la carga pico ocurrida en el mismo periodo<sup>34</sup>.

<sup>32</sup> Transmission and Distribution Electrical Engineering, pág. 852

<sup>33</sup> Idem.

<sup>34</sup> Transmission and Distribution Electrical Engineering, pág. 853

$$\text{Factor de carga} = \frac{\text{Promedio de las cargas en un periodo de tiempo designado}}{\text{Carga pico ocurrida en el mismo periodo}} \quad (\text{Normalmente } \leq 1)$$

### **Factor de diversidad**

El factor de diversidad es la relación entre la suma de las demandas máximas individuales en distintas partes del sistema con la demanda máxima del sistema<sup>35</sup>.

$$\text{Factor de diversidad} = \frac{\text{Suma de las demandas máximas individuales}}{\text{Demanda máxima del sistema}} \quad (\text{Normalmente } \geq 1)$$

### **Factor de coincidencia o simultaneidad**

El factor de coincidencia es el recíproco del factor de diversidad<sup>36</sup>.

$$\text{Factor de coincidencia} = \frac{1}{\text{Factor de diversidad}} \quad (\text{Normalmente } \leq 1)$$

La información de estos factores para las diversas cargas y grupos de cargas son útiles en el diseño del sistema, como se mencionó anteriormente. Por ejemplo, la suma de las cargas conectadas en un alimentador, multiplicada por su factor de demanda, nos proporcionará la demanda máxima que el alimentador puede proporcionar. La suma de las demandas máximas individuales en los circuitos asociados de un centro de carga o tablero, dividido por el factor de diversidad de esos circuitos, nos dará la máxima demanda en el centro de carga y en el circuito que lo alimenta. La suma de las demandas máximas individuales en los circuitos de un transformador, dividido por el factor de diversidad de esos circuitos, nos dará la demanda máxima del transformador de distribución. La suma de la demanda máxima en todos los transformadores de distribución dividido por el factor de diversidad de las cargas de los transformadores, nos darán la máxima demanda en su alimentador primario. Para usar los factores apropiados, las demandas máximas en diversas partes del sistema de los circuitos de carga de la fuente de potencia, puede ser estimada. Complementando, podría también ser utilizado para la expansión de cargas futuras en éstos cálculos.

En base ha estos datos se deben fijar las diferentes tensiones a las cuales trabajará la red eléctrica, por lo que analizaremos esta situación.

Se cuenta con que los tableros de alumbrado y receptáculos los cuales deben ser alimentados a una tensión trifásica de 220/127 V, como se observa en el Diagrama Unifilar<sup>37</sup>. Se tiene también que los equipos de aire acondicionado trabajarán a una tensión de 480 V, por lo que es necesario tener 2 tensiones diferentes en cada

<sup>35</sup> Transmission and Distribution Electrical Engineering, pág. 853.

<sup>36</sup> Transmission and Distribution Electrical Engineering, pág. 855.

<sup>37</sup> Véase Apéndice C (planos).

edificación, por la cual se proveerá a cada edificio de un transformador que pueda suministrar junto con los centros de carga necesarios, dichos valores de tensión. El cálculo de cada transformador se analizará mas adelante.

Otro aspecto a considerar es un CCM (Centro de Control de Motores), que nos permita garantizar el adecuado control de los servicios hidro-sanitarios y contra-incendio. Este centro se localizará en la parte posterior del edificio "C" como se muestra en el plano de conjunto anexo en esta tesis<sup>38</sup>.

Finalmente, otro aspecto importante a considerar debido a los efectos ocasionados por caída de tensión sobre los conductores, es la distancia entre cada inmueble. La NOM-001-SEDE-1999 (sección 215-2(b) nota 1) propone que la caída de tensión total no exceda del 5%.

En base a esta información y a la carga total instalada, Compañía de Luz y Fuerza proporciona en la acometida una tensión de 23 kV. Por lo que debemos proponer una subestación que nos permita cumplir con los parámetros descritos.

Las cargas obtenidas en este proyecto se describen en la tabla siguiente, en ella también se señalan los factores de demanda aplicables a cada tipo de carga y se muestra la demanda estimada.

CARGAS	POTENCIA [kVA]	F.D.	P. CORREGIDA [kVA]
ALUMBRADO	47.09	100% <sup>39</sup>	47.09
CONTACTOS NORMALES	181.80	50/100% <sup>40</sup>	95.9
CONTACTOS REGULADOS	139.40	50/100% <sup>40</sup>	74.7
AIRE ACONDICIONADO	448.00	90% <sup>41</sup>	403.2
SISTEMA HIDRAULICO	334.7	90% <sup>41</sup>	301.23
ALUMBRADO EXTERIOR	42.81	100% <sup>39</sup>	42.81
<b>TOTAL</b>	<b>1193.8</b>		<b>965.74</b>

## SELECCIÓN DE LOS TRANSFORMADORES

El transformador acopla inductivamente circuitos eléctricos distintos permitiendo el intercambio de energía a diferentes niveles de voltaje o entre formas distintas de conexión. Dentro de esta función caben numerosas aplicaciones, como la de dar a la tensión de transmisión el valor adecuado definido por la distancia y la potencia.

Los transformadores se clasifican según su capacidad en:

- POTENCIA. Los de más de 500 kVA o más de 69 kV.
- DISTRIBUCIÓN. Los que no pasan de 500 kVA y de 69 kV.
- UTILIZACIÓN. Los de 200 kVA o menos y 15 kV o menos.

<sup>38</sup> Véase Apéndice C (planos)

<sup>39</sup> Véase Tabla A.11, Apéndice A

<sup>40</sup> Véase Tabla A.12, Apéndice A

<sup>41</sup> Manual de instalaciones eléctricas, pág. 343

La selección de un transformador es la determinación de las siguientes características:

- Número de fases
- Capacidad en KVA
- Frecuencia
- Voltaje y nivel de aislamiento de cada circuito
- Conexión interna o externa de cada devanado
- Altura de operación
- Medio ambiente
- Método de refrigeración
- Elevación de temperatura
- Características mecánicas
- Dimensiones y peso límites
- Equipo complementario

La determinación de las características mencionadas, debe hacerse de manera tal de que el transformador no opere con capacidad ociosa (poca carga), o bien se sature rápidamente por insuficiencia

La capacidad nominal de un transformador está definida como la potencia (kVA's) que su devanado secundario deba de operar por un cierto tiempo, en condiciones de tensión y frecuencia de diseño (valores nominales), a una temperatura ambiente promedio de 30°C y máxima de 40°C, y sin que la temperatura promedio en su devanado exceda de 65°C .

Se deberán considerar, las características de las cargas por alimentar, sumando todos los valores de las corrientes de carga y teniendo en cuenta si éstas son monofásicas o trifásicas.

Los transformadores se seleccionarán y dimensionarán en base al tipo de carga a alimentar .Los criterios de protección contra sobrecorriente se basan en la selección de los dispositivos para este fin, estableciendo diferencias, ya sea que se trate de transformadores de 600 V o menos, o mayores de 600 V como lo establece la sección 450-3 de la NOM-001-SEDE-1999.

### **DIMENSIONAMIENTO (CÁLCULO) DE LOS CONDUCTORES EN LOS CIRCUITOS CON TRANSFORMADORES Y ALIMENTADORES GENERALES**

Los conductores que alimentan el lado primario de los transformadores y las derivaciones del lado secundario, se calculan para ciclos de trabajo continuo y no continuo. Para las cargas de ciclo continuo se calculan al 125% de la capacidad total en VA o kVA, o a su corriente nominal. Las cargas con ciclo de operación no continuo se calculan al 100%.

Los conductores que suministren potencia entre el equipo de servicio y el lado primario de los transformadores, se calcularán sobre la base de los kVA nominales del transformador y para el lado secundario sobre la base de la carga alimentada. Todos los alimentadores deberán seguir el mismo procedimiento de los circuitos derivados descrito en el capítulo anterior de esta



tesis, verificando que se cumpla en lo establecido en la sección 215-2(b) de la NOM-001-SEDE-1999, referente a la caída de tensión que hasta el secundario de los transformadores distribuidos en las instalaciones deberá ser menor al 3% y que para los alimentadores principales no deberá superar el 2%.

Una vez establecidas las cargas que se deberán alimentar y los transformadores necesarios en cada edificio, se establecerá el tipo de distribución que se utilizará para interconectar dichos transformadores y cargas con la subestación principal, teniendo en cuenta la tensión a la cual se realizará dicha distribución para poder establecer las trayectorias y las distancias de los conductores.

Para este proyecto se ha elegido una distribución radial con centro de potencia la cuál se detalla más adelante en este trabajo; el transformador principal será con tensiones 23kV-480/277 V. La distribución será en 480 V y llegará a los transformadores secundarios de cada edificio para proporcionar tensiones a cada edificio de 480/277 V y 220/127 V.

La potencia necesaria para cada edificio y su transformador, la carga de aire acondicionado y el alimentador obtenido para cada uno, se encuentran resumidos en la siguiente tabla. Los cuadros de cargas detallados se encuentran en el Apéndice B.2 de esta tesis.

EDIFICIO	POTENCIA kVA	TRANSFORMADOR kVA	AIRE ACOND. kVA	ALIMENTADORES PRINCIPALES
B, C	29954	45	30	4-1/0 AWG 1D.-6 AWG 1T-2"
E	56568	75	110	8-2/0 AWG 2D-6 AWG 2T-2"
J	31406	45	35	4-4/0 AWG 1D-3 AWG 1T-2½"
K	122340	150	176	12-4/0 AWG 3D-4 AWG 3T-2½"
H	122024	150	176	12-4/0 AWG 3D-4 AWG 3T-2½"
ALUM EXT.	42.81	50	--	4-2 AWG 1D-8 AWG 1T-1"
C. C. M.	334.7	--	--	6-4/0 AWG 2D-1 AWG 2T-2"
<b>POTENCIA TOTAL</b>		<b>515</b>	<b>527</b>	----

La potencia total del transformador de la subestación se obtiene a partir de:

$$\text{Potencia Total}_{\text{S.E.}} = \sum_{\text{TRANSFORMADORES}} + \sum_{\text{AIRE ACOND.}} + \text{Potencia}_{\text{CCM}}$$

$$\text{Potencia Total}_{\text{S.E.}} = 515 + 527 + 334.7 = 1376.7 \text{ kVA}$$

Por lo que la potencia total de la subestación es de 1376.7 kVA, la cuál requiere un tablero de distribución con un interruptor general de 1750 A, que debe incluir una protección de falla a tierra como lo establece la sección 240-13

de la NOM-001-SEDE-1999. Este tablero se conectará al transformador general mediante barras como se muestra en el diagrama unifilar<sup>42</sup>.

El transformador general deberá ser de 1500 kVA clase NEMA 1 con tensiones 23kV-480/277V y que a su vez estará interconectado a la subestación compacta.

Finalmente la subestación compacta propuesta deberá operar a 23 kV y clase NEMA 1, y deberá contar con una celda de medición, cuchilla de paso entre celdas, celda de seccionador con apartarrayos, celda de acoplamiento y tapas laterales. las dimensiones mínimas serán: alto 2.4m, frente 3m y fondo 1.6m.

El sitio de resguardo de la subestación y de sus elementos deberán diseñarse de acuerdo al artículo 924 de la NOM-001-SEDE-1999.

---

<sup>42</sup> Véase Apéndice C (planos)

## CAPÍTULO III ANÁLISIS DE CORTO CIRCUITO

**OBJETIVO:** *En este capítulo analizaremos, de acuerdo a las características del proyecto, los parámetros de corto circuito.*

### III.1 ESTUDIO DE CORTO CIRCUITO

La Norma Oficial Mexicana establece que los componentes del sistema eléctrico deben soportar cualquier corriente que pueda circular por ellos. Una de las corrientes más importantes que puede circular por estos, es la corriente de corto circuito, por lo que debe asegurarse que en caso de existir un corto circuito, los componentes de dicho sistema no sufran daños.

Con los resultados de un estudio de corto circuito se logran evaluar los siguientes parámetros:

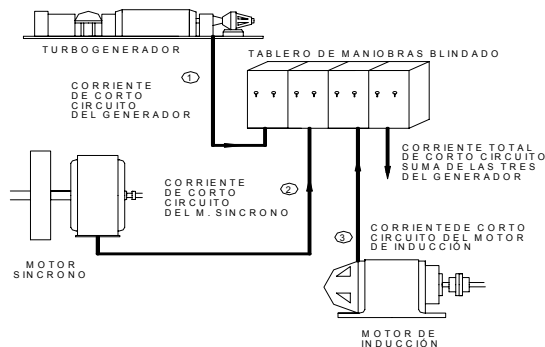
- *Capacidad de aguante.* Los conductores, tableros, y demás componentes deben soportar la corriente de corto circuito que se presente antes que las protecciones actúen, evitando con ello la posibilidad de accidentes e incendios.
- *Capacidad interruptiva.* Las protecciones actuarán en presencia de corrientes de corto circuito de una manera segura para el personal y los inmuebles.

Es importante que todas las fuentes que contribuyen al corto circuito se tomen en cuenta en el cálculo, así como la determinación de las reactancias de estas fuentes.

Hay tres fuentes básicas que contribuyen a la corriente de corto circuito:

1. Generadores.
2. Motores, condensadores y convertidores sincrónicos.
3. Motores de inducción.

Estas fuentes pueden suministrar corrientes de corto circuito simultáneamente, como se muestra en la siguiente figura:



### III.2 CÁLCULO DE CORTO CIRCUITO

Para el cálculo de corto circuito existen distintos métodos entre los que se pueden mencionar:

- Componentes simétricas.
- Bus infinito.
- Método de los MVA's.
- Método de  $Z_{BUS}$ .

De acuerdo a las características y los datos de este proyecto se decidió aplicar el método de las *Componentes Simétricas*.

Este método consiste en la superposición de tres sistemas separados de fasores, que proporcionan las condiciones de desbalanceo del sistema. Cabe señalar que estos sistemas no son reales y son simplemente usados como ayuda en el cálculo, sus componentes de voltaje y de corriente no existen físicamente en el sistema, aunque podrían ser monitoreadas por filtros especiales.

Los tres sistemas separados de fasores se mencionan a continuación:

- *Sistema de secuencia positiva*. Es un sistema trifásico balanceado con secuencia normal.
- *Sistema de secuencia negativa*. Es un sistema trifásico balanceado con secuencia invertida.
- *Sistema de secuencia cero*. Es un sistema de tres fasores de igual magnitud y fase.

Para el cálculo del corto circuito por el método de las componentes simétricas se deberá desarrollar el siguiente procedimiento:

#### **PASO 1** Elaboración del diagrama unifilar para el corto circuito.

Una vez establecido el punto de falla se deberá dibujar el diagrama unifilar correspondiente, incluyendo las conexiones de las fuentes que contribuyan al corto circuito del sistema. Indicando las corrientes, los voltajes e impedancias, considerando sus direcciones y polaridades.

#### **PASO 2** Establecimiento de los valores base.

Se deberán fijar los valores base de potencia y tensión para realizar los cambios necesarios y trabajar en el sistema por unidad (p. u.). Estos valores se fijarán en base a la experiencia y las necesidades del sistema. Se deberá solicitar a la compañía suministradora las contribuciones de corto circuito del Sistema Eléctrico Nacional a nuestro sistema.

**PASO 3** Determinación de las impedancias de secuencia.

Se obtendrán las impedancias de secuencia de cada uno de los elementos que contribuyan al corto circuito dentro del sistema.

**Paso 3.a** Impedancia del Sistema Eléctrico Nacional.

Para todos los casos prácticos se consideran las componentes de secuencia positiva y negativa iguales, y las impedancias pueden usarse como reactancias a menos que se conozca la relación X/R para determinar el ángulo. Por lo que las reactancias de secuencia las obtenemos a partir de los datos proporcionados por la compañía suministradora de la siguiente manera:

$$Z_1 = Z_2 = \frac{Ea_{1\phi}^2 MVA_{BASE}}{MVA_{3\phi}}$$

Donde:

$Z_1=Z_2$  Impedancias de secuencia positiva y negativa.

$Ea_1$  Voltaje en el punto de falla.

$MVA_{BASE}$  Potencia base fijada.

$MVA_{3\phi}$  Potencia de corto circuito trifásico proporcionado por la compañía suministradora.

En caso de que la compañía suministradora no proporcione ángulo, se asume que toda la carga es reactiva inductiva.

Para la componente de secuencia cero se obtendrá primero la  $Z_g$  que es la impedancia del corto circuito monofásico a tierra.

$$Z_g = \frac{3MVA_{BASE}}{MVA_{1\phi}} \text{ p.u.} = \frac{3kV_{BASE}^2}{MVA_{1\phi}} \Omega$$

Donde la componente de secuencia cero resulta de:

$$Z_0 = Z_g - Z_1 - Z_2$$

$Z_0$  Impedancia de secuencia cero.

$Z_g$  Impedancia de corto circuito monofásico a tierra.

$MVA_{1\phi}$  Potencia de corto circuito monofásico proporcionado por la compañía suministradora.

$kV_{BASE}$  Voltaje base fijada.

**Paso 3.b** Generadores, motores y transformadores.

Para estos equipos sus componentes son proporcionados por los fabricantes y los valores están dados en base a los valores nominales de cada equipo. Sin embargo para su representación dentro de los diagramas de secuencias, dependerá del tipo de conexión de diseño y si los equipos están conectados a la red de tierra. Sus representaciones se deberán hacer según se muestra en la siguiente figura:

Conexión del Banco de Transformación	Conexión de Secuencia positiva y negativa	Conexión de Secuencia cero
(a)	$\frac{N_1 \text{ or } N_2}{Z_T}$ H — $Z_T$ — L	No H — $Z_T$ — L Open
(b)	$\frac{N_1 \text{ or } N_2}{Z_T}$ H — $Z_T$ — L	NO $Z_T$ H — $Z_T$ — L Open $3Z_N$
(c)	$\frac{N_1 \text{ or } N_2}{Z_T}$ H — $Z_T$ — L	No H — $Z_T$ — L Open
(d)	$\frac{N_1 \text{ or } N_2}{Z_T}$ H — $Z_T$ — L	No H — $Z_T$ — L
(e)	$\frac{N_1 \text{ or } N_2}{Z_T}$ H — $Z_T$ — L	No H — $3Z_{NH}$ — $Z_T$ — $3Z_{NL}$ — L
(f)	$\frac{N_1 \text{ or } N_2}{Z_T}$ H — $Z_T$ — L	No H — $Z_T$ — L Open
(g)	$\frac{N_1 \text{ or } N_2}{Z_T}$ H — $Z_T$ — L	No H — $Z_T$ — L Open
(h)	$\frac{N_1 \text{ or } N_2}{Z_T}$ H — $Z_T$ — L	No H — $Z_T$ — L Open

Figura 4-9. Symmetrical Components..., Blackburn

**Paso 3.c** Conductores.

Sus componentes simétricas estarán en función de varias características como el material, el tipo de aislamiento, la sección transversal, el arreglo de los conductores y su longitud.

**PASO 4** Obtención de los cambios de base.

Se deberán realizar los cambios de base necesarios para homogenizar a todo el sistema en una misma base de potencia y voltaje. Para ello se utilizará la siguiente fórmula:

$$Z_2 \text{ p.u.} = Z_1 \text{ p.u.} \times \frac{MVA_2}{MVA_1} \times \left( \frac{kV_1}{kV_2} \right)^2$$

**PASO 5** Representación en diagramas de secuencia.

Se representarán los diagramas de secuencia positiva, negativa y cero, donde señalan los puntos de falla y las reactancias de secuencia correspondientes según la conexión de los equipos.

**PASO 6** Obtención de los equivalentes de Thevenin.

Con los diagramas de secuencia se obtendrán los equivalentes de Thevenin en los puntos de falla donde las impedancias equivalentes permitirán el cálculo de las corrientes de corto circuito en dicho punto mediante las fórmulas se muestran en la siguiente tabla.

TIPO DE FALLA	ECUACIÓN	CORRIENTES DE FALLA
FALLA MONOFÁSICA	$I_{a_0} = \frac{E_{a1}}{Z_1 + Z_2 + Z_0}$	$I_a = 3I_{a_0}$
FALLA BIFÁSICA	$I_{a_1} = \frac{E_{a1}}{Z_1 + Z_2}$	$I_b = I_c = -\sqrt{3} I_{a_1}$
FALLA BIFÁSICA A TIERRA	$I_{a_0} = \frac{E_{a1} Z_2}{Z_1 Z_2 + Z_2 Z_0 + Z_1 Z_0}$	$I_b + I_c = 3I_{a_0}$
FALLA TRIFÁSICA	$I_{a_1} = \frac{E_{a1}}{Z_1}$	$I_a = I_{a_1}$

**PASO 7** Cálculo de la potencia y corriente de corto circuito.

Finalmente con la corriente base se obtendrá la corriente real y la potencia de corto circuito.

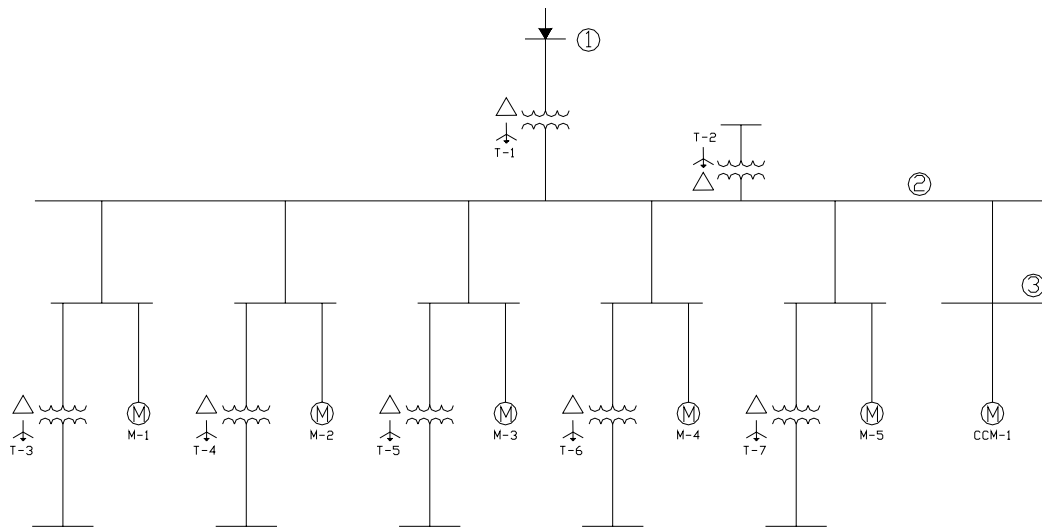
$$I_{BASE} = \frac{MVA}{\sqrt{3} \times kV}$$

$$I_{CC} = I_{BASE} \times I_a \quad S_{CC} = I_{CC} \times V_{FF} \times \sqrt{3}$$

## DESARROLLO DEL CÁLCULO DE CORTO CIRCUITO POR COMPONENTES SIMÉTRICAS

Para este cálculo el sistema de alimentación cuenta con una acometida trifásica en 23kV con un corto circuito monofásico de 160MVA's y un corto circuito trifásico de 200MVA's. El cálculo de corto circuito se realizará en 3 buses diferentes, los cuales se ubican en los puntos de mayor interés para la obtención del mismo. El primer bus esta en la acometida, este corto nos permitirá el cálculo de la red de tierras. El segundo bus esta en el tablero principal de distribución, aquí se concentra la carga y tendremos el corto circuito más crítico. El último punto de interés está en el bus del centro de control de motores (CCM), cuyo cálculo nos servirá para dimensionar las barras principales de este centro de control; pero debido a que, para este desarrollo se ha despreciado el efecto de las líneas de distribución ya que sus reactancias de secuencia son demasiado pequeñas, por lo que no representan una contribución significativa al corto circuito total; el punto 2 y el punto 3, eléctricamente corresponden al mismo nodo, por lo que el corto circuito en ellos tendrán el mismos valor.

**PASO 1** Elaboración del diagrama unifilar para el corto circuito.



Las características de los transformadores (T) y de los bancos de motores (M) se enlistan a continuación:

EQUIPO	POTENCIA [kVA]	TENSIÓN [V]	REACTANCIA [%]
T1	1500	23000-480/277	7
T2	50	480/277-220/127	3
T3	45	480/277-220/127	3
T4	75	480/277-220/127	3
T5	45	480/277-220/127	3
T6	150	480/277-220/127	5
T7	150	480/277-220/127	5



EQUIPO	POTENCIA [kVA]	TENSIÓN [V]	REACTANCIA [%]
M1	30	480/277	25
M2	110	480/277	25
M3	35	480/277	25
M4	176	480/277	25
M5	176	480/277	25

CCM:

- 1 motor de 100 CP a 480 V, Fp.=0.9 reactancia del 25 %
- 6 motores de 25 CP a 480 V, Fp.=0.9 reactancia del 25 %
- 5 motores de 5 CP a 480 V, Fp.=0.9 reactancia del 25 %

Todos los motores cuentan con una conexión estrella no aterrizada.

**PASO 2** Establecimiento de los valores base.

Los valores base que se establecieron para el cálculo del corto circuito son:

$$S_B = 1.5 \text{ MVA y } V_B = 23 \text{ kV}$$

Los valores típicos de corto circuito proporcionados para el área en la cual se ubica la Ex-refinería son:

$$S_{3F} = 200 \text{ MVA y } S_{1F} = 160 \text{ MVA}$$

**PASO 3** Determinación de las impedancias de secuencia.

**Paso 3.a** Impedancia del Sistema Eléctrico Nacional.

$$Z_1 = Z_2 = \frac{Ea_{11}^2 \text{ MVA}_{\text{BASE}}}{\text{MVA}_{3\phi}} = \frac{(1)(1.5)}{200} = 0.0075 \text{ p.u.}$$

Para  $z_0$ , obtendremos la  $z_g$

$$Z_g = \frac{3 \text{ MVA}_{\text{BASE}}}{\text{MVA}_{1\phi}} = \frac{3(1.5)}{160} = 0.02813 \text{ p.u.}$$

Donde la componente de secuencia cero resulta de:

$$Z_0 = Z_g - Z_1 - Z_2 = 0.02813 - 2(0.0075) = 0.01313 \text{ p.u.}$$

**PASO 4** Obtención de los cambios de base.

Se realizarán los cambios de base necesarios para los transformadores y los motores que aparecen en el diagrama unifilar. Las reactancias de secuencia de los transformadores tienen el mismo valor, por lo que  $x_1 = x_2 = x_0$ .

$$T1: x_1 = 0.07 \times \frac{1.5}{1.5} \times \left(\frac{23}{23}\right)^2 = 0.07 \text{ p.u.}$$

$$T2: x_1 = 0.03 \times \frac{1.5}{0.05} \times \left(\frac{0.480}{0.480}\right)^2 = 0.9 \text{ p.u.}$$

$$T3= T5: x_1 = 0.03 \times \frac{1.5}{0.045} \times \left(\frac{0.480}{0.480}\right)^2 = 1.00 \text{ p.u.}$$

$$T4: x_1 = 0.03 \times \frac{1.5}{0.075} \times \left(\frac{0.480}{0.480}\right)^2 = 0.6 \text{ p.u.}$$

$$T6= T7: x_1 = 0.05 \times \frac{1.5}{0.15} \times \left(\frac{0.480}{0.480}\right)^2 = 0.5 \text{ p.u.}$$

Para los bancos de motores las reactancias de secuencia positiva y negativa son iguales.

$$M1: x_1 = 0.25 \times \frac{1.5}{0.03} \times \left(\frac{0.480}{0.480}\right)^2 = 12.5 \text{ p.u.}$$

$$M2: x_1 = 0.25 \times \frac{1.5}{0.11} \times \left(\frac{0.480}{0.480}\right)^2 = 3.4091 \text{ p.u.}$$

$$M3: x_1 = 0.25 \times \frac{1.5}{0.035} \times \left(\frac{0.480}{0.480}\right)^2 = 10.7143 \text{ p.u.}$$

$$M4= M5: x_1 = 0.25 \times \frac{1.5}{0.176} \times \left(\frac{0.480}{0.480}\right)^2 = 2.1307 \text{ p.u.}$$

CCM1:

$$M_{100}: \text{kVA} = \frac{100 \times .746}{0.9} = 82.8889 \text{ kVA} \quad x_1 = 0.25 \times \frac{1.5}{0.08289} = 4.5241 \text{ p.u.}$$

$$M_{25}: \text{kVA} = \frac{25 \times .746}{0.9} = 20.7222 \text{ kVA} \quad x_1 = 0.25 \times \frac{1.5}{0.0207} = 18.0965 \text{ p.u.}$$

$$M_5: \text{kVA} = \frac{5 \times .746}{0.9} = 4.1444 \text{ kVA} \quad x_1 = 0.25 \times \frac{1.5}{0.00414} = 90.4826 \text{ p.u.}$$

**PASO 5** Representación en diagramas de secuencia.

Diagrama de secuencia positiva y negativa

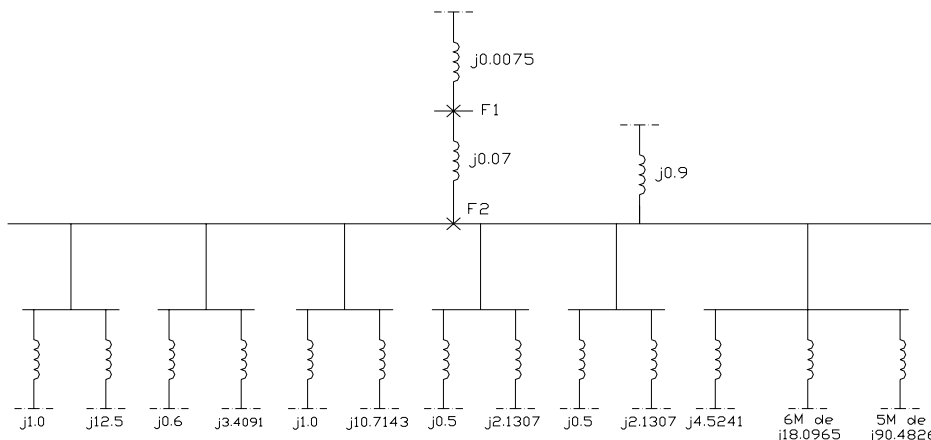
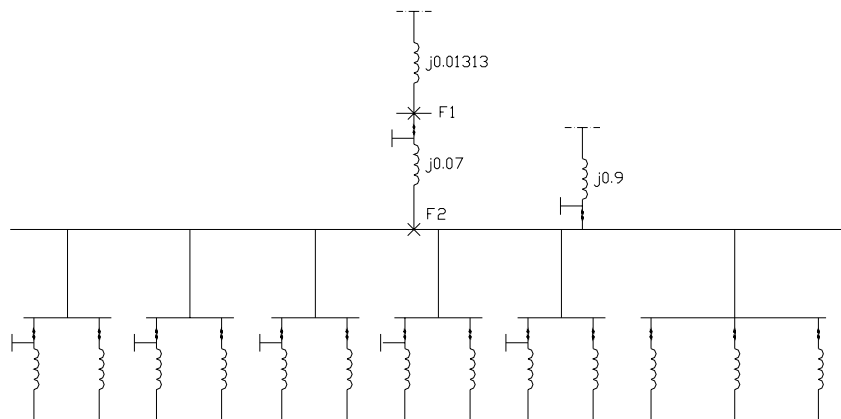


Diagrama de secuencia cero



**PASO 6** Obtención de los equivalentes de Thevenin.

Se obtienen los equivalentes de Thevenin de los diagramas de secuencia para cada uno de los puntos de falla, con los cuales obtenemos las reactancias de secuencia que se muestran a continuación:

**FALLA 1:**

Se tienen las siguientes reactancias en el punto de falla 1:  
 $X_1 = X_2 = j0.0072$  p. u.  $X_0 = 0.01313$  p. u.

Para la falla monofásica se obtiene a través de la fórmula:

$$I_{a_0} = \frac{E_{a1}}{Z_1 + Z_2 + Z_0} = \frac{1 \angle 0^\circ}{j0.0072 + j0.0072 + j0.01313} = 36.3240 \angle -90^\circ$$

$$I_a = 3I_{a_0} = 3(36.3240 \angle -90^\circ) = 108.9720 \angle -90^\circ \text{ p. u.}$$

$$I_{BASE} = \frac{MVA}{\sqrt{3} \times kV} = \frac{1.5MVA}{\sqrt{3} \times 23kV} = 37.6533[A]$$

$$I_{cc_{1\phi}} = I_{BASE} \times I_a = 37.6533 \times 108.9720 = 4103.1566[A]$$

$$S_{cc_{1\phi}} = I_{cc_{1\phi}} \times V_{FF} \times \sqrt{3} = 4103.1566 \times 23kV \times \sqrt{3} = 163.458MVA$$

Para la falla trifásica se obtiene a través de la fórmula:

$$I_{a_1} = \frac{E_{a1}}{Z_1} = \frac{1\angle 0^\circ}{j0.0072} = 138.8889\angle -90^\circ$$

$$I_a = I_{a_1} = 138.8889\angle -90^\circ \text{ p. u.}$$

$$I_{cc_{3\phi}} = I_{BASE} \times I_a = 37.6533 \times 138.8889 = 5229.6254[A]$$

$$S_{cc_{3\phi}} = I_{cc_{3\phi}} \times V_{FF} \times \sqrt{3} = 5229.6254 \times 23kV \times \sqrt{3} = 208.3335MVA$$

### FALLA 2:

Se tienen las siguientes reactancias en el punto de falla 2:

$$X_1 = X_2 = j0.0422 \text{ p. u. } X_0 = j0.07 \text{ p. u.}$$

Para la falla monofásica se obtiene a través de la fórmula:

$$I_{a_0} = \frac{E_{a1}}{Z_1 + Z_2 + Z_0} = \frac{1\angle 0^\circ}{j0.0422 + j0.0422 + j0.07} = 6.4767\angle -90^\circ$$

$$I_a = 3I_{a_0} = 3(6.4767\angle -90^\circ) = 19.4301\angle -90^\circ \text{ p. u.}$$

$$I_{BASE} = \frac{MVA}{\sqrt{3} \times kV} = \frac{1.5MVA}{\sqrt{3} \times 480} = 1804.2196[A]$$

$$I_{cc_{1\phi}} = I_{BASE} \times I_a = 1804.2196 \times 19.4301 = 35056.1673[A]$$

Para la falla trifásica se obtiene a través de la fórmula:

$$I_{a_1} = \frac{E_{a1}}{Z_1} = \frac{1\angle 0^\circ}{j0.0422} = 23.6967\angle -90^\circ$$

$$I_a = I_{a_1} = 23.6967\angle -90^\circ \text{ p. u.}$$

$$I_{cc_{3\phi}} = I_{BASE} \times I_a = 1804.2196 \times 23.6967 = 42754.0506[A]$$

## CAPÍTULO IV SISTEMA DE TIERRAS

**OBJETIVO:** *En este capítulo diseñaremos, de acuerdo a las características del proyecto, un sistema de tierras que proporcione un medio seguro para la instalación, sus equipos y el personal que labore en éstas, siguiendo las recomendaciones hechas por la NOM-001-SEDE-1999 y el estándar IEEE 80-2000.*

### IV.1 IMPORTANCIA DEL SISTEMA DE TIERRAS

En las instalaciones eléctricas, la conexión a tierra juega un papel preponderante para brindar protección tanto al personal como a los equipos que las componen; éstas no pueden considerarse seguras si no disponen de un sistema de tierras que cumpla con todos los requisitos para brindarles protección.

Se considera como tierra eléctrica a la conexión de un circuito eléctrico y tierra (puesta a tierra del sistema), o entre el equipo y tierra (puesta a tierra del equipo), debiéndose conectar los neutros y todas las partes metálicas que deban estar al mismo potencial de tierra, de modo que ofrezcan un camino de baja impedancia para las corrientes eléctricas de falla.

La importancia del sistema de tierras consiste en:

- a. Limitar sobretensiones transitorias internas o externas debidas a descargas atmosféricas o por maniobras.
- b. Limitar voltajes en caso de contacto accidental entre sistemas de diferentes tensiones.
- c. Estabilizar el voltaje del sistema con respecto a tierra.

### IV.2 PUESTA A TIERRA

El aterrizaje de los sistemas eléctricos se logra uniendo mediante un conductor (apropiado a la corriente de falla a tierra total del sistema) una parte del sistema eléctrico a potencial de tierra que se encontrará en la malla de tierras.

Según la sección 250-25 de la NOM-001-SEDE-1999 establecemos que el conductor se debe poner a tierra en cada uno de los sistemas de c.a. siguientes:

1. *“Sistemas monofásicos de dos conductores: un conductor.*
2. *Sistemas monofásicos de tres conductores: el neutro.*
3. *Sistemas de varias fases con un común a todas las fases: el conductor común.*
4. *Sistemas de varias fases en las que se deba poner a tierra una fase: el conductor de una fase.*
5. *Sistemas de varias fases en las que una fase se utilice como en punto 2: el neutro”.*

La sección 200-6 de la NOM-001-SEDE-1999, establece: *“Un conductor puesto a tierra aislado de tamaño nominal 13,3 mm<sup>2</sup> (6 AWG) o inferior, se debe identificar por medio de un forro exterior continuo blanco o gris claro, que le cubra en toda su longitud”*.

De la misma manera establecemos según la sección 250-23(a) que los sistemas de c.a. deben conectarse a tierra en cualquier punto accesible entre el secundario del transformador que suministra energía al sistema, y el primer medio de desconexión de la acometida, es decir, es el enlace entre la tierra del sistema y la tierra de la acometida. Además, de acuerdo a la sección 250-24, debe existir una conexión a tierra en el neutro de la instalación y el envolvente metálico del medio de desconexión primario del edificio en su acometida.

El conductor del electrodo de puesta a tierra del sistema no debe ser menor al requerido por la Tabla 250-94 de la NOM-001-SEDE-1999, excepto el conductor que se conecta a varillas electrodos, o a electrodos de concreto, donde no es necesario que sea mayor a un calibre 6 AWG en cobre o 4 AWG en aluminio.

### **PUESTA A TIERRA DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS.**

El propósito de poner a tierra a los equipos eléctricos es eliminar los potenciales de contacto que pudieran poner en peligro la vida de los usuarios, así como la operación de las protecciones por sobrecorriente de los equipos. Esto se logra conectando las partes metálicas expuestas y no-conductoras de corriente eléctrica del equipo, así como las partes metálicas no destinadas a conducir corriente eléctrica de los mismos y de envolventes con una parte del sistema eléctrico a potencial de tierra mediante un conductor apropiado a la corriente de corto circuito del propio sistema en el punto en cuestión.

Debido a que este proyecto contempla un sistema de distribución subterránea, es necesario considerar que se deben conectar a tierra las boquillas de alta y baja tensión de los transformadores y verificar que no exista la posibilidad de retornos de energía debido a la instalación de la planta de emergencia.

### **IV.3 RESISTENCIA A TIERRA**

Eléctricamente, el globo terráqueo es considerado con potencial cero. No obstante el material que la compone puede tener una resistividad eléctricamente muy alta, así que para conseguir una toma de tierra adecuada, debe hacerse un estudio para tener la certeza de que la resistencia está dentro de los límites adecuados (permitidos).

De acuerdo con el diccionario de IEEE la resistencia a tierra es la que existe entre el electrodo de la toma de tierra que se desea considerar y otro electrodo lejano de resistencia a cero. Por lejano se entiende que está a una distancia tal que la

resistencia mutua de los dos electrodos considerados (cambio de voltaje producido en un electrodo por la circulación de un Ampere de corriente en el otro) es esencialmente cero.

El significado de la resistencia a tierra puede entenderse si se analiza el flujo de corriente que circula por una varilla enterrada verticalmente y cómo se dispersa por la tierra que la rodea. La parte del suelo que está directamente en contacto con la varilla tiene un papel muy importante en el camino de este flujo de corriente.

La resistencia a tierra de un electrodo está dada por la suma de varias resistencias; la de contacto en las conexiones, las propias del electrodo de la toma, la de la varilla y el medio que la rodea, y la que presenta el terreno. De todos estos factores solo la que presenta el terreno es apreciable ya que las primeras son muy bajas.

### **IV.3.1 VALORES ACEPTABLES**

En subestaciones de distribución, los valores de resistencia pueden entrar en un rango entre 1 a 5 ohms, cuyo valor dependerá de las condiciones del sitio. No obstante en instalaciones en cuyo caso puedan presentarse corrientes de falla muy grandes, la resistencia a tierra deberá ser menor. Esto indica que, mientras mayor sea la corriente de falla a tierra, mayor será la diferencia de potencial entre cualquier parte metálica conectada a la toma de tierra (electrodo enterrado) y el piso de los alrededores de ésta y por ende más peligrosa. La caída de voltaje entre el electrodo de tierra y cualquier punto del suelo será igual a la resistencia entre ellos por la corriente (de falla a tierra) que circula por esa trayectoria.

### **IV.3.2 RESISTIVIDAD DEL SUELO**

Uno de los parámetros más críticos que se deben determinar para el diseño de una malla de tierras es la resistividad del suelo que rodea al electrodo de tierra, debido a las grandes elevaciones de voltaje que se podrían tener en la superficie del área de la subestación.

La resistividad es la propiedad del suelo para conducir electricidad, la cual está determinada por el tipo de suelo, su humedad, además de su composición química y temperatura; esta se mide en ohms-metro, ohms-centímetro, etc.

La resistividad del suelo para el diseño de una malla de tierras, generalmente se determina de datos obtenidos a partir de un estudio de campo, que consiste en realizar pruebas en varios lugares de la subestación y hasta en cierta profundidad en el terreno. Existen diversos métodos para la determinación de la resistividad del suelo entre los que destacan:

- Método de Wenner.
- Método de caída de potencial.
- Método de Lee.

## RESISTIVIDAD DE SUELOS Y RESISTIVIDAD DE UNA VARILLA.

TIPO DE SUELO	RESISTIVIDAD (ohm.cm)			RESISTENCIA DE UNA VARILLA DE 5/8" (16 mm) x 10 PIES (3m) ohm		
	PROM.	MÍN.	MÁX.	PROM.	MÍN.	MÁX.
Relleno de: ceniza, carbón, residuos de salmuera, agua salada	2370	590	7000	8	2	23
Arcilla, pizarra, barro, tierra negra	4060	340	16300	13	1.1	54
mezclado con grava y arena	15800	1020	135000	52	4	447
Grava, arena o piedras con arcilla o tierra negra	94000	59000	458000	311	195	1516

ANSI/IEEE Std 142, IEEE Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems.

#### IV.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE TIERRAS.

El diseño se basa principalmente en la protección del personal y los equipos, disipando las corrientes de falla a tierra sin elevar los potenciales tolerables más allá de lo permisible, de ahí el interés de poner atención especial en los criterios de potenciales de paso y contacto.

La tensión de malla (GPR) es la más crítica, es el voltaje máximo que se presenta en la malla y es utilizado como base para el diseño, ya que la máxima tensión de contacto es igual a la tensión de malla.

Las tensiones de paso son menos peligrosas que las de contacto, además que usualmente se colocan materiales de alta resistividad en la superficie.

Es importante establecer para el diseño del sistema de tierras el peor caso de falla para un sistema de distribución como el contemplado en este trabajo. El Estándar 80-2000 de IEEE, indica que, en el caso de subestaciones de distribución con transformador puesto a tierra, el peor caso es una falla en el lado de las boquillas de alta tensión, pero si la corriente de corto circuito del lado de alta es débil o si existen varios transformadores en paralelo el caso más desfavorable será una falla del lado de baja tensión, es decir, en cualquier parte del circuito de distribución se puede presentar la peor falla. Si la falla es en el lado de baja tensión, la elevación de potencial es despreciable.

Si la falla es fuera de la subestación en el alimentador de la compañía suministradora, gran parte de la corriente de falla regresará a la fuente de energía en la subestación de potencia de la compañía suministradora.



#### IV. 4.1 CONSIDERACIONES PARA ESTE PROYECTO

Para este proyecto el diseño de la malla de tierras se formó con un conductor desnudo de cobre calibre 4/0 AWG formando una retícula con espaciamientos de 2.5m. ubicándose bajo la subestación a una profundidad 0.8m bajo esta, ocupando un área de 300m<sup>2</sup>.

Debido a que los voltajes de malla se incrementan ligeramente hacia las esquinas dependiendo de factores tales como lo son: el tamaño de la red, espacios entre los conductores paralelos, diámetro y profundidad del conductor que forma la malla, etc., resulta necesario colocar electrodos o varillas para lograr una buena conexión a tierra y reforzar la malla, estos serán colocados en las esquinas. Según la sección 250-84 de la NOM-001-SEDE-1999, establecemos que la resistencia de los electrodos artificiales debe ser menor a 25 ohms. En el caso de que la resistencia sea mayor hay que agregar otro electrodo en paralelo a una distancia de por lo menos 1.8 m. La distancia que manda la NOM-001-SEDE-1999 de 1.8m es pequeña ya que los cuerpos de tierra se traslapan, por lo que 6m. es una distancia consistente con las dimensiones de los cuerpos de tierra para varillas de 3m. La red de mallas fue realizada mediante los datos teóricos del terreno aplicables a este proyecto.

#### IV. 4.2 PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO DE LA MALLA DE TIERRA

**PASO 1** Diseño inicial de la malla.

Con las dimensiones de la subestación se trazará un rectángulo que represente el área que ocupara la malla, trazando sobre esta la retícula correspondiente. Entre más grande es el área, se requerirán menos cuadrados dentro del rectángulo y viceversa. Se ubicará un electrodo de 3m de longitud en cada esquina de ésta.

**PASO 2** Cálculo de la longitud del conductor requerido para la malla.

**PASO 3** Cálculo de la tensión de paso tolerable.

El cálculo se realizará usando las siguientes expresiones:

$$E_{paso} = (R_B + R_{2Fs}) I_B$$

$$E_{paso70} = (1000 + 6C_s \rho_s) \frac{0.157}{\sqrt{t_s}}$$

Ref. Ec. (30) IEEE Std. 80 - 2000

$$C_s = 1 - \frac{0.09 \left( 1 - \frac{\rho}{\rho_s} \right)}{2h_s + 0.09}$$

Ref. Ec. (27) IEEE Std. 80 - 2000

**PASO 4** Cálculo de la tensión de contacto tolerable.

El cálculo se realizará usando las siguientes expresiones:

$$E_{cont} = (R_B + R_{2Fp}) I_B$$

$$E_{cont70} = (1000 + 1.5C_s \rho_s) \frac{0.157}{\sqrt{t_s}}$$

Ref. Ec. (33) IEEE Std. 80 - 2000

**PASO 5** Cálculo de la resistencia de malla.

El cálculo se realizará usando la siguiente expresión:

$$R_g = \rho \left[ \frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20A}} \left( 1 + \frac{1}{1 + h\sqrt{20A}} \right) \right]$$

Ref. Ec. (52) IEEE Std. 80 - 2000

**PASO 6** Cálculo de la corriente de malla.

El cálculo se realizará usando la siguiente expresión:

$$I_G = D_f x I_g$$

Ref. Ec. (64) IEEE Std. 80 - 2000

**PASO 7** Cálculo de la tensión de malla máxima.

Ésta se calcula con la corriente y resistencia de malla, si dicho valor es inferior al valor de la tensión de contacto tolerable ya no es necesario realizar más cálculos, de lo contrario se deberá continuar al siguiente paso. La expresión que se emplea es la siguiente:

$$GPR = I_G R_g$$

**PASO 8** Cálculo de la tensión de malla para la red propuesta.

El cálculo se realizará usando las siguientes expresiones:

$$E_m = \frac{\rho \cdot K_m \cdot K_i \cdot I_G}{L_M}$$

Ref. Ec. (80) IEEE Std. 80 - 2000

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \cdot \left[ \ln \left( \frac{D^2}{16 \cdot h \cdot d} + \frac{(D + 2 \cdot h)^2}{8 \cdot D \cdot d} - \frac{h}{4 \cdot d} \right) + \frac{K_{ii}}{K_h} \cdot \ln \left[ \frac{8}{\pi(2 \cdot n - 1)} \right] \right]$$

Ref. Ec. (81) IEEE Std. 80 - 2000

$$K_{ii} = 1$$

$$n = n_a \cdot n_b \cdot n_c \cdot n_d$$

Ref. Ec. (84) IEEE Std. 80 - 2000

$$n_a = \frac{2 \cdot L_c}{L_p}$$

Ref. Ec. (85) IEEE Std. 80 - 2000

$$n_b = \sqrt{\frac{2 \cdot L_p}{4 \cdot \sqrt{A}}}$$

Ref. Ec. (86) IEEE Std. 80 - 2000

$n_c$  y  $n_d = 1$ , para mallas rectangulares

$$K_h = \sqrt{1 + \frac{h}{h_0}}$$

Ref. Ec. (83) IEEE Std. 80 - 2000

$$K_i = 0.644 + 0.148 \cdot n$$

Ref. Ec. (89) IEEE Std. 80 - 2000

$$L_M = L_C + \left[ 1.55 + 1.22 \left( \frac{L_Y}{L_x^2 + L_y^2} \right) \right] L_R$$

Ref. Ec. (91) IEEE Std. 80 - 2000

**PASO 9** Cálculo de la tensión de paso para la red propuesta.

El cálculo se realizará usando las siguientes expresiones:

$$E_s = \frac{\rho \cdot K_s \cdot K_i \cdot I_G}{L_s}$$

Ref. Ec. (92) IEEE Std. 80 - 2000

$$L_s = 0.75 \cdot L_C + 0.85 \cdot L_R$$

Ref. Ec. (93) IEEE Std. 80 - 2000

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[ \frac{1}{2h} + \frac{1}{D+d} + \frac{1}{D} (1-0.5^{n-2}) \right]$$

Ref. Ec. (94) IEEE Std. 80 - 2000

**PASO 10** Comparación de los valores de tensión de contacto y paso.

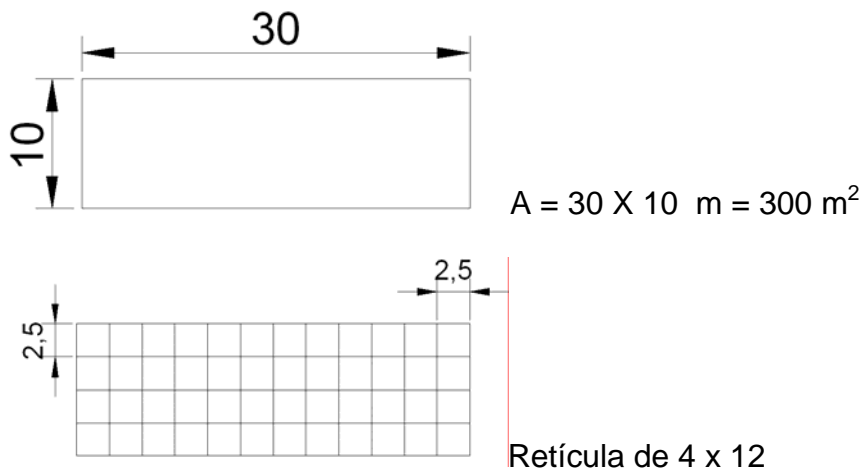
Se verifica que los valores obtenidos sean inferiores a los admisibles, de no cumplirse, se realizará una corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

#### IV. 4.3 DESARROLLO DEL CÁLCULO DE LA MALLA DE TIERRAS

##### NOMENCLATURA DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

$A$ = Área ocupada por la malla de tierras, m <sup>2</sup>
$E_{paso 70}$ = Tensión de paso para una persona con masa de 70 kg, V
$E_{cont 70}$ = Tensión de contacto para una persona con masa de 70 kg, V
$\rho$ = 40.6 $\Omega$ -metro, Resistividad del terreno.
$\rho_s$ = 3000 $\Omega$ -metro, Resistividad del material de la superficie.
$R_g$ = Resistencia a tierra de la malla, $\Omega$
$h_s$ = 0.1 m, Espesor de la capa del material de la superficie.
$h$ = 0.8 m, profundidad de la malla.
$h_0$ = 1 m, Profundidad de referencia de la malla.
$t_s$ = 0.5 s, Duración de la corriente de falla.
$I_g$ = 4103.15 A, Corriente de falla monofásica.
$I_G$ = Corriente de malla, A
$D_f$ = 1 (valor más crítico) Factor de decremento de la corriente de falla.
$GPR$ = Tensión de malla máxima, V
$C_s$ = factor de reflexión de la capa superficial del terreno.
$K_m$ = Factor de espacio para calcular el voltaje de malla.
$K_h$ = Factor de corrección que asegura los efectos de profundidad de la malla
$L_C$ = $L_T$ Longitud total de los conductores enterrados de la red.
$L_P$ = Longitud del conductor en la periferia de la malla, m
$L_x$ = 150 m Longitud máxima de la malla en dirección del eje x.
$L_y$ = 130 m Longitud máxima de la malla en dirección del eje y.
$L_R$ = 12 m Longitud total de las varillas ( 4 varillas de 3m).
$D$ = 2.5 m Separación entre conductores paralelos, m
$d$ = 0.0134 m diámetro del conductor de la malla.

**PASO 1** Diseño inicial de la malla.



**PASO 2** Cálculo de la longitud del conductor requerido para la malla.

$$L_c = (30 \times 5) + (10 \times 13) = 150 + 130 = 280 \text{ m}$$

**PASO 3** Cálculo de la tensión de paso tolerable.

$$C_s = 1 - \frac{0.09 \left( 1 - \frac{40.6}{3000} \right)}{2(0.1) + 0.09} = 0.69$$

$$E_{\text{paso } 70} = (1000 + 6 * (0.69) * (3000)) \frac{0.157}{\sqrt{0.5}}$$

$$E_{\text{paso } 70} = 2979.66 \text{ [V]}$$

**PASO 4** Cálculo de la tensión de contacto tolerable.

$$E_{\text{cont } 70} = (1000 + 1.5 * (0.69) * (3000)) \frac{0.157}{\sqrt{0.5}}$$

$$E_{\text{cont } 70} = 911.44 \text{ [V]}$$

**PASO 5** Cálculo de la resistencia de malla.

$$R_g = 40.6 \left[ \frac{1}{280} + \frac{1}{\sqrt{20(300)}} \left( 1 + \frac{1}{1 + (0.8) \sqrt{20(300)}} \right) \right]$$

$$R_g = 0.677 \Omega$$

**PASO 6** Cálculo de la corriente de malla.

$$I_G = 1 * 4103.15$$

$$I_G = 4103.15A$$

**PASO 7** Cálculo de la tensión de malla máxima.

$$GPR = 4103.15 \times 0.677$$

$$GPR = 2777.83V$$

Se verifica que  $GPR < E_{cont70}$ :

$$2777.83 > 911.44 \text{ [V]}$$

**PASO 8** Cálculo de la tensión de malla para la red propuesta.

$$n_a = \frac{2 \times 280}{80} = 7$$

$$n_b = \sqrt{\frac{2 \times 80}{4 \cdot \sqrt{300}}} = 1.52$$

ya que  $n_c$  y  $n_d = 1$ , para mallas rectangulares

Se tiene que:

$$n = 7 \times 1.52 \times 1 \times 1 = 10.64$$

$$K_h = \sqrt{1 + \frac{0.8}{1}} = 1.34$$

De lo anterior,  $K_M$  es igual a:

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \left[ \ln \left( \frac{2.5^2}{16 \times 0.8 \times 0.0134} + \frac{(2.5 + 2 \times 0.8)^2}{8 \times 2.5 \times 0.0134} - \frac{0.8}{4 \times 0.0134} \right) + \frac{1}{1.34} \times \ln \left[ \frac{8}{\pi(2 \times 10.64 - 1)} \right] \right]$$

$$K_m = 0.46$$

$$K_i = 0.644 + 0.148 \times 10.64 = 2.22$$

$$L_M = 280 + \left[ 1.55 + 1.22 \left( \frac{130}{150^2 + 130^2} \right) \right] \times 12 = 298.65$$

Finalmente:

$$E_m = \frac{40.6 \times 0.46 \times 2.22 \times 4103.15}{298.65} = 569.63[V]$$

**PASO 9** Cálculo de la tensión de paso para la red propuesta.

$$L_s = 0.75 \times 280 + 0.85 \times 12 = 220.2$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[ \frac{1}{2 \times 0.8} + \frac{1}{2.5 + 0.0134} + \frac{1}{2.5} (1 - 0.5^{10.64^{-2}}) \right] = 0.452$$

Finalmente se tiene que:

$$E_s = \frac{40.6 \times 0.452 \times 2.22 \times 4103.15}{220.2} = 759.13[V]$$

**PASO 10** Comparación de los valores de tensión de contacto y paso.

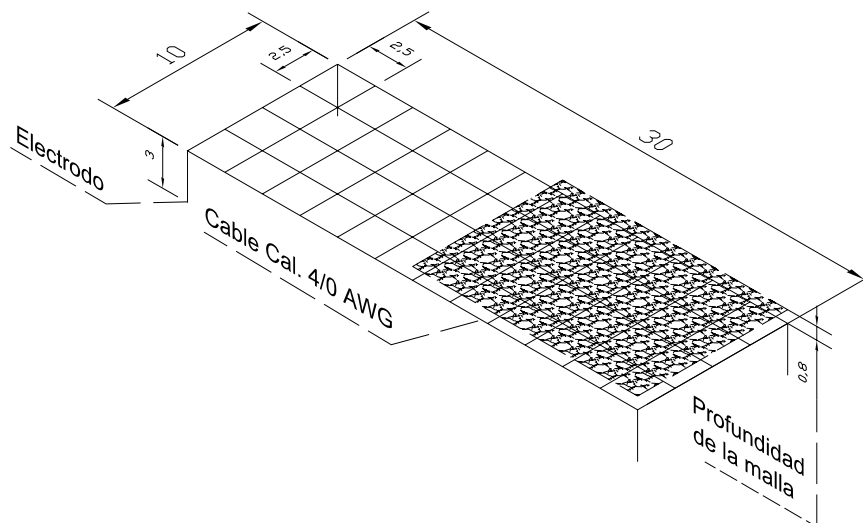
Se verifica que  $E_m < E_{\text{cont}70}$ :

$$569.63 < 911.44 [V]$$

y  $E_s < E_{\text{paso}70}$ :

$$759.13 < 2979.66 [V]$$

El diseño propuesto será entonces:



Con el procedimiento anterior se logra verificar la seguridad para el buen funcionamiento de la malla de tierras propuesta, por lo que una eventual falla en la instalación no expondrá al usuario a voltajes peligrosos, protegiendo al mismo tiempo a los equipos adyacentes a este.





## CAPÍTULO V SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

**OBJETIVO:** *En este capítulo propondremos de acuerdo a las características del proyecto, un sistema de distribución adecuado para alimentar las instalaciones eléctricas.*

### V.1 SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Los sistemas de distribución de energía eléctrica consisten en la combinación coordinada de diferentes dispositivos eléctricos que desempeñan la tarea de entregar energía eléctrica a los usuarios y equipos, a los niveles de tensión normalizados requeridos por estos, con las condiciones de seguridad exigidas por los reglamentos y normas vigentes.

Los sistemas de distribución de energía eléctrica se componen básicamente de subestaciones compactas, transformadores, tableros de maniobras, control, distribución y alumbrado, dispositivos de protección, canalizaciones, barras aisladas, conductores y en algunos casos, bancos de capacitores y reguladores de tensión.

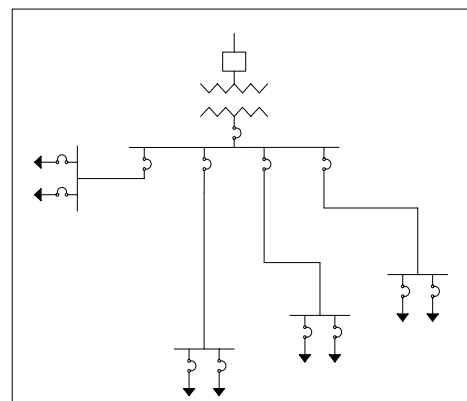
Un sistema de distribución de energía eléctrica debe proporcionar:

1. Energía eléctrica aprovechable.
2. Capacidad adecuada para suministrar energía en condiciones máximas de consumo.
3. Energía donde y cuando se requiere.
4. Protección para el personal de operación y mantenimiento.
5. Protección automática a los circuitos para condiciones de funcionamiento anormales.

Para cumplir con lo anterior, se han diseñado varios arreglos básicos para la configuración de un sistema de distribución, entre los que se cuentan:

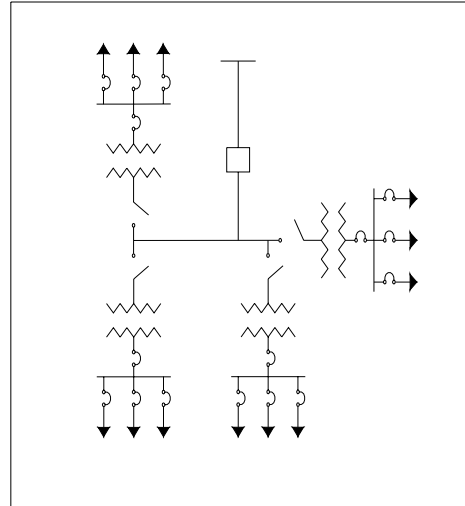
#### **RADIAL SIMPLE**

- Simplicidad adecuada para cargas de hasta 1000 kVA's.
- Capacidad reducida al aprovechar la diversidad de las cargas.
- Altas corrientes de corto circuito.
- Interruptores de alta capacidad y alta corriente.
- Alimentadores largos.
- Mala regulación debido a las pérdidas en los alimentadores.



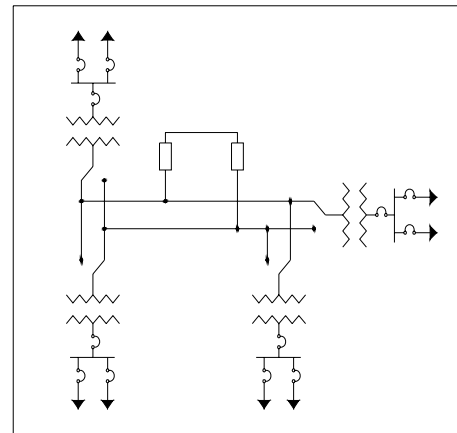
### **RADIAL CON CENTROS DE POTENCIA**

- Es el sistema más económico arriba de 1000 kVA's.
- Los alimentadores son cortos, debido a la distribución de los centros de carga.
- Bajas corrientes de corto circuito.
- Protecciones con menor capacidad interruptiva y corriente nominal.
- Buena regulación de voltaje.
- Pérdidas moderadas.
- Mala continuidad: una falla en el alimentador principal significa interrupción total.
- Demora en el restablecimiento del servicio en caso de falla en los centros de carga.
- Poca flexibilidad.



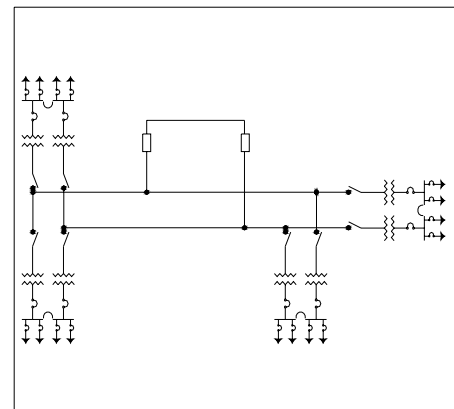
### **RADIAL SELECTIVO EN PRIMARIO**

- Continuidad aceptable. Al fallar un alimentador se puede cambiar la carga rápidamente al otro bus. Cada uno de los circuitos primarios debe de tener capacidad para el total de la carga.
- En caso de falla en un transformador, la unidad se desconecta rápidamente y se restaura el servicio dejando fuera una zona del sistema.
- Tiene las mismas ventajas del sistema anterior.



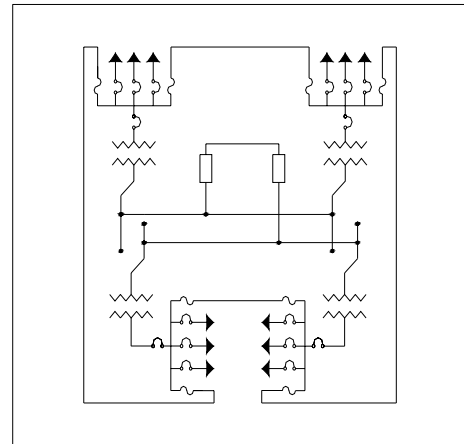
### **RADIAL SELECTIVO EN SECUNDARIO**

- Permite pronta restauración del servicio por defectos en el alimentador primario o en el transformador.
- Mejora la continuidad de los sistemas anteriores.
- La falla en un transformador no interrumpe por largo tiempo ninguna alimentación, ya que la carga pasa al otro bus mediante el interruptor de amarre. Cada transformador debe poder llevar la carga de la estación.



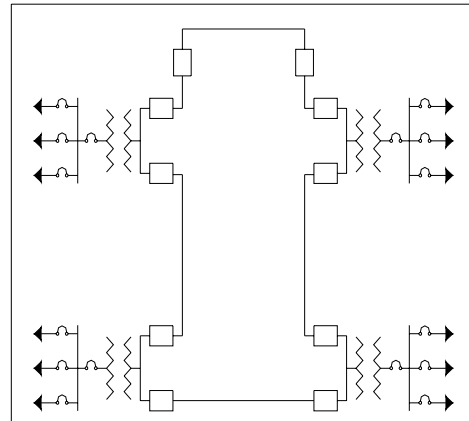
### RED AUTOMÁTICA

- Alimentación no interrumpida en carga.
- Alta eficiencia y regulación.
- Operación automática en caso de falla en transformador o alimentador primario: la carga se transfiere a los otros transformadores u otro alimentador a través del anillo secundario.
- Maneja el arranque de motores grandes con menos variación de voltaje.
- Bajas pérdidas.



### ANILLO DE ALTA TENSIÓN

- Este sistema tiene la ventaja sobre el radial simple que puede aislarse una sección de cable defectuosa y restablecer el servicio en el resto del sistema mientras se lleva a cabo la reparación. Es posible, sin embargo, que la falla no se localice pronto y entonces la interrupción general sea larga.
- Para evitar esta contingencia, puede dotarse a los interruptores con protección direccional de tal manera que la seccionalización del tramo defectuoso sea automática.



El parámetro más importante para diseñar un sistema de distribución es la carga que va a ser alimentada por ese sistema. Un sistema de distribución debe diseñarse teniendo en cuenta que éstos pueden ser ampliados progresivamente, con escasos cambios en las construcciones existentes, considerando aspectos económicos, así como el asegurar un servicio adecuado y continuo para la carga presente y futura al mínimo costo de operación. Para la planeación del sistema de distribución deben considerarse los siguientes aspectos:

- Plano del predio.
- Establecimiento de los niveles de tensión eléctrica requeridos.
- Localización de la subestación y trayectorias del sistema de distribución.
- Calidad de la energía y continuidad en el servicio.
- Especificaciones y normas aplicables.

## V.2 CONSIDERACIONES PARA EL PROYECTO

Para este trabajo, según las especificaciones dadas por personal de PEMEX y los criterios de diseño utilizados, se optó por una distribución RADIAL CON CENTROS DE POTENCIA debido a la disposición física de la subestación dentro del predio y a las trayectorias hacia cada uno de los centros de consumo, como se muestra en el "Plano de Distribución"<sup>43</sup>. Cabe agregar que la selección de este tipo de distribución obedece también a los aspectos económicos, ya que el proponer un bus adicional aumentaría desproporcionadamente los costos para la instalación de dicho bus.

La tensión de distribución se propuso en 480/277 V con la cual se transmitirá energía a cada edificio, donde se tendrá este nivel de tensión disponible para las cargas de aire acondicionado y se reducirá a 220/127 V mediante un transformador adecuado a las características de carga de cada edificio para alumbrado y usos generales. Lo anterior de acuerdo con los valores de tensión eléctrica nominal del sistema y nominal de utilización descritos en la sección 110-4 de la NOM-001-SEDE-1999.

Debido a las características del área, no es recomendable un sistema de distribución aéreo ya que es propenso a interrupciones en el suministro debido a factores externos como descargas atmosféricas, contaminación de aislamiento, ramas sobre conductores y choques de vehículos; además de que para fines estéticos no es lo más recomendable. Tomando en cuenta lo anterior se propone un sistema de distribución subterráneo, que aunque el costo de estos sistemas de distribución es mayor, ofrecen en general una mejor continuidad del servicio y brindan un mejor impacto visual.

De acuerdo a la sección 347-1 se utilizará tubería (conduit) rígida no metálica de policloruro de vinilo (PVC), ya que: *"para uso subterráneo, el material debe ser aceptablemente resistente a la humedad y a los agentes corrosivos y de resistencia suficiente para soportar impactos y aplastamientos durante su manejo e instalación"*<sup>44</sup>.

El tamaño nominal deberá estar entre 16 (1/2") y 155 (6") milímetros de acuerdo con 347-10.

Según la sección 347-11 especificamos que no debe exceder el porcentaje de ocupación permitido en la Tabla 10-1<sup>45</sup> de la NOM-001-SEDE-1999.

De la Tabla 300-5<sup>46</sup>, establece que, dependiendo del método de alambrado se define la profundidad mínima del sistema de distribución subterráneo.

---

<sup>43</sup> Véase Apéndice C (planos)

<sup>44</sup> NOM-001-SEDE-1999, sección 347-1

<sup>45</sup> Véase Tabla A.9, Apéndice A

<sup>46</sup> Véase Tabla A.13, Apéndice A

Para nuestro caso se utilizará la columna vertical de *“Canalización no-metálica listada para enterrarse directamente sin concreto ahogado u otra canalización aprobada para tal uso”* y horizontalmente se eligió *“Todas las condiciones no especificadas abajo”*. Por lo que la tubería conduit se colocará en contacto directo con la tierra a por lo menos 45cm bajo nivel de piso terminado.

### **V.3 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE FUERZA (CCM)**

Un Centro de Control de Motores (CCM) es un tablero de distribución para la alimentación de motores que contiene todos los elementos necesarios para la instalación y el control de estos. Incluye un sistema de barras que se alimenta por un interruptor general, y del cual derivan circuitos secundarios que alimentan preferentemente motores además de otras cargas complementarias.

La derivación para un motor se hace a través de un arrancador cuyas funciones consisten en: proteger al motor y al alimentador contra corto circuito (interruptor termo magnético o fusible) y contra sobre carga (elemento térmico), además de controlar el arranque y paro del motor.

Los CCM pueden incluir elementos adicionales de control que permitan el correcto desempeño de los motores. Estos elementos monitorean y manipulan las señales eléctricas por medio de sensores o relevadores que se colocan en algún espacio separado del CCM.

El artículo 430 de la NOM-001-SEDE-1999, en su sección “H” establece las disposiciones generales para los Centros de Control de Motores. De acuerdo a la sección 430-94, establecemos que los CCM’s deben contar con una protección contra sobrecorriente según lo indicado en el Art. 240, basado en la capacidad total de barras comunes de alimentación a todas las secciones. Esta sección también indica que todas las terminales de puesta a tierra de los equipos deben conectarse en la barra de puesta a tierra, que debe estar instalada a todo lo largo de las secciones o a una terminal de tierra en un punto situado en una sección de las que conforman al CCM. Finalmente esta sección contiene los parámetros de diseño de las barras principales, espacios mínimos para cableados, espaciamientos, distancias mínimas y marcado para su identificación.

#### **V.3.1 EQUIPO DE CONTROL DE MOTORES**

Normalmente cuando se arranca un motor tipo jaula de ardilla, desarrolla un par de 125% del par a plena carga y toma una corriente de arranque durante este periodo, de 5 a 6 veces la corriente en plena carga. Es decir, durante el periodo de arranque un motor puede causar perturbaciones en las líneas de alimentación y en ocasiones hasta puede originar el paro de otros motores conectados a la misma línea. Debido a estas razones, en aquellos casos en que el arranque no se puede efectuar directamente porque la corriente alcanza un valor muy elevado, es

necesario efectuarlo con un voltaje inferior al normal, reduciendo así la corriente de arranque y el par. La corriente se podrá reducir lo más que permite el par, es decir, el valor mínimo del éste deberá determinar el voltaje que puede aplicarse.

Existen fundamentalmente cuatro métodos para el arranque de motores:

- Arranque directo.
- Arranque con autotransformadores.
- Arranque en estrella delta.
- Arranque con reóstato en el primario.

La sección 430-82 de la NOM-001-SEDE-1999 establece los parámetros de diseño del controlador e indica que todo controlador debe ser capaz de arrancar y parar al motor que controla, y ser capaz de interrumpir la corriente eléctrica de rotor bloqueado del motor.

De acuerdo con la sección 430-83 proponemos que el controlador debe tener una capacidad nominal en kW o CP a la tensión eléctrica de suministro que no debe ser menor que la del motor. De la misma manera en 430-87 indicamos que cada motor debe estar provisto de un controlador individual salvo algunas excepciones que el artículo establece.

### **V.3.2 CÁLCULO DE ALIMENTADORES Y PROTECCIONES**

Partiendo del Art. 430 de la NOM-001-SEDE-1999 establecemos el siguiente procedimiento de cálculo para el alimentador y las protecciones de motores:

#### **PASO 1** Determinación de la corriente nominal ( $I_N$ )

Según la sección 430-6 establecemos que la corriente nominal del motor para el cálculo de alimentadores, desconectores, así como la de las protecciones por cortocircuito y protecciones por falla a tierra, se debe tomar de las tablas 430-147 a la 430-150. En dichas tablas se obtendrá la corriente a partir de la potencia del motor y de la tensión nominal. Para la protección por sobrecarga del motor debe ser seleccionada con los datos indicados en la placa de especificaciones del motor.

Para motores trifásicos de corriente alterna la tabla 430-150<sup>47</sup>, indica que para motores con factor de potencia de 90% y 80%, las cantidades deben de multiplicarse por 1.1 y 1.25 respectivamente.

#### **PASO 2** Determinación de la corriente corregida ( $I_c$ )

De 430-22 (a) establecemos que para suministrar energía eléctrica a un solo motor el alimentador debe de tener la capacidad de conducción de corriente no-

---

<sup>47</sup> Véase Tabla A.14, Apéndice A

menor al 125% de la corriente nominal. En el caso de que se suministre energía a varios motores o a motores y otras cargas según 430-24 indicamos que los conductores deben tener una capacidad de conducción de corriente de cuando menos la suma de las corrientes a plena carga nominales de todos los motores, más un 25 % de la corriente nominal del motor mayor del grupo, más la corriente nominal de las otras cargas determinadas de acuerdo con lo indicado en el artículo 220 y otras secciones aplicables.

### **PASO 3** Determinación del calibre del conductor

La selección del tamaño nominal del conductor se determina a partir de las Tablas 310-16 a 310-19<sup>48</sup>, en función de la corriente corregida determinada en el paso anterior y al tipo de aislamiento que se requiera según la clasificación de área que se tenga.

### **PASO 4** Selección de la capacidad de las protecciones

Para motores de servicio continuo de más de 746 W (1 CP) que se proteja como sigue:

#### **Sección 430-32(a)(1)**

*“Un dispositivo separado contra sobrecarga debe ser sensible a la corriente eléctrica del motor. La corriente eléctrica nominal o de disparo de este dispositivo no debe ser mayor que los por cientos de la corriente de placa a plena carga del motor, como sigue:*

- |  |       |
|--|-------|
| - Motores con factor de servicio indicado no-menor a 1.15            | 125%  |
| - Motores con indicación de elevación de temperatura no-mayor a 40°C | 125%  |
| - Todos los demás motores  | 115%” |

De 430-52 establecemos que la protección contra corto circuito y falla a tierra debe ser capaz de soportar la corriente eléctrica de arranque del motor y tener un rango o ajuste, seleccionado de tal forma que no exceda los valores dados en la Tabla 430-152<sup>49</sup>.

De 430-62 establecemos que la protección contra corto circuito y falla a tierra de un grupo de motores: *“...debe tener la capacidad o ajuste del mayor de los dispositivos de protección de circuitos derivados contra cortocircuito y falla a tierra de cualquiera de los motores del grupo, más la suma de las corrientes a plena carga de los otros motores del grupo”*<sup>50</sup>.

Para la selección del conductor de puesta a tierra del motor y su canalización se deberá seguir el mismo procedimiento descrito en el capítulo I de esta tesis.

<sup>48</sup> Véanse Tabla A.5, Apéndice A

<sup>49</sup> Véanse Tabla A.15, Apéndice A

<sup>50</sup> NOM-001-SEDE-1999, sección 430-62.

## CONSIDERACIONES PARA ESTE PROYECTO

El cálculo de los alimentadores y las protecciones de los motores que comprenden el CCM se encuentra detallado en el Apéndice B.2 de esta tesis. Al no conocerse las ubicaciones exactas de cada motor se consideró para el cálculo de la caída de tensión una distancia de 100 metros en cada alimentador. De igual forma se consideraron por separado las protecciones contra sobrecarga y sobrecorriente.

### V.3.3 EJEMPLOS DE CÁLCULO

#### EJEMPLO 1. CIRCUITO DERIVADO DE UN MOTOR

A continuación se desarrollará un ejemplo que ilustra el procedimiento enunciado anteriormente, con el propósito de demostrar la validez del mismo en la propuesta del proyecto presentado. Se tomó para este ejemplo el circuito derivado del motor trifásico de 100 CP con tensión de 480V y  $F_p = 0.9$ . Dicho motor se localiza a 100m del CCM.

Datos de entrada:

MOTOR	100 CP
SISTEMA	3F-3H
VOLTAJE	480 V
$e\%_{MAX}$	3.00%
LONG.	100 m
F.A.	1.00
F.T.	1.00

#### PASO 1 Determinación de la corriente nominal ( $I_N$ )

De la tabla 430-150 de la NOM-001-SEDE-1999, y tomando en cuenta la nota al pie de la misma, se tiene que la corriente nominal es:

$$I_N = 124 \times 1.1 = 136.4 [A]$$

#### PASO 2 Determinación de la corriente corregida ( $I_c$ )

$$I_{c1} = 136.4 \times 1.25 = 170.5 [A]$$

#### PASO 3 Determinación del calibre del conductor

De la tabla 310-16 de la NOM-001-SEDE-1999, tenemos:

**Cable cal. No. 2/0 AWG (67.43mm<sup>2</sup>), THW-LS cuya ampacidad es de 175 A a 75°C.**



Para la selección del conductor por caída de tensión se tiene que:

$$e\% = \frac{\sqrt{3}2LI_N}{V_{ff} \times S} = \frac{\sqrt{3} \times 2 \times 100 \times 136.4}{480 \times 67.43} = 1.45\%$$

#### PASO 4 Selección de la capacidad de las protecciones

La protección contra sobrecarga de la sección 430-32(a) de la NOM-001-SEDE-1999 se estableció al 125% de la corriente a plena carga de tabla al no tener disponible el dato de placa para este cálculo.

$$I_{C1} = 136.4 \times 1.25 = 170.5[A]$$

Por lo que el elemento térmico será de **3P-175 A**.

Según la sección 430-52 y la tabla 430-152 de la NOM-001-SEDE-1999 se estableció un ajuste de 2.5 la corriente a plena carga para la protección contra corto circuito y falla a tierra.

$$I_{C-int} = 136.4 \times 2.5 = 341[A]$$

Por lo que el interruptor termomagnético será de **3P-350 A**.

### SELECCIÓN DEL CONDUCTOR DE PUESTA TIERRA

De la Tabla 250-95 de la NOM-001-SEDE-1999 se selecciona el conductor de puesta a tierra:

**Cable cal. No. 2 AWG de 7 hilos desnudo (43.2mm<sup>2</sup>).**

### SELECCIÓN DEL DIÁMETRO DEL TUBO

PASO 1 Determinación de la sección transversal total de los conductores.

	CONDUCTOR	AISLAMIENTO	SECC. TRANS	TOTAL
Paso 1.a	3 - 2/0 AWG	THW-LS	169mm <sup>2</sup>	507mm <sup>2</sup>
Paso 1.b	1- 2 AWG	DESNUDO, 7 HILOS	43.2mm <sup>2</sup>	43.2mm <sup>2</sup>
Paso 1.c			<b>TOTAL</b>	550.2mm <sup>2</sup>

PASO 2 Determinación del factor de relleno y selección del tubo

De la Tabla 10-1 y 10-4 de la NOM-001-SEDE-1999, para más de 2 conductores el área que deben ocupar los conductores dentro del tubo es de máximo el 40%, por

lo que corresponde a un tubo de diámetro nominal de **53mm (2")** donde su área disponible es de 867mm<sup>2</sup>.

### EJEMPLO 2. ALIMENTADOR DEL CCM

A continuación se desarrollará un ejemplo que ilustra el procedimiento para el cálculo del alimentador del CCM, dicho CCM se localiza a 41m del tablero general de la subestación y una caída de tensión máxima del 2%.

Datos de entrada:

No. MOTORES	CAP DEL MOTOR TRIFÁSICO	I <sub>NOMINAL</sub> [A]	TENSIÓN [V]	e% <sub>MAX</sub>	LONG [m]	F.A.	F.T.
1	100CP	136.4	480	3	100	1.00	1.00
6	25 CP	37.4	480	3	100	1.00	1.00
5	5 CP	8.36	480	3	100	1.00	1.00

PASO 1 Determinación de la corriente nominal (I<sub>N</sub>)

De la suma de las corrientes nominales de cada motor tenemos que:

$$I_N = 136.4 + (6 \times 37.4) + (5 \times 8.36) = 402.6[A]$$

PASO 2 Determinación de la corriente corregida (I<sub>c</sub>)

De la sección 430-24 tenemos que:

$$I_{c1} = (136.4 \times 1.25) + (6 \times 37.4) + (5 \times 8.36) = 436.7[A]$$

PASO 3 Determinación del calibre del conductor

De la tabla 310-16 de la NOM-001-SEDE-1999 y considerando 2 conductores por fase, tenemos:

**Cable cal. No. 4/0 AWG (107.2mm<sup>2</sup>), THW-LS cuya ampacidad es de 230 A a 75°C.**

Para la selección del conductor por caída de tensión se tiene que:

$$e\% = \frac{\sqrt{3} 2 L I_N}{V_{ff} \times S} = \frac{\sqrt{3} \times 2 \times 41 \times (402.6 / 2)}{480 \times 107.2} = 0.56\%$$

**PASO 4 Selección de la capacidad de las protecciones**

De la sección 430-62 y la tabla 430-152 de la NOM-001-SEDE-1999 tenemos que:

$$I_{C-int} = 350 + (6 \times 37.4) + (5 \times 8.36) = 616.2[A]$$

Por lo que el interruptor termomagnético será de **3P-600 A**.

**SELECCIÓN DEL CONDUCTOR DE PUESTA TIERRA**

De la Tabla 250-95 de la NOM-001-SEDE-1999 se selecciona el conductor de puesta a tierra:

**Cable cal. No. 1 AWG de 19 hilos desnudo (55.9mm<sup>2</sup>).**

**SELECCIÓN DEL DIÁMETRO DEL TUBO**

**PASO 1** Determinación de la sección transversal total de los conductores para cada tubo (2 tubos por fase).

	<b>CONDUCTOR</b>	<b>AISLAMIENTO</b>	<b>SECC. TRANS</b>	<b>TOTAL</b>
Paso 1.a	3 - 4/0 AWG	THW-LS	240mm <sup>2</sup>	720mm <sup>2</sup>
Paso 1.b	1- 1 AWG	DESNUDO, 19HILOS	55.9mm <sup>2</sup>	55.9mm <sup>2</sup>
Paso 1.c			<b>TOTAL</b>	775.9mm <sup>2</sup>

**PASO 2** Determinación del factor de relleno y selección del tubo

De la Tabla 10-1 y 10-4 de la NOM-001-SEDE-1999, para más de 2 conductores el área que deben ocupar los conductores dentro del tubo es de máximo el 40%, por lo que corresponde a un tubo de diámetro nominal de **53mm (2")** donde su área disponible es de 867mm<sup>2</sup>.



## CAPÍTULO VI COORDINACIÓN DE PROTECCIONES

**OBJETIVO:** *En este capítulo realizaremos la coordinación de las protecciones establecidas en este proyecto.*

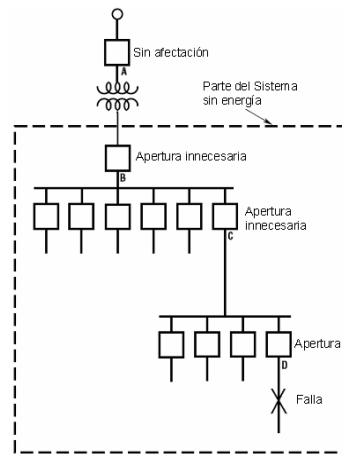
### VI.1 ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES

Cuando se presentan situaciones anormales, es decir que la frecuencia, la corriente, o el voltaje se encuentren fuera de los límites especificados y puedan provocar daños en los elementos de la instalación, interrupciones del servicio o pongan en peligro la integridad física de las personas, es importante contar con un sistema de protecciones que supervise estos límites y minimice los disturbios. Este sistema de protecciones debe actuar coordinadamente contando con las siguientes características:

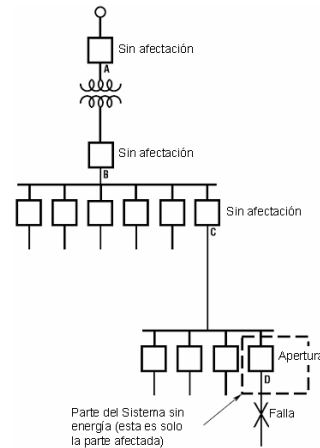
- a. *Confiabilidad.* La confiabilidad es la característica más importante, ya que una protección debe ofrecer certidumbre de que operará siempre que se presenten condiciones anormales para las que fue diseñada.
- b. *Rapidez.* Se debe tener la certeza de que la protección no tenga un retraso de tiempo involuntario, debiendo tener una operación correctamente temporizada.
- c. *Selectividad.* Una protección selectiva es aquella que, al ocurrir una falla en alguna rama de la instalación, operará para aislar solamente la parte estrictamente afectada.
- d. *Economía.* Un estudio técnico-económico de protecciones debe considerar la inversión necesaria para la instalación y operación del sistema control, el costo de reparación de los posibles daños asociados más el costo de interrupción del servicio.

Es importante contar con una segunda línea de protección que actúe en caso de que falle la protección primaria, esto es, si por alguna razón no funciona una protección primaria o en caso de que la corriente exceda la capacidad de la protección primaria, debe operar la de respaldo, es decir la que sigue hacia el lado de la alimentación. Por ejemplo, cuando un interruptor se combina con un arrancador magnético, se proporciona la función de protección secundaria.

Dicho lo anterior, se puede decir que un Sistema Coordinado de Protecciones, debe contar con una secuencia de operación tal, que el conjunto de protecciones debidamente calibradas operen selectivamente, como se muestra en los siguientes esquemas:



SISTEMA NO COORDINADO SELECTIVAMENTE



SISTEMA COORDINADO SELECTIVAMENTE

Se entiende entonces que, el estudio de Coordinación de Protecciones consiste en realizar el esquema de protecciones contra sobrecorrientes del sistema eléctrico. En éste se representa gráficamente el comportamiento de la corriente de operación de las protecciones en función del tiempo. Cada dispositivo tiene una gráfica de tiempo corriente que en algunos casos puede ser fija y en otras ajustable, con esto se busca lograr la máxima protección sin que se traslapen las curvas de operación de las protecciones, en otras palabras, que las fallas de sobrecorrientes sean aisladas por la protección inmediata y no se pierda continuidad en todo el sistema.

A continuación se mencionan algunas causas que pueden provocar fallas eléctricas dentro de una instalación:

### ***Voltajes peligrosos***

La mayoría de los voltajes peligrosos que ponen en peligro las vidas humanas e instalaciones, surgen bajo las siguientes condiciones:

- Sobrevoltajes de origen atmosférico.
- Sobrevoltajes por maniobras de conexión o desconexión.
- Voltajes peligrosos por falla de aislamiento.
- Ondas de voltaje en sistemas de tierra.
- Voltaje de paso.

### ***Cortocircuito***

Un cortocircuito es el tipo de falla que pueden tener los efectos más devastadores sobre el sistema. Toma este nombre debido a que el circuito eléctrico se reduce a una fuente conectada directamente a tierra sin una carga o una impedancia entre ambos, lo que produce una corriente ilimitada. Algunas de las principales causas son las siguientes:

- Fallas de aislamiento.
- Errores de operación.
- Ondas de voltaje peligrosas.

- Deficiencias en el mantenimiento.
- Vandalismo.
- Agentes naturales (viento, roedores, pájaros, ramas de árboles).
- Contaminación.

### ***Sobrecargas***

Una sobrecarga eléctrica se entiende como un exceso de corrientes que superan el valor nominal correspondiente. El origen de las sobrecargas es una demanda de potencia mayor que la nominal, o alguna deficiencia en la instalación. Se consideran los siguientes tipos de sobrecargas:

- Sobredemanda de potencia.
- Sobrecargas por deficiencias del alimentador o del equipo.

### ***Altas temperaturas***

El aumento de la temperatura por arriba de valores nominales acorta la vida del aislamiento eléctrico. Si el fenómeno se produce de manera intensa y persistente puede provocar un incendio en el equipo o en la parte de la instalación afectada. Las causas de la elevación de la temperatura son:

- Sobrecargas.
- Falla del sistema de enfriamiento.
- Cercanía con fuentes de calor.
- Presencia de corrientes de fuga.
- Falsos contactos.

## **VI.2 PROTECCIONES ELÉCTRICAS**

Un dispositivo de protección es aquel que al presentarse una falla abre al circuito eléctrico. Para lograr esto el dispositivo requiere desempeñar dos funciones: detectar o sensar la falla y ejecutar la interrupción.

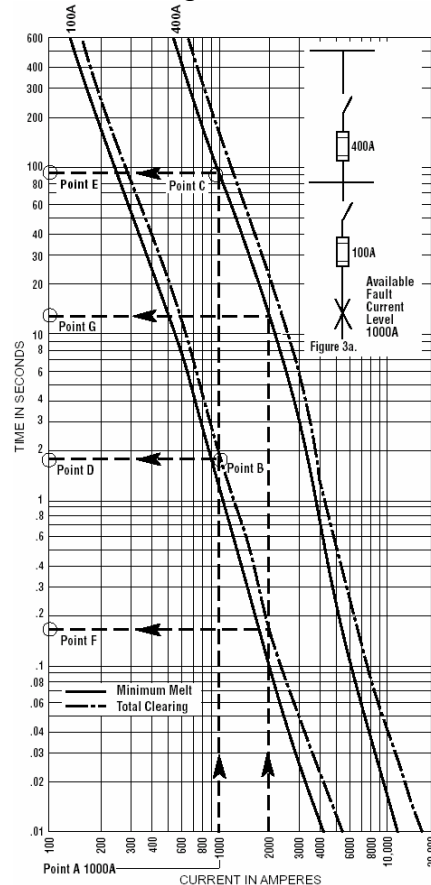
En este proyecto se utilizarán los dispositivos de protección más adecuados para liberar de cualquier falla al sistema eléctrico entre los que se encuentran primordialmente los siguientes:

### ***Fusibles***

La forma más simple de protección es el fusible, en términos sencillos se trata de un conductor con una calibración precisa para fundirse cuando la corriente que circula por él sobrepasa el límite para el cual fue diseñado. Los fusibles cubren las funciones del sensor y del interruptor. Se denotan por lo general por su capacidad continua de conducción de corriente y de interrupción, así como por su tipo de acuerdo a su utilización, entre las que destacan:

- Fusible fijo (estándar), con capacidad continua de 30A y capacidad interruptiva de hasta 10,000A.
- Fusible con retardo de tiempo (time delay), con capacidad continua de 100A y capacidad interruptiva de hasta 100,000A.
- Fusible con switch desconectador, cuya función es limitar corriente y su capacidad interruptiva es de hasta 200,000A.
- Fusible de alta tensión.

La siguiente figura muestra las curvas características de tiempo-corriente para 2 fusibles con retraso de tiempo colocados coordinadamente para proteger contra sobrecorriente como se ilustra en el diagrama unifilar.



**CURVA CARACTERÍSTICA DE TIEMPO-CORRIENTE DE FUSIBLES<sup>51</sup>**

En la gráfica se ilustra dos niveles de sobrecorriente (1000A y 2000A) que al intersectarse con las curvas de cada uno de los fusibles muestran el tiempo que tardarán en abrir el circuito, actuando el fusible de 100A como protección primaria al ser el elemento mas cercano al punto de falla y con una operación en menor tiempo. El fusible de 400A funcionará como protección secundaria.

<sup>51</sup> Engineering dependable protection for an electrical distribution system "Part 2", Cooper Bussmann



### Interruptor de seguridad

Este aparato es similar al interruptor con fusibles; se utiliza en baja tensión hasta 480V y para corrientes de hasta 200A. Se fabrican para 2 ó 3 fases y su operación es en grupo a través de una palanca. Su empleo típico es como medio de desconexión y de protección. El interruptor de seguridad alimenta un tablero con interruptores termomagnéticos de menor corriente nominal. Es normal que al ocurrir un cortocircuito opere el fusible, pero en caso de sobrecarga debe operar el termomagnético.

### Interruptores termomagnéticos

El interruptor termomagnético se utiliza con mucha frecuencia debido a que es un dispositivo de construcción compacta que puede realizar funciones de conexión o desconexión, protección contra cortocircuito y contra sobrecarga en instalaciones de baja tensión (hasta 600V). La siguiente figura ilustra la curva característica de un interruptor termomagnético de caja moldeada. Para este tipo de interruptores se consideran 4 curvas básicas, las cuáles son:

#### REGION DE SOBRECARGA

La apertura en la región de sobrecarga se realiza generalmente mediante el elemento térmico.

#### REGIÓN INSTANTÁNEA

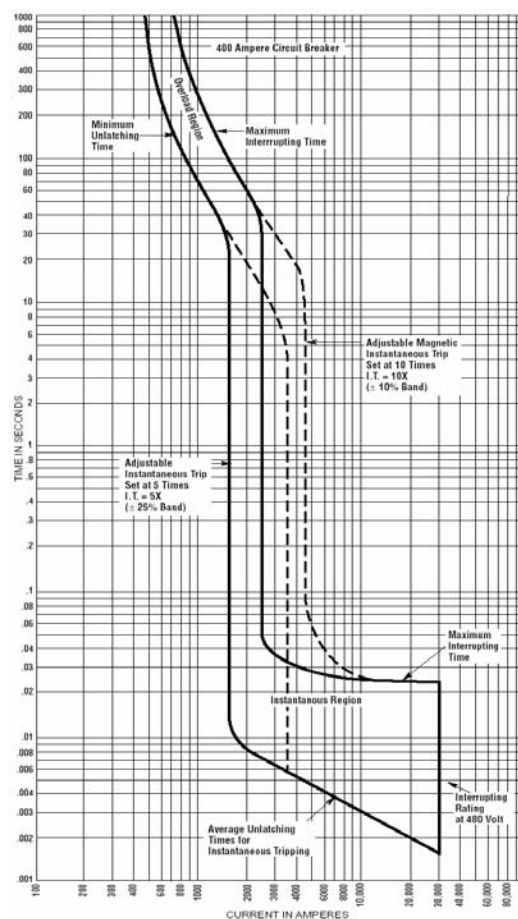
Se presenta un disparo instantáneo, debido a que los valores de carga nominal se han multiplicado, lo que provoca que el interruptor se abra lo más rápido posible.

#### TIEMPO DE DESENGANCHE

El tiempo de desenganche indica el punto al cuál el interruptor sensa una sobrecorriente en la región instantánea y libera el enganche de sujeción de los contactos.

#### VALOR INTERRUPTIVO

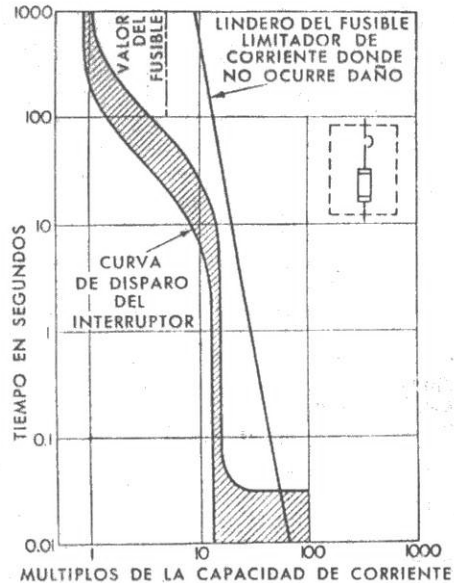
El valor interruptivo es la corriente de falla máxima para el cuál ha sido probado.



CURVA CARACTERÍSTICA DE TIEMPO CORRIENTE DE UN I.T.M. TÍPICO DE CAJA MOLDEADA<sup>52</sup>

<sup>52</sup> Engineering dependable protection for an electrical distribution system "Part 2", Cooper Bussmann

El interruptor termomagnético interrumpe cortos circuitos de pequeña cuantía, mientras que los fusibles se hacen cargo de los grandes cortos circuitos según se muestra en la siguiente figura:



CURVA CARACTERÍSTICA DE LA COORDINACIÓN ENTRE UN FUSIBLE Y UN I.T.M.

Los interruptores automáticos, así como los fusibles deben ser adecuadamente seleccionados para que puedan interrumpir con seguridad las sobrecargas y los cortos circuitos que puedan presentarse. Estos dispositivos tienen dos capacidades de corriente, como se observó anteriormente, debiendo verificarse ambas al ser seleccionados:

- Capacidad continua de corriente. Está determinada por la carga nominal máxima.
- Capacidad interruptiva. Está determinada por la capacidad de corto circuito disponible en el punto del sistema en que se instala el interruptor y por el sistema de distribución, no por la carga.

Una protección cuya capacidad es insuficiente, puede ser la causa de consecuencias que pueden ser más serias que la falla eléctrica, debido a que la cantidad de energía involucrada cuando el dispositivo de protección no es capaz de interrumpir la corriente de corto circuito o de sobrecarga pudiendo provocar la destrucción del dispositivo dando lugar a un desastre. Por lo tanto, tratándose de dispositivos de protección, es esencial seleccionarlos con las características adecuadas y convenientes.

En un interruptor termomagnético, por ejemplo, los contactos que abren y cierran la corriente nominal son los mismos que interrumpen las sobrecargas y las corrientes de corto circuito. En la combinación de un interruptor de seguridad de

cuchillas y de fusibles, el interruptor se usa de ordinario para las operaciones normales y los fusibles se encargan exclusivamente de la protección automática.

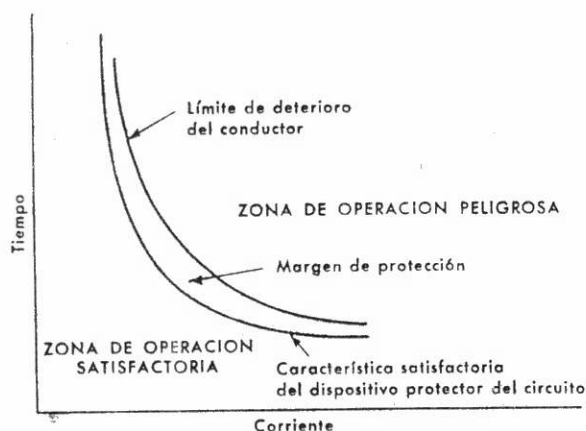
### PROTECCIONES CONTRA CORTO CIRCUITO

El dispositivo de protección debe ser capaz de interrumpir la suma de todas las corrientes de corto circuito disponibles. Cuando se hacen adiciones a la capacidad del sistema o por nuevas fuentes de corriente de corto circuito es necesario ajustar las protecciones ya que los dispositivos que eran adecuados al principio, pueden resultar insuficientes y peligrosos.

En los sistemas eléctricos la capacidad interruptiva se determina por la corriente de corto circuito disponible en el lugar en que se encuentra instalado el dispositivo de protección contra corto circuito. Por tanto, es necesario considerar la capacidad del sistema de alimentación, así como la corriente nominal de carga, con el fin de que los interruptores automáticos o la combinación de interruptor de cuchillas y fusibles sean apropiadas y con la capacidad interruptiva adecuada de modo que puedan detener la circulación de las corrientes de corto circuito.

### PROTECCIONES CONTRA SOBRECARGAS

El circuito debe estar protegido contra sobrecargas, la característica de disparo por sobrecorriente del dispositivo protector debe ser tal que dé un disparo más rápido mientras más alta sea la sobrecorriente. Esta característica debe caer al lado izquierdo de la curva de operación segura de los conductores del circuito, como se muestra en la siguiente figura, de modo que el circuito se desconecte precisamente antes de que los conductores se sobrecalienten.



CURVA CARACTERÍSTICA DE DETERIORO DE CONDUCTORES EN UN CIRCUITO

### PROTECCIONES PARA MOTORES

Para el arranque de motores de 1 CP y mayores, debe usarse un arrancador diseñado correctamente; generalmente del tipo contactor y que incorpora

elementos de sobrecarga, electromagnéticos o térmicos y disparo de bajo voltaje. Este arrancador, lleva incorporado unos relevadores térmicos de sobrecarga, generalmente del tipo que tienen un elemento bimetálico. Cuando el motor sufre una sobrecarga, la corriente que toma aumenta excesivamente, la cual, al circular por los relevadores de sobrecarga, calentará el elemento bimetálico después de cierto tiempo, a la temperatura que hace que éste abra los contactos del relevador, deteniendo en esta forma el funcionamiento del motor.

El arrancador normal del tipo de contactor es generalmente capaz sólo de interrumpir hasta 10 veces su corriente normal y por tanto es esencial el empleo de protecciones de alta capacidad interruptiva para las corrientes de corto circuito superiores a esta cifra.

En un sistema de distribución, los motores, los arrancadores y los cables se seleccionan con capacidad suficiente para manejar las corrientes de trabajos normales, sin sobrecargarse como se observo en el capítulo anterior.

### **PROTECCIONES PARA TRANSFORMADORES**

Los dispositivos de protección contra sobrecorriente se deben instalar en los lados primario y secundario de un transformador. Los dispositivos de sobrecorriente que se instalan en el lado primario deben proteger contra cortocircuito y fallas a tierra. Los que se instalan en el lado secundario deben proteger a los devanados contra sobrecargas.

Los dispositivos de protección contra sobrecorrientes, se dimensionan y seleccionan sus capacidades y ajustes de manera que puedan proteger los conductores y devanados de los transformadores contra cortocircuito, fallas a tierra y sobrecargas.

Se puede decir que no existe un criterio estándar para la protección de transformadores, ya que depende de varios factores, entre otros, uno muy importante es su capacidad y nivel de tensión en que son aplicados.

La sección 450-3(b) de la NOM-001-SEDE-1999 establece los criterios necesarios para proveer de protección contra sobrecorriente de transformadores menores de 600V, en el lado primario y secundario.

Se entiende entonces que, el estudio de Coordinación de Protecciones consiste en realizar el esquema de protecciones contra sobrecorrientes del sistema eléctrico. En éste se representa gráficamente el comportamiento de la corriente de operación de las protecciones en función del tiempo. Cada dispositivo tiene una gráfica de tiempo corriente que en algunos casos puede ser fija y en otras ajustable, con esto se busca lograr la máxima protección sin que se traslapen las curvas de operación de las protecciones, en otras palabras, que las fallas de sobrecorrientes sean aisladas por la protección inmediata y no se pierda continuidad en todo el sistema.

### VI.3 PROCEDIMIENTO PARA LA COORDINACIÓN DE PROTECCIONES

Los siguientes pasos son recomendados para un estudio de coordinación de protecciones:

**PASO 1** Elaboración del diagrama unifilar para protecciones.

Se deberá contar con un diagrama unifilar en el que se representen los componentes principales del sistema y sus protecciones.

**PASO 2** Obtención de los datos de los componentes.

Se deberán obtener las especificaciones técnicas de los fabricantes de los componentes del sistema y sus protecciones que se describen a continuación:

#### *Transformadores*

- Potencia nominal en kVA's.
- Puntos Inrush (magnetización).
- Conexiones en primario y secundario.
- Impedancia.
- Curvas de daño.
- Voltajes en primario y secundario.
- Tipo de enfriamiento.

#### *Conductores*

- Tamaño nominal del conductor.
- Número de conductores por fase.
- Material (cobre o aluminio).
- Tipo de aislamiento.
- Canalización (conduit).

#### *Motores*

- Capacidad de potencia.
- Corrientes a plena carga.
- Voltaje.
- Características de arranque.
- Tipo de protección contra sobrecarga.

#### *Curvas características de las protecciones*

- Fusibles.
- Interruptores.

**PASO 3** Datos del corto circuito.

Se deberán proporcionar las corrientes de corto circuito máximas en los puntos críticos del sistema de distribución para establecer las capacidades interruptivas en los puntos deseados.

#### **PASO 4** Desarrollo de la coordinación de protecciones.

**Paso 4.a** Seleccione una escala de Amperes de acuerdo a los valores del sistema en hojas log-log.

**Paso 4.b** Determine la referencia de voltaje base. La mejor referencia es el nivel de voltaje donde se encuentran la mayoría de los equipos.

**Paso 4.c** Comience el análisis. Típicamente el estudio comienza con los dispositivos situados en la rama principal, descendiendo por las ramas y los alimentadores. Si se cuenta con ramas múltiples, se selecciona una rama, y si las consecutivas son similares, se estudia la rama más amplia para su coordinación, una vez hecho esto, resultará más sencillo coordinar las demás ramas.

**Paso 4.d** No se debe cargar de información el estudio.

Es importante indicar que actualmente se cuenta con una gran cantidad de programas de cómputo (software) que ayudan al diseñador para lograr coordinar protecciones de una manera eficiente y con un gran ahorro de tiempo, además de poder contar con información de las curvas características de equipos y protecciones. Teniendo a la mano estas herramientas, para este trabajo de tesis nos hemos auxiliado del software CYMTCC 4.2 DEMO.

### **VI.4 EJEMPLO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES**

Se tomaron como ejemplo dos ramas del sistema de alimentación, que representan de manera integral cada uno de los subsistemas comprendidos para éste proyecto. Para el primer caso se tomo una rama del Edificio K y para el segundo caso se tomo una rama del CCM, lo anterior con el propósito de coordinar las protecciones de acuerdo a los datos obtenidos en las memorias de cálculo y plasmado en el diagrama unifilar simplificado<sup>53</sup>. El procedimiento descrito anteriormente es válido y se simplifica con el uso del software de ayuda utilizado para este ejercicio.

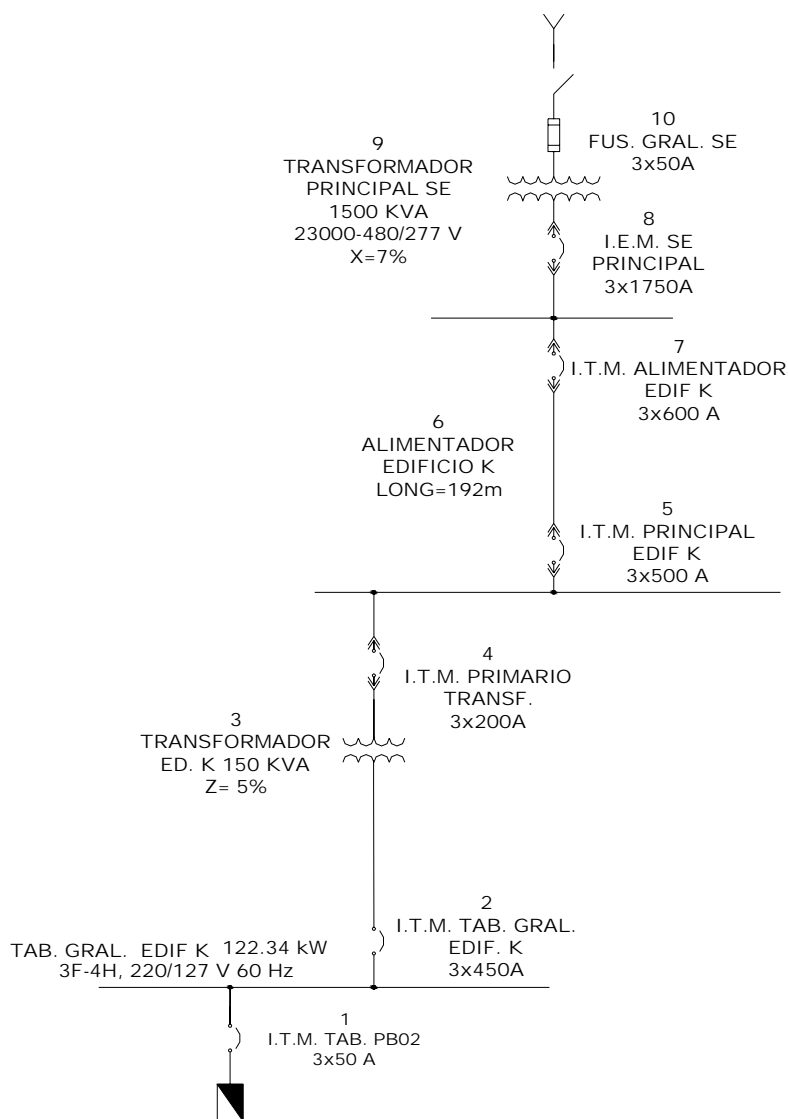
#### **EJEMPLO 1 RAMA DEL EDIFICIO K**

**PASO 1** Elaboración del diagrama unifilar para protecciones.

---

<sup>53</sup> Véase Apéndice C (planos)

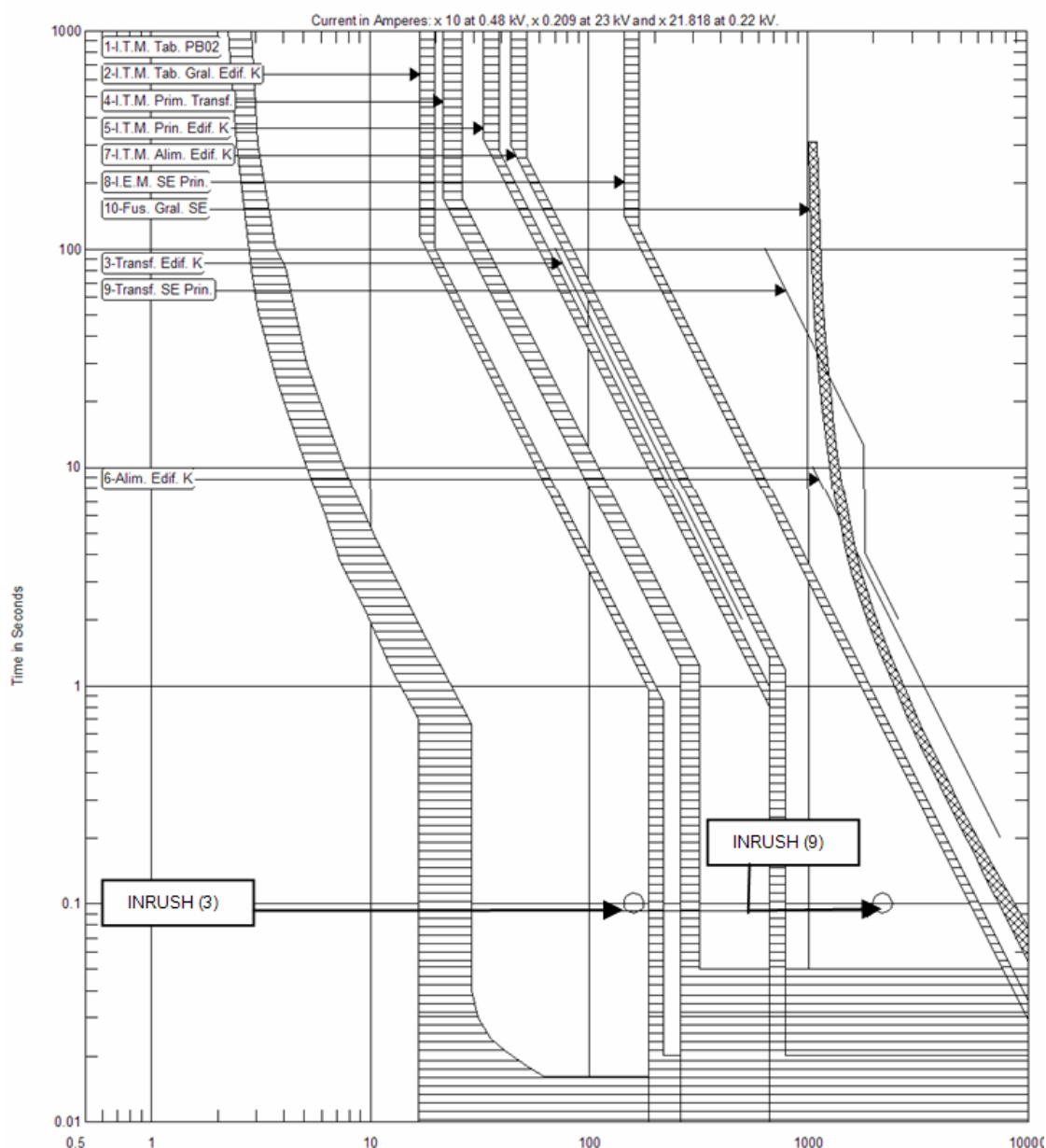
Diagrama unifilar correspondiente a una rama del edificio K.



Los pasos 2 y 3 son datos obtenidos de capítulo III de esta tesis y por el software de apoyo utilizado para la coordinación.

PASO 4 Desarrollo de la coordinación de protecciones.

A continuación se presenta la coordinación de protecciones asociada a una rama del Edificio K, mostrando en ella las curvas características de los elementos que la comprenden.



### DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS

ID	ELEMENTO	COMENTARIOS
1	I.T.M. Tab. PB02	Curva que protege contra sobrecarga y corto circuito a los elementos de la carga final y al alimentador de la carga.
2	I.T.M. Tab. Gral. Edif. K	Curva que protege contra sobrecarga y corto circuito el lado secundario del transformador del Edif. K permitiendo la magnetización de este (Inrush) y actúa como protección de respaldo para el total de las cargas del edificio K conectadas al tablero general.
3	Transf. Edif. K	La curva de daño debe estar por encima de las protecciones en el lado primario y secundario (2 y 4) y el punto de magnetización del transformador (Inrush) debe estar por debajo de éstas, permitiendo la magnetización del transformador.



4	I.T.M. Prim. Transf.	Curva que protege contra corto circuito el lado primario del transformador del Edif. K permitiendo su magnetización (Inrush) y actúa como protección de respaldo de la protección No 2.
5	I.T.M. Prin. Edif. K	Curva que protege contra sobrecarga y corto circuito al tablero principal del Edificio K y como protección de respaldo de los elementos inferiores.
6	Alim. Edif. K	La curva del alimentador debe situarse por encima del elemento que la protege (No 7).
7	I.T.M. Alim. Edif. K	Curva que protege contra sobrecarga y corto circuito al alimentador del Edificio K y como protección de respaldo de los elementos inferiores.
8	I.E.M. SE Prin.	Curva que protege contra sobrecarga y corto circuito al transformador principal y actúa como protección de respaldo de los elementos inferiores.
9	Transf. SE Prin.	La curva de daño debe estar por encima de las protecciones en el lado primario y secundario (8 y 10) y el punto de magnetización del transformador (Inrush) debe estar por debajo de éstas, permitiendo la magnetización del transformador principal.
10	Fus. Gral. SE	Curva que protege contra corto circuito el lado primario del transformador principal, permitiendo su magnetización (Inrush) y actúa como protección de respaldo de la protección No 9.

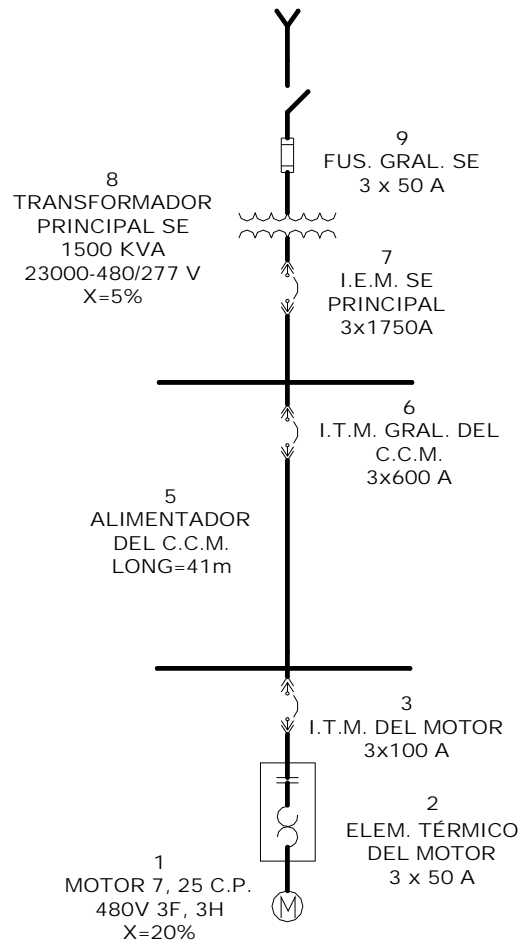
### CARACTERÍSTICAS Y AJUSTES DE LOS ELEMENTOS

ID	ELEMENTO	CARACTERÍSTICAS Y AJUSTES	
1	I.T.M. Tab. PB02	CAPACIDAD NOMINAL	50 A; 220 V
		REGIÓN DE SOBRECARGA	AJUSTADA
		REGIÓN EN INSTANTÁNEO	AJUSTADA
2	I.T.M. Tab. Gral. Edif. K	CAPACIDAD NOMINAL	450 A; 220 V
		REGIÓN DE SOBRECARGA	AJUSTADA
		REGIÓN EN INSTANTÁNEO	AJUSTADA
3	Transf. K	POTENCIA NOMINAL	150 kVA; 480 V
		IMPEDANCIA	5%
		CORRIENTE NOMINAL	180.42 A
4	I.T.M. Prim. Transf.	CAPACIDAD NOMINAL	200 A; 480 V
		REGIÓN DE SOBRECARGA	AJUSTADA
		REGIÓN EN INSTANTÁNEO	AJUSTADA
5	I.T.M. Prin. Edif. K	CAPACIDAD NOMINAL	500 A; 480 V
		REGIÓN DE SOBRECARGA	AJUSTADA
		REGIÓN EN INSTANTÁNEO	AJUSTADA
6	Alim. Edif. K	CAPACIDAD NOMINAL	4/0 AWG
		CABLES POR FASE	3
		MATERIAL	COBRE
7	I.T.M. Alim. Edif. K	CAPACIDAD NOMINAL	600 A; 480 V
		REGIÓN DE SOBRECARGA	AJUSTADA
		REGIÓN EN INSTANTÁNEO	AJUSTADA
8	I.E.M. SE Prin.	CAPACIDAD NOMINAL	1750 A; 480 V
		REGIÓN DE SOBRECARGA	AJUSTADA
		REGIÓN EN INSTANTÁNEO	AJUSTADA
9	Transf. SE Prin.	POTENCIA NOMINAL	1500 kVA; 23 kV
		IMPEDANCIA	7%
		CORRIENTE NOMINAL	37.65 A
10	Fus. Gral. SE	CAPACIDAD NOMINAL	50 A; 23 kV

## EJEMPLO 2 RAMA DE UN MOTOR DEL CCM

PASO 1 Elaboración del diagrama unifilar para protecciones.

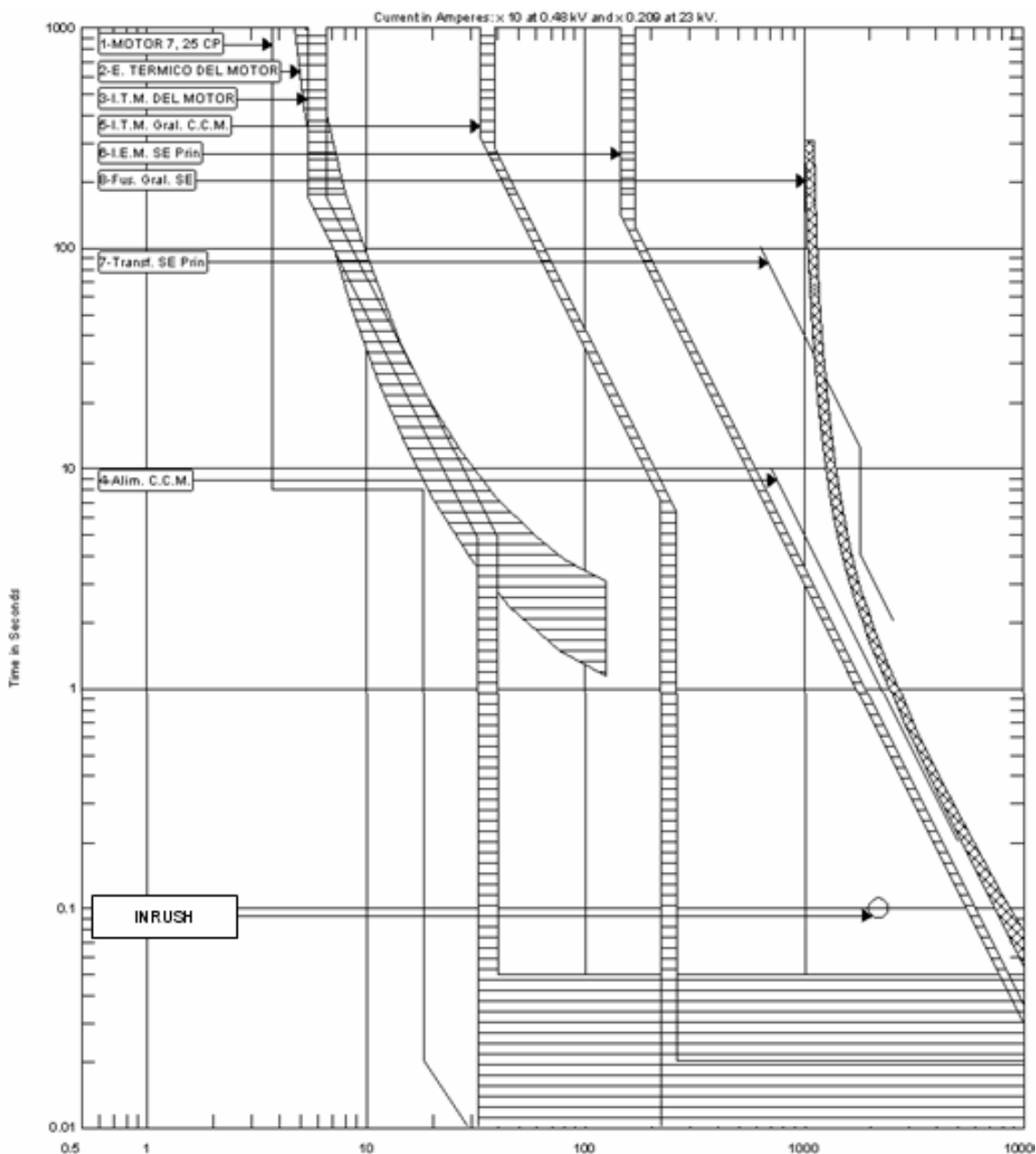
Diagrama Unifilar correspondiente a una rama de un motor del CCM.



Los pasos 2 y 3 son datos obtenidos de capítulo III de esta tesis y por el software de apoyo utilizado para la coordinación.

PASO 4 Desarrollo de la coordinación de protecciones.

A continuación se presenta la coordinación de protecciones asociada a una rama del Edificio K, mostrando en ella las curvas características de los elementos que la comprenden.



**DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS**

ID	ELEMENTO	COMENTARIOS
1	MOTOR 7, 25 CP	La curva de arranque debe de estar por abajo de las protecciones asociadas al motor (2 y 3) permitiendo su arranque de manera controlada y protegiendo el punto de tiempo de seguridad de rotor bloqueado (STALL TIME) que debe de estar por encima de las protecciones asociadas.
2	E.TÉRMICO (MOTOR)	Curva que protege contra sobrecarga al motor.
3	I.T.M. DEL MOTOR	Curva que protege contra sobrecarga y corto circuito al motor y actúa como protección de respaldo de la protección No2.

4	Alim. C.C.M.	La curva del alimentador debe situarse por encima del elemento que la protege (No 5)
5	I.T.M. Gral. C.C.M.	Curva que protege contra sobrecarga y corto circuito al alimentador del CCM y como protección de respaldo de los elementos inferiores.
6	I.E.M. SE Prin.	Curva que protege contra sobrecarga y corto circuito al transformador principal y actúa como protección de respaldo de los elementos inferiores.
7	Transf. SE Prin.	La curva de daño debe estar por encima de las protecciones en el lado primario y secundario (6 y 8) y el punto de magnetización del transformador (Inrush) debe estar por debajo de éstas, permitiendo la magnetización del transformador principal.
8	Fus. Gral. SE	Curva que protege contra corto circuito el lado primario del transformador principal, permitiendo su magnetización (Inrush) y actúa como protección de respaldo de la protección No 6.

### CARACTERÍSTICAS Y AJUSTES DE LOS ELEMENTOS

ID	ELEMENTO	CARACTERÍSTICAS Y AJUSTES	
1	MOTOR 7, 25 CP	CAPACIDAD NOMINAL	25 CP; 480 V
		CORRIENTE A PLENA CARGA	37.40 A
		CORRIENTE DE ROTOR BLOQUEADO	183 A
2	E.TÉRMICO (MOTOR)	CAPACIDAD NOMINAL	50 A; 480 V
		REGIÓN DE SOBRECARGA	AJUSTADA
		REGIÓN EN INSTANTÁNEO	NO APLICA
3	I.T.M. DEL MOTOR	CAPACIDAD NOMINAL	100 A; 480 V
		REGIÓN DE SOBRECARGA	AJUSTADA
		REGIÓN EN INSTANTÁNEO	AJUSTADA
4	Alim. C.C.M.	CAPACIDAD NOMINAL	4/0 AWG
		CABLES POR FASE	2
		MATERIAL	COBRE
5	I.T.M. Gral. C.C.M.	CAPACIDAD NOMINAL	600 A; 480 V
		REGIÓN DE SOBRECARGA	AJUSTADA
		REGIÓN EN INSTANTÁNEO	AJUSTADA
6	I.E.M. SE Prin.	CAPACIDAD NOMINAL	1750 A; 480 V
		REGIÓN DE SOBRECARGA	AJUSTADA
		REGIÓN EN INSTANTÁNEO	AJUSTADA
7	Transf. SE Prin.	POTENCIA NOMINAL	1500 kVA; 23 kV
		IMPEDANCIA	7%
		CORRIENTE NOMINAL	37.65 A
8	Fus. Gral. SE	CAPACIDAD NOMINAL	50 A; 23 kV

Los ejercicios anteriores definen la manera mediante la cuál se debe coordinar cada una de las protecciones en cada rama, dicha coordinación depende directamente de las curvas de disparo y de daño de cada fabricante, no obstante, los ajustes hechos a cada una de las curvas dependen de cada caso particular referido a cada rama protegida, a fin de no tener disparos innecesarios ni traslapes de curvas en puntos críticos.

## CAPÍTULO VII SISTEMA DE EMERGENCIA

**OBJETIVO:** *En este capítulo propondremos, de acuerdo a las características del proyecto, un sistema de emergencia que proporcione energía ininterrumpida a las instalaciones y a los usuarios de manera confiable y segura, siguiendo las recomendaciones hechas por la NOM-001-SEDE-1999.*

### VII.1 IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS DE EMERGENCIA

En nuestro país por diversas causas la continuidad en el servicio de energía eléctrica por parte de la compañía suministradora, se ve con mucha frecuencia afectada. La mayoría de los problemas ocasionados en los equipos eléctricos e informáticos y las pérdidas de información son debidos a este tipo de problemas y perturbaciones en el suministro de la red eléctrica. Esto supone cuantiosas pérdidas en empresas e industrias.

En un edificio de oficinas, como el que se presenta en éste proyecto, cada año se producen aproximadamente 36 picos de tensión, 264 bajadas de red, 128 sobrevoltajes o subidas de tensión, 289 microcortes menores a 4ms y aproximadamente entre 5 a 15 apagones de red mayores a 10 segundos. De cada 100 perturbaciones, 40 causan pérdidas de datos o incidencias en las cargas conectadas.

Disponer de un sistema de emergencia garantiza el reducir al mínimo los problemas ocasionados por estas variaciones y cortes de energía. Se consideraron para este proyecto dos subsistemas de emergencia que proporcionen al usuario continuidad en el servicio para realizar sus tareas y mantener energizados los equipos críticos que requieran suministro continuo, así como los sistemas de seguridad y vigilancia, estos son:

- Planta de emergencia.
- UPS.

Cuando se suscita una falla por parte de la compañía suministradora, la planta de emergencia tarda en transferir la carga desde segundos hasta minutos, por lo que los equipos delicados e información quedan desprotegidos, sólo bastan unos cuantos segundos para quemar computadoras, discos duros o parar una línea de producción.

Una solución integral se compone tanto de una planta de emergencia que, ante la ausencia de energía eléctrica, le permita operar durante un largo tiempo de respaldo a bajo costo; así como de un Sistema de Energía Ininterrumpida (UPS) que, ante cualquier eventualidad que se presente en el suministro de energía, proporcionando protección y seguridad para los equipos e información.

Teniendo en cuenta que los sistemas de emergencias requeridos para este tipo de instalaciones no son legalmente requeridos, nos apegamos a las disposiciones indicadas en el Artículo 702 (SISTEMAS DE RESERVA OPCIONALES) de la NOM-001-SEDE-1999.

## VII.2 PLANTA DE EMERGENCIA

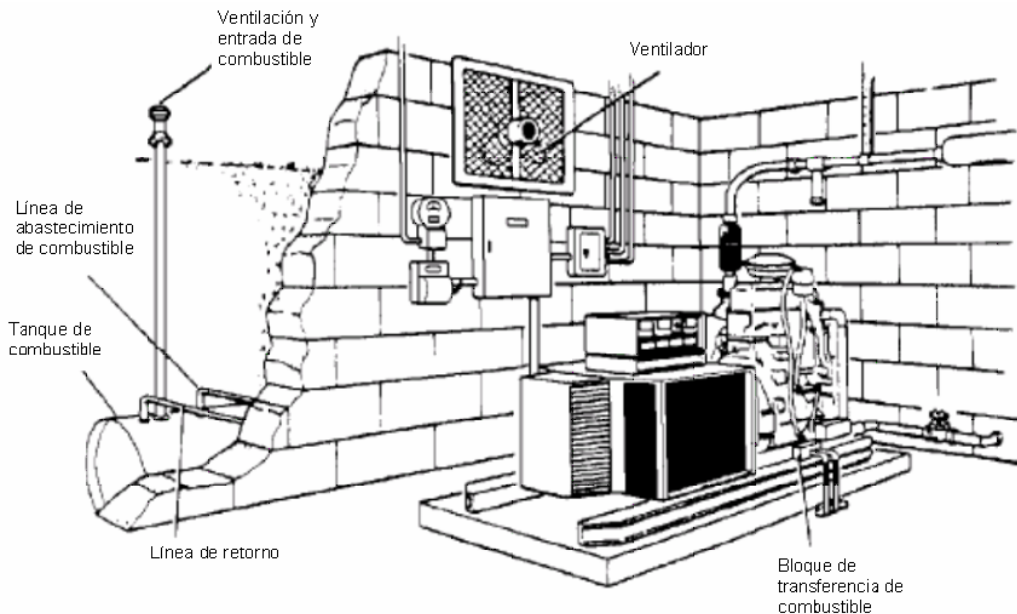
La planta o generador de emergencia es sumamente útil, sobre todo cuando se requiere de tiempos de respaldo prolongados, ya que una de las características principales es su autonomía, es decir, es capaz de generar energía, cuando el suministro falla, durante tiempos prolongados a bajos costos.

Se recomienda el uso de plantas de emergencia cuando:

- Se cuente con equipos delicados.
- Exista red hidráulica contra incendio.
- Exista bombeo para suministro de agua.
- Se cuente con sistemas de seguridad.
- El edificio tenga ascensores.

La planta de emergencia permanente se instala y forma parte del sistema eléctrico general, proveyendo energía según su aplicación, para que en ningún momento se paraliquen aquellos servicios que son esenciales para un proceso o una tarea específica.

### ESQUEMA TÍPICO DE UNA PLANTA DE EMERGENCIA PERMANENTE



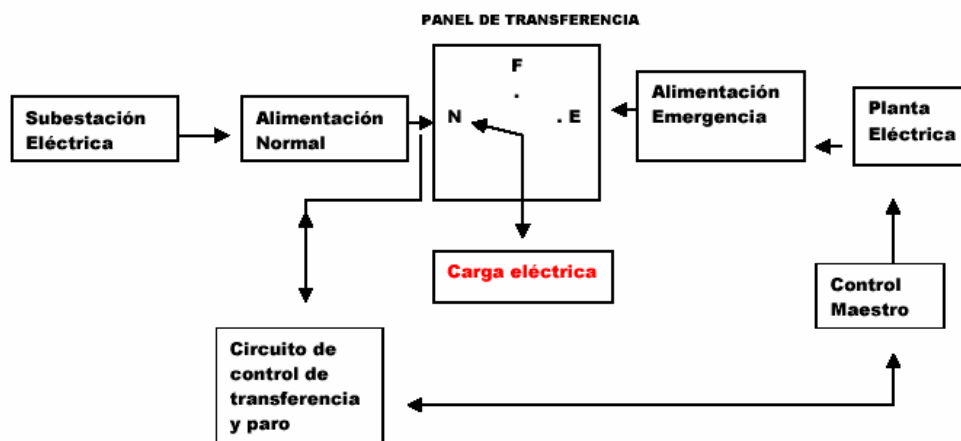
Una planta de emergencia normalmente opera de la manera siguiente:

Al presentarse una interrupción en el suministro eléctrico, la planta de emergencia arranca automáticamente y una vez que alcanza sus condiciones normales de operación, el interruptor de transferencia (Transfer) conecta la carga seleccionada a la planta de emergencia al mismo tiempo que evita que la planta regrese la electricidad a la línea suministradora. Además protege al generador contra daños una vez que la energía comercial es restaurada.

El subsistema planta de emergencia se compone esencialmente de lo siguiente:

- Fuente de alimentación normal.
- Interruptor de transferencia.
- Carga.
- Fuente alterna de suministro (planta generadora).
- Suministro de combustible.
- Sistemas de control.

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SUBSISTEMA PLANTA DE EMERGENCIA



### ***Transferencia automática***

Por disposición general (sección 700-6 de la NOM-001-SEDE-1999) las transferencias deben ser diseñadas para poder ser operadas en forma automática.

La sección 702-6 indica que: *“El equipo de transferencia debe ser diseñado e instalado para prevenir la conexión accidental de la alimentación normal y la fuente alterna.*

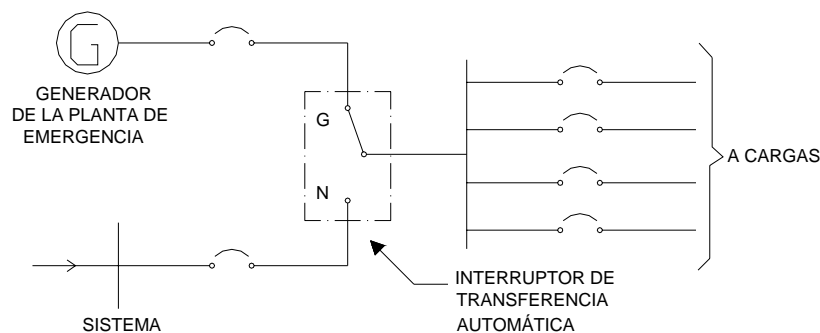
*Se permite que el equipo de transferencia conectado después del dispositivo de protección del circuito derivado, contenga otros dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente, con corriente de interrupción suficiente para*

soportar la corriente eléctrica máxima de falla disponible en las terminales de generador<sup>54</sup>.

Por lo que el interruptor de transferencia automática debe cumplir con las siguientes tareas:

1. Sensar el voltaje suministrado por la compañía suministradora y desconectar el sistema del suministro normal en caso de falla por:
  - Bajo voltaje.
  - Alto voltaje.
  - Falla en una fase.
  - Inversión en la secuencia de fases.
2. Ordenar que el arrancador automático de la planta de emergencia, la haga funcionar.
3. Conectar el sistema al suministro de emergencia, una vez que alcanza sus condiciones normales de operación y el nivel de tensión sea adecuado.
4. Pasar de nuevo la carga al suministro normal, cuando éste se restablezca.
5. Permitir que la planta de emergencia trabaje un periodo de tiempo en vacío con el fin de que se enfríe.

#### INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA



G.- Terminales del generador

N.- Terminales del acometida de la compañía suministradora

El control de la transferencia puede operar como protección en sistemas trifásicos y monofásicos.

<sup>54</sup> NOM-001-SEDE-1999, sección 702-6.



## SELECCIÓN DE LA PLANTA DE EMERGENCIA

Uno de los puntos a considerar cuando se selecciona una planta de emergencia es que existen una variedad muy amplia de capacidades (kVA) y el costo se incrementa proporcionalmente a la capacidad cuando se aumenta el número de cargas conectadas.

En el mercado existen muchos modelos y tipos de planta de emergencia que pueden alimentar de una manera segura y adecuada la totalidad de las cargas indicadas en este trabajo, la selección de la capacidad y el tipo de planta se basará en el siguiente criterio:

Se determinará la capacidad de la planta de emergencia de acuerdo a la sección 700-5(a) que indica: *“...deben tener la capacidad nominal adecuada para la operación simultánea con todas las cargas. El equipo del sistema debe ser adecuado para soportar la corriente eléctrica máxima de falla disponible en las terminales”*. Esto es importante para evitar que se sobrecargue y caiga el voltaje dañando algunos equipos conectados si estos no reciben la potencia necesaria.

La sección 700-12(b) de la NOM-001-SEDE-1999 establece los requisitos generales para la fuente de alimentación del tipo grupo generador; así mismo se debe cumplirlo establecido en el Art. 445 (GENERADORES).

De acuerdo a la capacidad que será instalada como se desarrollo en el capítulo I de este trabajo, las cargas son:

CARGAS	POTENCIA [kVA]
ALUMBRADO	47.09
CONTACTOS NORMALES	181.80
CONTACTOS REGULADOS	139.40
AIRE ACONDICIONADO	448.00
SISTEMA HIDRAULICO	334.7
ALUMBRADO EXTERIOR	42.81
<b>TOTAL</b>	<b>1193.8</b>

Por tanto, la planta de emergencia será seleccionada para trabajar a una capacidad superior a 1193.8 kVA con un 25% de capacidad adicional, es decir:

$$1193.8 \times 1.25 = 1492.25 \text{ kVA}$$

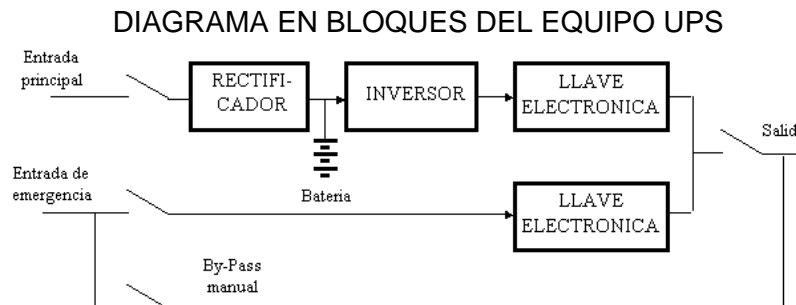
De esta forma, se seleccionó una para la planta de emergencia cuya tensión de generación sea de 480/277 V, 60 Hz y una capacidad de 1500 kVA; capacidad disponible por la mayoría de los fabricantes de estos equipos, una corriente de transferencia superior a 2000 A y una capacidad de corto circuito trifásico en las terminales superior a 42.75 kA.

### VII.3 SISTEMA DE ENERGÍA ININTERRUMPIBLE (UPS)

La planta de emergencia por sí misma, no resuelve los problemas que se llegan a presentar en el suministro eléctrico y que son los causantes de daños severos a equipo especializado, de cómputo, impresoras y servidores, pérdida de información importante y valiosa que se traduce en altos costos.

Una fuente común de respaldo de energía es el denominado Sistema de Energía Ininterrumpible (UPS por sus siglas en inglés). Estos equipos suelen conectarse entre la fuente de energía y la carga considerada crítica. Si la principal fuente de suministro falla, la batería incluida en el UPS entra en operación inmediatamente y se hace cargo del suministro de energía.

La importancia de contar con el subsistema UPS además de mantener el suministro de manera constante es la de regular variaciones o sobrecargas en el suministro de energía. Si bien las fuentes de energía buscan proveer un nivel de electricidad constante, ocasionalmente pueden producir sobrecargas en el suministro. Las descargas pueden ser peligrosas para los equipos de cómputo y pueden, como ya se mencionó, quemar fusibles o componentes del equipo. Un sistema UPS intercepta una sobrecarga y evita que llegue a un equipo sensible.



El sistema de energía ininterrumpible se compone esencialmente de las siguientes secciones:

#### ***Rectificador - Cargador de baterías***

Esta sección entrega una tensión de C.D. a partir de la tensión de C.A. de entrada al UPS, por medio de un puente rectificador a base de tiristores, estabilizando la tensión de C.D. ante variaciones de tensión y frecuencia de la línea de alimentación y ante variaciones de la corriente de entrada al inversor.

Simultáneamente realiza la carga de las baterías, las cuales alimentaran el inversor cuando se produzca una falla en la línea de C.A.

#### ***Inversor***

El inversor genera una tensión de C.A. a partir de la tensión de C.D. entregada por el rectificador o las baterías.

Para ello cuenta con un grupo transistores en configuración puente operando en PWM, un transformador de salida y un filtro de C.A., que permite obtener una señal de salida senoidal, de baja distorsión y con elevado rendimiento.

### ***Llave electrónica***

El UPS cuenta con una llave electrónica que permite en el caso que fuera necesario transferir la carga del equipo desde la salida del inversor hacia la línea de emergencia que posee el UPS, es decir, si el inversor dejara de entregar tensión debido al agotamiento de las baterías durante una falla en la línea de alimentación, la llave electrónica transferirá la carga hacia la línea de emergencia si la misma se encuentra presente y sus valores de tensión y frecuencia están dentro de los márgenes permitidos por el sistema.

Al normalizarse el funcionamiento del inversor la llave electrónica retransfiere la carga desde la línea de emergencia hacia el inversor en menos de 1ms (deseado).

La salida del inversor se sincroniza con la línea de emergencia para evitar un corto circuito durante las transferencias.

## **SELECCIÓN DE LOS UPS**

Para seleccionar adecuadamente un UPS, primeramente deben definirse los planes de crecimiento y disponibilidad de respaldo a largo plazo para considerar dos aspectos importantes: redundancia y escalabilidad, todo ello apegado a lo especificado en el Art.700 de la NOM-001-SEDE-1999. En este trabajo se plantea un crecimiento en las cargas conectadas al UPS de un 35 %.

Las baterías deberán ser de régimen y capacidad adecuados para mantener y suministrar la carga total, durante un periodo de por lo menos una hora y media como lo establece la sección 700-12(a) de la NOM-001-SEDE-1999.

El UPS deberá contar con una variedad de sistemas de alarmas y señalizaciones que deben satisfacer lo indicado en la sección 700-7 para alertar al operador de anomalías en el sistema. En general los fabricantes incluyen las siguientes señalizaciones:

- Falla de alimentación.
- Falla del rectificador.
- Baja batería.
- Falla del inversor.
- Falla de la línea de emergencia.
- Carga alimentada por la línea de emergencia.
- Falla a Tierra.

La capacidad de cada UPS es determinada de manera análoga a la selección de la capacidad de la planta de emergencia según lo establecido en la sección 700-5(a) de la NOM-001-SEDE-1999, de acuerdo a la carga nominal que este alimentará.

Se contempla como criterio de diseño un 35% de incremento en la carga para la selección de cada equipo, por lo que cada UPS se determinará como sigue:

EDIFICIO	POTENCIA REGULADA [kVA]	CAPACIDAD DEL UPS [kVA]
B	3.6	4.9
C	6.6	8.9
E	16.8	22.7
H	51	68.9
J	10.4	14
K	51	68.9

Finalmente, definido lo anterior, se selecciona cada UPS con el valor de capacidad inmediato superior al calculado para cada uno de los edificios.

## CONCLUSIONES

Se puede ver de manera inmediata que el diseño de un proyecto como el propuesto en este trabajo involucra una cierta complejidad temática ya que su desarrollo involucró profundizar en cada uno de los temas, a fin de vincularlos a las características del problema a solucionar en cada capítulo.

El desarrollo de los contenidos de este trabajo estuvo en función de los resultados secuenciales de cada capítulo, ya que estos están directamente relacionados y con esto se da una solución integral a las necesidades establecidas en los objetivos por Petróleos Mexicanos para el proyecto eléctrico.

Sabiendo que lo más importante es salvaguardar la integridad física de los usuarios y de los equipos, representando esto un parámetro importante en la selección de todos los dispositivos que involucran al sistema eléctrico.

Por lo que fue plenamente justificado en cada apartado de esta tesis las normas utilizadas y en particular el cumplimiento las disposiciones indicadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE 1999, garantizando con ello, el uso de la energía eléctrica en forma segura, ya que esta establece las disposiciones y especificaciones de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades.

De ésta manera logramos llevar a la práctica los conocimientos adquiridos en el módulo de energía eléctrica de la carrera de ingeniero eléctrico–electrónico, así como auxiliarnos de todas las asignaturas del módulo, con el propósito de llevar a cabo una propuesta integral a un problema real mediante el desarrollo de esta tesis. Con ello logramos culminar todo el proceso de aprendizaje llevando estos conocimientos a la realización de una aplicación práctica y útil.



### APÉNDICE A (TABLAS)

**TABLA A.1** Categorías y valores de iluminancia para cada tipo de actividad genérica en interiores.

TIPO DE ACTIVIDAD	CATEGORIA DE ILUMINANCIA	LUXES	REFERENCIA DEL PLANO DE TRABAJO
Espacios públicos con alrededores oscuros	A	20-30-50	iluminación general a través de todos los espacios
Orientación simple para visitas temporalmente cortas	B	50-75-100	
Espacios de trabajo donde los trabajos visuales son realizados ocasionalmente	C	100-150-200	
Desempeño de los trabajos visuales con alto contraste o de amplios espacios	D	200-300-500	iluminancia para la tarea
Desempeño de los trabajos visuales con mediano contraste o de espacio reducido	E	500-750-1000	
Desempeño de los trabajos visuales de bajo contraste de espacios muy reducidos	F	1000-1500-2000	
Desempeño de los trabajos visuales de bajo contraste de espacios muy reducidos bajo una estancia prolongada de tiempo	G	2000-3000-5000	iluminancia para la tarea obtenida por una combinación de general y local (iluminación complementaria)
Desempeño con estancias muy prolongadas y exactitud en trabajos visuales	H	5000-7500-10000	
Desempeño de trabajos visuales muy especiales de extremadamente bajo contraste y espacios reducidos	I	10000-15000-20000	

Ref. Figura 54 IESNA LIGHTING READY REFERENCE

**TABLAS A.2** Factores de peso para ser considerados en la selección específica de iluminancia dentro de los rangos de valores para cada categoría.

TABLA A.2.a PARA CATEGORIAS DE ILUMINANCIA DE LA "A" A LA "C"

CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL Y DEL OCUPANTE	FACTORES DE PESO		
	-1	0	1
Edades de los ocupantes	menores de 40	40-55	mayores de 55
Reflectancias superficiales del local	mayores del 70%	30 ó 70%	menores del 30%

TABLA A.2.b PARA CATEGORIAS DE ILUMINANCIA DE LA "D" A LA "I"

CARACT DE LA TAREA Y EL TRABAJADOR	FACTORES DE PESO		
	-1	0	1
Edades de los trabajadores	menores de 40	40-55	mayores de 55
Velocidad y/o precisión	no importante	importante	crítico
Reflectancia del fondo del plano	mayores del 70%	30 ó 70%	menores del 30%

Ref. Figura 55 IESNA LIGHTING READY REFERENCE

TABLAS A.3 Porcentaje de reflectancia efectiva de cavidad de techo ó piso para varias combinaciones de reflectancia.

Table with columns for Per Cent Base† Reflectance, Per Cent Wall Reflectance, Cavity Ratio, and five groups of reflectance values (90, 80, 70, 60, 50) across various cavity ratios.

\* Values in this table are based on a length to width ratio of 1.6. † Ceiling, floor or floor of cavity.

Ref. Figura 71 IESNA LIGHTING READY REFERENCE

Table with columns for Per Cent Base† Reflectance, Per Cent Wall Reflectance, Cavity Ratio, and five groups of reflectance values (40, 30, 20, 10, 0) across various cavity ratios.

\* Values in this table are based on a length to width ratio of 1.6. † Ceiling, floor or floor of cavity.

Ref. Figura 71(continuación) IESNA LIGHTING READY REFERENCE



**TABLAS A.4** Categorías y grados de suciedad

TABLA A.4.a SEIS CATEGORÍAS DE CONDICIONES DE SUCIEDAD

Maintenance Category	Top Enclosure	Bottom Enclosure
I	1. None.	1. None
II	1. None 2. Transparent with 15 per cent or more uplight through apertures. 3. Translucent with 15 per cent or more uplight through apertures. 4. Opaque with 15 per cent or more uplight through apertures.	1. None 2. Louvers or baffles
III	1. Transparent with less than 15 per cent upward light through apertures. 2. Translucent with less than 15 per cent upward light through apertures. 3. Opaque with less than 15 per cent uplight through apertures.	1. None 2. Louvers or baffles
IV	1. Transparent unapertured. 2. Translucent unapertured. 3. Opaque unapertured.	1. None 2. Louvers
V	1. Transparent unapertured. 2. Translucent unapertured. 3. Opaque unapertured.	1. Transparent unapertured 2. Translucent unapertured
VI	1. None 2. Transparent unapertured. 3. Translucent unapertured. 4. Opaque unapertured.	1. Transparent unapertured 2. Translucent unapertured 3. Opaque unapertured

Ref. Figura 74 IESNA LIGHTING READY REFERENCE

TABLA A.4.b CINCO GRADOS DE CONDICIONES DE SUCIEDAD

	Very Clean	Clean	Medium	Dirty	Very Dirty
Generated Dirt	None	Very little	Noticeable but not heavy	Accumulates rapidly	Constant accumulation
Ambient Dirt	None (or none enters area)	Some (almost none enters)	Some enters area	Large amount enters area	Almost none excluded
Removal or Filtration	Excellent	Better than average	Poorer than average	Only fans or blowers if any	None
Adhesion	None	Slight	Enough to be visible after some months	High—probably due to oil, humidity or static	High
Examples	High grade offices, not near production; laboratories; clean rooms	Offices in older buildings or near production; light assembly; inspection	Mill offices; paper processing; light machining	Heat treating; high speed printing; rubber processing	Similar to Dirty but luminaires within immediate area of contamination

Ref. Figura 77 IESNA LIGHTING READY REFERENCE

### TABLAS A.5

Tabla 310-16. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000 V nominales y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores activos en una canalización, cable o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30 °C

Tamaño nominal	Temperatura nominal del conductor (véase Tabla 310-13)						Tamaño nominal
	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C	
mm <sup>2</sup>	TIPOS TW* TWD* CCE TWD-UV	TIPOS RHW*, THHW*, THW*, THW- LS, THWN*, XHHW*, TT	TIPOS RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THHW-LS, THW-2*, XHHW*, XHHW-2,	TIPOS UF*	TIPOS RHW*, XHHW*, BM- AL	TIPOS RHW-2, XHHW, XHHW-2, DRS	AWG kcmil
	Cobre			Aluminio			
0,8235	---	---	14	---	---	---	18
1,307	---	---	18	---	---	---	16
2,082	20*	20*	25*	---	---	---	14
3,307	25*	25*	30*	---	---	---	12
5,26	30	35*	40*	---	---	---	10
8,367	40	50	55	---	---	---	8
13,3	55	65	75	40	50	60	6
21,15	70	85	95	55	65	75	4
26,67	85	100	110	65	75	85	3
33,62	95	115	130	75	90	100	2
42,41	110	130	150	85	100	115	1
53,48	125	150	170	100	120	135	1/0
67,43	145	175	195	115	135	150	2/0
85,01	165	200	225	130	155	175	3/0
107,2	195	230	260	150	180	205	4/0
126,67	215	255	290	170	205	230	250
152,01	240	285	320	190	230	255	300
177,34	260	310	350	210	250	280	350
202,68	280	335	380	225	270	305	400
253,35	320	380	430	260	310	350	500
304,02	355	420	475	285	340	385	600
354,69	385	460	520	310	375	420	700
380,03	400	475	535	320	385	435	750
405,37	410	490	555	330	395	450	800
456,04	435	520	585	355	425	480	900
506,71	455	545	615	375	445	500	1000
633,39	495	590	665	405	485	545	1250
760,07	520	625	705	435	520	585	1500
886,74	545	650	735	455	545	615	1750
1013,42	560	665	750	470	560	630	2000
FACTORES DE CORRECCIÓN							
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes						Temperatura ambiente en °C
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	36-40
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	41-45
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	46-50
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	51-55
56-60	----	0,58	0,71	----	0,58	0,71	56-60
61-70	----	0,33	0,58	----	0,33	0,58	61-70
71-80	----	----	0,41	----	----	0,41	71-80

TABLA A.6

Tabla 250-95. Tamaño nominal mínimo de los conductores de tierra para canalizaciones y equipos

Capacidad o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc. (A)	Tamaño nominal mm <sup>2</sup> (AWG o kcmil)	
	Cable de cobre	Cable de aluminio
15	2,082 (14)	---
20	3,307 (12)	---
30	5,26 (10)	---
40	5,26 (10)	---
60	5,26 (10)	---
100	8,367 (8)	13,3 (6)
200	13,3 (6)	21,15 (4)
300	21,15 (4)	33,62 (2)
400	33,62 (2)	42,41 (1)
500	33,62 (2)	53,48 (1/0)
600	42,41 (1)	67,43 (2/0)
800	53,48 (1/0)	85,01 (3/0)
1000	67,43 (2/0)	107,2 (4/0)
1200	85,01 (3/0)	126,7 (250)
1600	107,2 (4/0)	177,3 (350)
2000	126,7 (250)	202,7 (400)
2500	177,3 (350)	304 (600)
3000	202,7 (400)	304 (600)
4000	253,4 (500)	405,37 (800)
5000	354,7 (700)	608 (1200)
6000	405,37 (800)	608 (1200)

Véase limitaciones a la instalación en 250-92(a)

**Nota:** Para cumplir lo establecido en 250-51, los conductores de tierra de los equipos podrían ser de mayor tamaño que lo especificado en este Tabla.

Ref. Tabla 250-95 NOM-001-SEDE-1999

TABLA A.7

Tabla 10-5 (continuación 1) Dimensiones de los conductores aislados y cables de aparatos

Tipo	Tamaño nominal		Diámetro aproximado mm	Área aproximada mm <sup>2</sup>
	mm <sup>2</sup>	AWG		
SF-2, SFF-2	0,8235	18	3,07	7,42
	1,307	16	3,38	8,97
	2,082	14	3,76	11,1
SF-1, SFF-1	0,8235	18	2,31	4,19
RFH-1, AF, XF, XFF	0,8235	18	2,69	5,16
AF, TF, TFF, XF, XFF	1,307	16	3,00	7,03
AF, XF, XFF	2,082	14	3,38	8,97
<b>Tipos: AF, RHH*, RHW*, RHW-2*, THW, THW-2, TFN, TFFN, THWN, THWN-2, XF, XFF</b>				
RHH*, RHW*, RHW-2* AF, XF, XFF RHH*, RHW*, RHW-2*	2,082	14	4,14	13,5
	3,307	12	4,62	16,8
	5,26	10	5,23	21,5
	8,367	8	6,76	35,9
TW, THHW, THHW-LS THW, THW-LS THW-2	2,082	14	3,38	8,97
	3,307	12	3,86	11,7
	5,6	10	4,47	15,7
	8,367	8	5,99	28,2
TW THW THW-LS THHW THHW-LS THW-2 RHH* RHW* RHW-2*	13,3	6	7,72	46,8
	21,15	4	8,94	62,8
	26,67	3	9,65	73,2
	33,62	2	10,5	86,0
	42,41	1	12,5	123
	53,48	1/0	13,5	143
	67,43	2/0	14,7	169
	85,01	3/0	16,0	201
	107,2	4/0	17,5	240
	126,67	250	19,4	297
152,01	300	20,8	341	
177,34	350	22,1	384	
202,68	400	23,3	427	
253,35	500	25,5	510	
304,02	600	28,3	628	
354,69	700	30,1	710	
380,03	750	30,9	752	
405,37	800	31,8	792	
456,04	900	33,4	875	
506,71	1000	34,8	954	
633,39	1250	39,1	1200	
760,07	1500	42,2	1400	
886,74	1750	45,1	1598	
1013,42	2000	47,8	1795	

**TABLA A.8**

Tabla 10-8. Propiedades de los conductores

Tamaño nominal		Conductores				Resistencia a la c.c. a 75°C		
		Alambres componentes		Dimensiones totales		Cobre		Aluminio
mm <sup>2</sup>	AWG kcmil	Cantida d	Diámetr o mm	Diámetr o mm	Área mm <sup>2</sup>	Sin estañar Ω/km	Estañado Ω/km	Ω/km
0,8235	18	1	1,02	1,02	0,82	25,5	26,5	
0,8235	18	7	0,381	1,17	1,07	26,1	27,7	
1,307	16	1	1,29	1,29	1,31	16,0	16,7	
1,307	16	7	0,483	1,47	1,70	16,4	17,4	
2,082	14	1	1,63	1,63	2,08	10,1	10,5	
2,082	14	7	0,61	1,85	2,70	10,3	10,7	
3,307	12	1	2,05	2,05	3,32	6,33	6,59	
3,307	12	7	0,762	2,34	4,29	6,50	6,73	
5,26	10	1	2,59	2,59	5,26	3,97	4,13	
5,26	10	7	0,965	2,95	6,82	4,07	4,23	
8,367	8	1	3,26	3,26	8,37	2,51	2,58	
8,367	8	7	1,24	3,71	10,8	2,55	2,65	
13,3	6	7	1,55	4,67	17,2	1,61	1,67	2,65
21,15	4	7	1,96	5,89	27,3	1,01	1,05	1,67
26,67	3	7	2,21	6,60	34,3	0,804	0,833	1,32
33,62	2	7	2,46	7,42	43,2	0,636	0,659	1,05
42,41	1	19	1,68	8,43	55,9	0,505	0,525	0,830
53,48	1/0	19	1,88	9,45	70,1	0,400	0,417	0,659
67,43	2/0	19	2,13	10,6	88,5	0,317	0,331	0,522
85,01	3/0	19	2,39	11,9	112	0,252	0,261	0,413
107,2	4/0	19	2,69	13,4	141	0,199	0,205	0,328
126,67	250	37	2,08	14,6	168	0,169	0,176	0,278
152,01	300	37	2,29	16,0	201	0,141	0,146	0,232
177,34	350	37	2,46	17,3	235	0,120	0,125	0,198
202,68	400	37	2,64	18,5	269	0,105	0,109	0,174
253,35	500	37	2,95	20,7	335	0,0846	0,0869	0,139
304,02	600	61	2,51	22,7	404	0,0702	0,0731	0,116
354,69	700	61	2,72	24,5	471	0,0604	0,0620	0,0994
380,03	750	61	2,82	25,3	505	0,0561	0,0577	0,0925
405,37	800	61	2,90	26,2	538	0,0528	0,0544	0,0869
456,04	900	61	3,10	27,8	606	0,0469	0,0482	0,0771
506,71	1000	61	3,25	29,3	672	0,0423	0,0433	0,0695
633,39	1250	91	2,97	32,7	842	0,0338	0,0348	0,0544
760,07	1500	91	3,25	35,9	1010	0,0281	0,0289	0,0462
886,74	1750	127	2,97	38,8	1180	0,0241	0,0248	0,0397
1013,42	2000	127	3,20	41,4	1350	0,021	0,0217	0,0348

Notas a la tabla 10-8: Estos valores de resistencia son válidos sólo para los parámetros indicados. Los valores varían para conductores de distinto cableado y sobre todo para otras temperaturas. La fórmula para otras temperaturas es:  
 $R_2 = R_1 [1 + \alpha (T_2 - 75)]$ , donde  $\alpha = 0,00323$  para el cobre y  $\alpha = 0,00330$  para el aluminio. Los conductores con cableado compacto y comprimido tienen aproximadamente un 9 y 3% menos de diámetro respectivamente de los conductores desnudos que aparecen en la Tabla.

**TABLA A.9**

Tabla 10 -1. Factores de relleno en tubo (conduit)

Número de conductores	Uno	Dos	Más de dos
Todos los tipos de conductores	53	31	40

Ref. Tabla 10-1 NOM-001-SEDE-1999

**TABLA A.10**

Tabla 10-4. Dimensiones de tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado y ligero y área disponible para los conductores (basado en la Tabla 10-1, Capítulo 10)

Tamaño nominal mm	Diámetro interior mm	Área interior total mm <sup>2</sup>	Área disponible para conductores mm <sup>2</sup>		
			Uno conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de dos conductores fr = 40%
16 (1/2)	15,8	196	103	60	78
21 (3/4)	20,9	344	181	106	137
27 (1)	26,6	557	294	172	222
35 (1-1/4)	35,1	965	513	299	387
41 (1-1/2)	40,9	1313	697	407	526
53 (2)	52,5	2165	1149	671	867
63 (2-1/2)	62,7	3089	1638	956	1236
78 (3)	77,9	4761	2523	1476	1904
91 (3-1/2)	90,1	6379	3385	1977	2555
103 (4)	102,3	8213	4349	2456	3282
129 (5)	128,2	12907	6440	4001	5163
155 (6)	154,1	18639	9879	5778	7456

Ref. Tabla 10-4 NOM-001-SEDE-1999

**TABLA A.11**

Tabla 220-11. Factores de demanda para alimentadores de cargas de alumbrado

Tipo de local	Parte de la carga de alumbrado a la que se aplica el factor de demanda (en VA)	Factor de demanda por ciento
Almacenes	Primeros 12500 o menos	100
	A partir de 12500	50
Hospitales*	Primeros 50000 o menos	40
	A partir de 50000	20
Hoteles y moteles, incluyendo los bloques de apartamentos sin cocina*	Primeros 20000 o menos	50
	De 20001 a 100000	40
	A partir de 100000	30
Unidades de vivienda	Primeros 3000 o menos	100
	De 3001 a 120000	35
	A partir de 120000	25
Todos los demás	Total VA	100

\* Los factores de demanda de esta Tabla no se aplican a la carga calculada de los alimentadores a las zonas de hospitales, hoteles y moteles en las que es posible que se deba utilizar todo el alumbrado al mismo tiempo, como quirófanos, comedores y salas de baile.

Ref. Tabla 220-11 NOM-001-SEDE-1999

**TABLA A.12**

Tabla 220-13. Factores de demanda para cargas de receptáculos en edificios no residenciales

Parte de la carga de receptáculos a la que se aplica el factor de demanda (VA)	Factor de demanda por ciento
Primeros 10 kVA o menos	100
A partir de 10 kVA	50

Ref. Tabla 220-13 NOM-001-SEDE-1999

**TABLA A.13**

Tabla 300-5. Profundidad mínima para sistemas hasta 600 V nominal (cm)

Lugar o método de alambrado o circuito	Método de alambrado o circuito				
	1 Cable directamente enterrado	2 Tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado	3 Canalización no-metálica listada para enterrarse directamente sin concreto ahogado u otra canalización aprobada para tal uso	4 Circuitos derivados residenciales hasta 127 V con protección ICFT y protección de sobrecorriente máxima de 20 A	5 Circuito de control para riego e iluminación exterior limitado a 30 V e instalado con cable tipo UF u otros cables o canalizaciones
Todas las condiciones no especificadas abajo	60	15	45	30	15
En zanjas protegidos por concreto de 5 cm de espesor o equivalente	45	15	30	15	15
Bajo edificios	0 (sólo en canalizaciones)	0	0	0 (sólo en canalizaciones)	0 (sólo en canalizaciones)
Bajo banqueta de concreto con espesor mínimo de 10 cm, extendiéndose 15 cm mínimo más allá de la instalación subterránea	45	10	10	15 (directamente enterrado) 10 (en canalizaciones)	15 (directamente enterrado) 10 (en canalizaciones)
Bajo arroyo	60	60	60	60	60
En entradas y estacionamientos para viviendas unifamiliares	45	45	45	30	45
En aeropuertos, en pistas y lugares adyacentes en donde se prohíba el paso	45	45	45	45	45

Ref. Tabla 300-5 NOM-001-SEDE-1999

TABLA A.14

Tabla 430-150. Corriente eléctrica a plena carga de motores trifásicos de c.a.

kW	CP	Motor de inducción Jaula de ardilla y rotor devanado (A)						Motor síncrono, con factor de potencia unitario (A)				
		V										
		115	200	208	230	460	575	2300	230	460	575	2300
0,373	1/2	4,4	2,5	2,4	2,2	1,1	0,9					
0,560	3/4	6,4	3,7	3,5	3,2	1,6	1,3					
0,746	1	8,4	4,8	4,6	4,2	2,1	1,7					
1,119	1-½	12,0	6,9	6,6	6,0	3,0	2,4					
1,49	2	13,6	7,8	7,5	6,8	3,4	2,7					
2,23	3		11,0	10,6	9,6	4,8	3,9					
3,73	5		17,5	16,7	15,2	7,6	6,1					
5,6	7-½		25,3	24,2	22	11	9					
6,46	10		32,2	30,8	28	14	11					
11,19	15		48,3	46,2	42	21	17					
14,92	20		62,1	59,4	54	27	22		53	26	21	
18,65	25		78,2	74,8	68	34	27					
22,38	30		92	88	80	40	32		63	32	26	
29,84	40		120	114	104	52	41		83	41	33	
37,3	50		150	143	130	65	52		104	52	42	
kW	CP	Motor de inducción Jaula de ardilla y rotor devanado (A)						Motor síncrono, con factor de potencia unitario (A)				
		V										
		115	200	208	230	460	575	2300	230	460	575	2300
44,76	60		177	169	154	77	62	16	123	61	49	12
55,95	75		221	211	192	96	77	20	155	78	62	15
74,60	100		285	273	248	124	99	26	202	101	81	20
93,25	125		359	343	312	156	125	31	253	126	101	25
119,9	150		414	396	360	180	144	37	302	151	121	30
149,2	200		552	528	480	240	192	49	400	201	161	40
186,5	250					302	242	60				
223,8	300					361	289	72				
261,1	350					414	336	83				
298,4	400					477	382	95				
335,7	450					515	412	103				
373	500					590	472	118				

Ref. Tabla 430-150 NOM-001-SEDE-1999



TABLA A.15

Tabla 430-152. Valor nominal máximo o ajuste para el dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado del motor

Por ciento de la corriente eléctrica a plena carga				
Tipo de motor	Fusible sin retardo de tiempo**	Fusible de dos elementos** (con retardo de tiempo)	Interruptor automático de disparo instantáneo	Interruptor automático de tiempo inverso*
Motores monofásicos	300	175	800	250
Motores de CA, polifásicos, que no sean de rotor devanado.				
Jaula de ardilla	300	175	800	250
Otros que no sean diseño E	300	175	1100	250
Diseño E				
Motores síncronos +	300	175	800	250
Rotor devanado	150	150	800	250
c.c. (tensión eléctrica constante)	150	150	250	150

Para ciertas excepciones a los valores especificados, véase 430-52 hasta 430-54.

\* Los valores dados en la última columna comprenden también las capacidades de los tipos no ajustables de tiempo inverso, los cuales pueden modificarse como se indica en 430-52.

\*\* Los valores en la columna para fusible sin retardo de tiempo aplican para fusibles Clase CC con retardo de tiempo.

+ Los motores síncronos de bajo par de arranque y baja velocidad (comúnmente 450 RPM o menos), como son los empleados para accionar compresores recíprocos, bombas, etc., que arrancan en vacío, no requieren una capacidad de fusible o un ajuste mayor a 200% de la corriente eléctrica a plena carga.

Ref. Tabla 430-152 NOM-001-SEDE-1999









EXFERINERÍA 18 DE MARZO

EDIFICIO		DATOS DEL LUMINARIO			SELECCIÓN DEL COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN											SELECCIÓN DEL FPL		RESULTADOS		CARGA LUMINICA EN W		DENSIDAD DE POTENCIA			
CLAVE ID	IX PROPUESTOS	CARACT DEL LUMINARIO	LUMENS/LAMP	LAMP/LUMINARIO	ANCHO	LARGO	ALTO	CP	CT	CL	AREA	RCL	RCT	RCP	CU	DLL	DPL	DPSL	FPL	NUM DE LUMINARIOS	IX REAL PROM	W POR LUMINARIO	W POR ÁREA	CALCULADO	NOM 007
EKPACA01	150	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	2	4,8	2,4	0,76	0	1,64	9,6	5,81	0	2,69	0,48	0,97	0,95	0,98	0,90307	1	183	42	42	4,38	16,0
EKPAST02	50	PAB18QFL00J 1x18W d=30.5 cm	1250	1	1,9	0,9	2,4	0,76	0	1,64	1,71	13,43	0	6,22	0,25	0,97	0,95	0,98	0,90307	1	165	18	18	10,53	16,0
EKPAOF03	300	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	3	5,9	2,4	0,76	0	1,64	17,7	4,12	0	1,91	0,56	0,97	0,95	0,98	0,90307	3	347	42	126	7,12	16,0
EKPAOF04	300	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	6,9	5,9	2,4	0,76	0	1,64	40,71	2,58	0	1,19	0,64	0,97	0,95	0,98	0,90307	6	345	42	252	6,19	16,0
EKPAOF05	300	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	6,2	9,8	2,4	0,76	0	1,64	60,76	2,16	0	1,00	0,66	0,97	0,95	0,98	0,90307	8	318	42	336	5,53	16,0
EKPAUM01	300	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	6,2	2,3	2,4	0,76	0	1,64	14,26	4,89	0	2,27	0,52	0,97	0,95	0,98	0,90307	3	400	42	126	8,84	16,0
EKPAST03a	50	2x13W T-4 GEMELOS CIRCULAR	900	2	3,1	8,3	2,4	0,76	0	1,64	25,73	3,63	0	1,68	0,34	0,87	0,95	0,98	0,80997	3	58	34	102	3,96	16,0
EKPAST03b	50	2x13W T-4 GEMELOS CIRCULAR	900	2	3	4	2,4	0,76	0	1,64	12	4,78	0	2,22	0,29	0,87	0,95	0,98	0,80997	2	70	34	68	5,67	16,0
EKPAST03c	50	1x24W T-4 REF ABIERTO SPOT	600	1	1,9	1,4	2,4	0,76	0	1,64	2,66	10,17	0	4,71	0,16	0,87	0,95	0,98	0,80997	2	58	24	48	18,05	16,0
EKPAST04	50	1x24W T-4 REF ABIERTO SPOT	600	1	2,9	2,2	2,4	0,76	0	1,64	6,38	6,55	0	3,04	0,19	0,87	0,95	0,98	0,80997	4	58	24	96	15,05	16,0
EKPAUM02	300	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	6,2	3,6	2,4	0,76	0	1,64	22,32	3,60	0	1,67	0,58	0,97	0,95	0,98	0,90307	4	380	42	168	7,53	15,0
EKPAOF06	300	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	12,6	5,9	2,4	0,76	0	1,64	74,34	2,04	0	0,95	0,67	0,97	0,95	0,98	0,90307	10	330	42	420	5,65	16,0
EKPAOF07	300	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	12,6	6	2,4	0,76	0	1,64	75,6	2,02	0	0,93	0,67	0,97	0,95	0,98	0,90307	10	324	42	420	5,56	16,0
EKPAOF08	300	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	6,2	3	2,4	0,76	0	1,64	18,6	4,06	0	1,88	0,56	0,97	0,95	0,98	0,90307	3	330	42	126	6,77	16,0
EKPAOF09	300	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	6,2	2,8	2,4	0,76	0	1,64	17,36	4,25	0	1,97	0,56	0,97	0,95	0,98	0,90307	3	354	42	126	7,26	16,0
EKPAOF10	330	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	6,4	6	2,4	0,76	0	1,64	38,4	2,65	0	1,23	0,63	0,97	0,95	0,98	0,90307	6	360	42	252	6,56	16,0
EKPAOF11	300	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	6,5	4	2,4	0,76	0	1,64	26	3,31	0	1,53	0,6	0,97	0,95	0,98	0,90307	4	338	42	168	6,46	16,0
EKPAOF12a	300	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	6,1	3	2,4	0,76	0	1,64	18,3	4,08	0	1,89	0,56	0,97	0,95	0,98	0,90307	3	336	42	126	6,89	16,0
EKPAOF12b	300	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	1,7	3,1	2,4	0,76	0	1,64	5,27	7,47	0	3,46	0,42	0,97	0,95	0,98	0,90307	1	291	42	42	7,97	16,0
EKPAST05	50	2x13W T-4 GEMELOS CIRCULAR	900	2	1,9	1,9	2,4	0,76	0	1,64	3,61	8,63	0	4,00	0,2	0,87	0,95	0,98	0,80997	1	81	34	34	9,42	16,0
EKPACO02	80	PAB18QFL00J 1x18W d=30.5 cm	1250	1	1,9	0,9	2,4	0,76	0	1,64	1,71	13,43	0	6,22	0,2	0,97	0,95	0,98	0,90307	1	132	18	18	10,53	15,0
EKPAAL01	200	PAB18QFL00J 1x18W d=30.5 cm	1250	1	1,9	0,9	2,4	0,76	0	1,64	1,71	13,43	0	6,22	0,27	0,97	0,95	0,98	0,90307	2	356	18	36	21,05	16,0
EKPAAR01	200	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	2,1	2	2,4	0,76	0	1,64	4,2	8,00	0	3,71	0,4	0,97	0,95	0,98	0,90307	1	348	42	42	10,00	16,0
EKPAOF13	300	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	7,5	5,7	2,4	0,76	0	1,64	42,75	2,53	0	1,17	0,64	0,97	0,95	0,98	0,90307	6	329	42	252	5,89	16,0
EKPAOF14	300	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	5	9	2,4	0,76	0	1,64	45	2,55	0	1,18	0,64	0,97	0,95	0,98	0,90307	6	312	42	252	5,60	16,0
EKPAOF15	300	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	12,6	11,9	2,4	0,76	0	1,64	149,94	1,34	0	0,62	0,71	0,97	0,95	0,98	0,90307	18	312	42	756	5,04	16,0
EKPAST06	50	1x24W T-4 REF ABIERTO SPOT	600	1	3,1	1,7	2,4	0,76	0	1,64	5,27	7,47	0	3,46	0,18	0,87	0,95	0,98	0,80997	3	50	24	72	13,66	16,0
EKPAOF16	300	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	12,6	5,9	2,4	0,76	0	1,64	74,34	2,04	0	0,95	0,67	0,97	0,95	0,98	0,90307	10	330	42	420	5,65	16,0
EKPAOF17	300	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	6,2	3,4	2,4	0,76	0	1,64	21,08	3,73	0	1,73	0,58	0,97	0,95	0,98	0,90307	3	302	42	126	5,98	16,0
EKPAES02	50	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	4,9	3,2	2,4	0,76	0	1,64	15,68	4,24	0	1,96	0,55	0,97	0,94	0,96	0,875328	1	124	42	42	2,68	16,0
EKPAP01	40	PAB18QFL00J 1x18W d=30.5 cm	1250	1	28,5	1,8	2,4	0,76	0	1,64	51,3	4,84	0	2,24	0,43	0,97	0,92	0,96	0,856704	5	45	18	90	1,75	1,8
EKPAP02	20	2x13W T-4 GEMELOS CIRCULAR	900	2	1,9	62,1	2,4	0,76	0	1,64	117,99	4,45	0	2,06	0,31	0,87	0,92	0,96	0,768384	6	22	34	204	1,73	1,8
EKPAOF18	300	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	6	4	2,4	0,76	0	1,64	24	3,42	0	1,58	0,59	0,97	0,95	0,98	0,90307	4	360	42	168	7,00	16,0
EKPAOF19	300	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	2,5	3,6	2,4	0,76	0	1,64	9	5,56	0	2,58	0,49	0,97	0,95	0,98	0,90307	2	398	42	84	9,33	16,0
EKPAR01	200	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	3,8	4,1	2,4	0,76	0	1,64	15,58	4,16	0	1,93	0,55	0,97	0,95	0,98	0,90307	2	258	42	84	5,39	16,0
EKPAOF20a	300	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	9,9	3,4	2,4	0,76	0	1,64	33,66	3,24	0	1,50	0,6	0,97	0,95	0,98	0,90307	5	326	42	210	6,24	16,0
EKPAOF20b	300	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	9,8	3,2	2,4	0,76	0	1,64	31,36	3,40	0	1,58	0,6	0,97	0,95	0,98	0,90307	5	350	42	210	6,70	16,0
EKPAOF21	300	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	9,9	5,9	2,4	0,76	0	1,64	58,41	2,22	0	1,03	0,66	0,97	0,95	0,98	0,90307	8	331	42	336	5,75	16,0
EKPACO03	80	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	1,6	2,6	2,4	0,76	0	1,64	4,16	8,28	0	3,84	0,39	0,97	0,95	0,98	0,90307	1	343	42	42	10,10	15,0
EKPAST07	50	2x13W T-4 GEMELOS CIRCULAR	900	2	1,6	2,6	2,4	0,76	0	1,64	4,16	8,28	0	3,84	0,21	0,87	0,95	0,98	0,80997	1	74	34	34	8,17	16,0
EKPAOF22	280	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	5,4	5,9	2,4	0,76	0	1,64	31,86	2,91	0	1,35	0,62	0,97	0,95	0,98	0,90307	4	285	42	168	5,27	16,0
EKPAOF23	300	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	2,9	5,7	2,4	0,76	0	1,64	16,53	4,27	0	1,98	0,55	0,97	0,95	0,98	0,90307	3	365	42	126	7,62	16,0
EKPAEN02	200	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	3,6	2	2,4	0,76	0	1,64	7,2	6,38	0	2,96	0,46	0,97	0,95	0,98	0,90307	1	234	42	42	5,83	16,0
EKPAST08	50	PAB18QFL00J 1x18W d=30.5 cm	1250	1	1,9	2	2,4	0,76	0	1,64	3,8	8,42	0	3,90	0,3	0,97	0,95	0,98	0,90307	1	89	18	18	4,74	16,0
EKPAES03	50	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	2,5	4	2,4	0,76	0	1,64	10	5,33	0	2,47	0,5	0,97	0,94	0,96	0,875328	1	177	42	42	4,20	16,0
EKPAOF24	300	3x14W T-5 ENC RAPIDO 60X60CM	1350	3	2,9	3,9	2,4	0,76	0	1,64	11,31	4,93	0	2,28	0,52	0,97	0,95	0,98	0,90307	2	336	42	84	7,43	16,0

WATTS TOTALES 47088  
 NÚMERO DE LUMINARIOS 1238

**APÉNDICE B.2 CUADROS DE CARGA**

**Edificio B**

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>TABLERO</td> <td>EB</td> <td>FACTOR DE POTENCIA</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>POTENCIA</td> <td>8482.00 W</td> <td>FACTOR DE TEMPERATURA</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>VOLTS</td> <td>220/127 V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I NOMINAL</td> <td>24.73 A</td> <td>INTERRUPTOR PRINCIPAL</td> <td>30 A 3 POLOS</td> </tr> <tr> <td>Ic1=</td> <td>30.92 A</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>																									TABLERO	EB	FACTOR DE POTENCIA	0.90	POTENCIA	8482.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00	VOLTS	220/127 V			I NOMINAL	24.73 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	30 A 3 POLOS	Ic1=	30.92 A																							
TABLERO	EB	FACTOR DE POTENCIA	0.90																																																														
POTENCIA	8482.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00																																																														
VOLTS	220/127 V																																																																
I NOMINAL	24.73 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	30 A 3 POLOS																																																														
Ic1=	30.92 A																																																																
$\Delta V$ MAX =3.00%																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th rowspan="2">CTO</th> <th rowspan="2">POLOS</th> <th rowspan="2">ITM</th> <th rowspan="2">64</th> <th rowspan="2">26</th> <th rowspan="2">200</th> <th colspan="3">CARGA INSTALADA</th> <th colspan="3">CALCULO DE CORRIENTES</th> <th colspan="5">CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE</th> <th colspan="5">CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>In</th> <th>Ic1</th> <th>Ic2</th> <th>F.T</th> <th>F.A</th> <th>F.P</th> <th>V</th> <th>L</th> <th>CALIBRE</th> <th>TIERRA</th> <th>DIAM</th> <th><math>\Delta V</math></th> <th>%R</th> <th><math>\Delta V</math> MAX</th> <th>CALIBRE</th> <th>TIERRA</th> </tr> </table>																									CTO	POLOS	ITM	64	26	200	CARGA INSTALADA			CALCULO DE CORRIENTES			CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE					CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE					A	B	C	In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	TIERRA	DIAM	$\Delta V$	%R	$\Delta V$ MAX	CALIBRE	TIERRA
CTO	POLOS	ITM	64	26	200	CARGA INSTALADA			CALCULO DE CORRIENTES			CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE					CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE																																																
						A	B	C	In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	TIERRA	DIAM	$\Delta V$	%R	$\Delta V$ MAX	CALIBRE	TIERRA																																									
1	1	15	4	4		360.00	0.00	0.00	3.15	3.94	3.94	1.00	1.00	0.90	127	19	12	14	2.082	0.72	0.57	3.00	12	14																																									
3	1	15	6	1		0.00	410.00	0.00	3.59	4.48	4.48	1.00	1.00	0.90	127	15	12	14	2.082	0.65	0.51	3.00	12	14																																									
5	1	20	8			0.00	0.00	512.00	4.48	5.60	7.00	1.00	0.80	0.90	127	23	12	14	2.082	1.25	0.98	3.00	12	14																																									
7	1	20			6	1200.00	0.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	11	10	12	3.307	0.88	0.69	3.00	10	12																																									
9	1	20			6	0.00	1200.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	10	10	12	3.307	0.80	0.63	3.00	10	12																																									
11	1	20			6	0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	26	10	12	3.307	2.08	1.63	3.00	10	12																																									
2	1	20			6	1200.00	0.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	26	10	12	3.307	2.08	1.63	3.00	10	12																																									
4	1	20			6	0.00	1200.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	18	10	12	3.307	1.44	1.13	3.00	10	12																																									
6	1	20			6	0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	18	10	12	3.307	1.44	1.13	3.00	10	12																																									
						2760.00	2810.00	2912.00																																																									
DES% 5.22																																																																	

**Regulados Edificio B**

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>TABLERO</td> <td>REB</td> <td>FACTOR DE POTENCIA</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>POTENCIA</td> <td>3600.00 W</td> <td>FACTOR DE TEMPERATURA</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>VOLTS</td> <td>220/127 V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I NOMINAL</td> <td>10.50 A</td> <td>INTERRUPTOR PRINCIPAL</td> <td>15 A 3 POLOS</td> </tr> <tr> <td>Ic1=</td> <td>13.12 A</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>																									TABLERO	REB	FACTOR DE POTENCIA	0.90	POTENCIA	3600.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00	VOLTS	220/127 V			I NOMINAL	10.50 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	15 A 3 POLOS	Ic1=	13.12 A																					
TABLERO	REB	FACTOR DE POTENCIA	0.90																																																												
POTENCIA	3600.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00																																																												
VOLTS	220/127 V																																																														
I NOMINAL	10.50 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	15 A 3 POLOS																																																												
Ic1=	13.12 A																																																														
$\Delta V$ MAX =3.00%																																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th rowspan="2">CTO</th> <th rowspan="2">POLOS</th> <th rowspan="2">ITM</th> <th rowspan="2">200</th> <th colspan="3">CARGA INSTALADA</th> <th colspan="3">CALCULO DE CORRIENTES</th> <th colspan="5">CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE</th> <th colspan="5">CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>In</th> <th>Ic1</th> <th>Ic2</th> <th>F.T</th> <th>F.A</th> <th>F.P</th> <th>V</th> <th>L</th> <th>CALIBRE</th> <th>TIERRA</th> <th>DIAM</th> <th><math>\Delta V</math></th> <th>%R</th> <th><math>\Delta V</math> MAX</th> <th>CALIBRE</th> <th>TIERRA</th> </tr> </table>																									CTO	POLOS	ITM	200	CARGA INSTALADA			CALCULO DE CORRIENTES			CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE					CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE					A	B	C	In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	TIERRA	DIAM	$\Delta V$	%R	$\Delta V$ MAX	CALIBRE	TIERRA
CTO	POLOS	ITM	200	CARGA INSTALADA			CALCULO DE CORRIENTES			CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE					CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE																																																
				A	B	C	In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	TIERRA	DIAM	$\Delta V$	%R	$\Delta V$ MAX	CALIBRE	TIERRA																																									
1	1	20	6	1200.00	0.00	0.00	10.50	13.12	13.12	1.00	1.00	0.90	127	15	10	14	3.307	1.20	0.94	3.00	10	14																																									
3	1	20	6	0.00	1200.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	8	10	14	3.307	0.64	0.50	3.00	10	14																																									
5	1	20	6	0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	11	10	14	3.307	0.88	0.69	3.00	10	14																																									
				1200.00	1200.00	1200.00																																																									
DES% 0.00																																																															

**Edificio C**

<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>TABLERO</td> <td>EC</td> <td>FACTOR DE POTENCIA</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>POTENCIA</td> <td>11272.00 W</td> <td>FACTOR DE TEMPERATURA</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>VOLTS</td> <td>220/127 V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I NOMINAL</td> <td>32.868 A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ic1</td> <td>41.085 A</td> <td>INTERRUPTOR PRINCIPAL</td> <td>50 A 3 POLOS</td> </tr> </table>																				TABLERO	EC	FACTOR DE POTENCIA	0.90	POTENCIA	11272.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00	VOLTS	220/127 V			I NOMINAL	32.868 A			Ic1	41.085 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	50 A 3 POLOS	CARGA INSTALADA										CALCULO DE CORRIENTES					CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE				CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE			
TABLERO	EC	FACTOR DE POTENCIA	0.90																																																											
POTENCIA	11272.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00																																																											
VOLTS	220/127 V																																																													
I NOMINAL	32.868 A																																																													
Ic1	41.085 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	50 A 3 POLOS																																																											
CTO	POLOS	ITM	18	26	24	42	200	A	B	C	In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	TIERRA	DIAM	%R	ΔV	CALIBRE	TIERRA																																					
											In*1.25	Ic1/(FT*FA)										MAX																																								
1	1	15					10	11			702.00	0.00	0.00	6.14	7.68	9.60	1.00	0.80	0.90	127	30	12	14	2.082	1.75	3.00	12	14																																		
3	1	15	2								0.00	734.00	0.00	6.42	8.03	10.03	1.00	0.80	0.90	127	30	12	14	2.082	1.83	3.00	12	14																																		
5	1	15									0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	15	10	12	3.307	0.94	3.00	10	12																																		
7	1	15									1000.00	0.00	0.00	8.75	10.94	13.67	1.00	0.80	0.90	127	18	10	12	3.307	0.94	3.00	10	12																																		
9	1	20									0.00	1200.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	27	10	12	3.307	1.70	3.00	10	12																																		
11	1	20									0.00	0.00	800.00	7.00	8.75	10.94	1.00	0.80	0.90	127	21	10	12	3.307	0.88	3.00	10	12																																		
2	1	15	15								270.00	0.00	0.00	2.36	2.95	3.69	1.00	0.80	0.90	127	23	12	14	2.082	0.52	3.00	12	14																																		
4	1	15	2								0.00	566.00	0.00	4.95	6.19	7.74	1.00	0.80	0.90	127	33	12	14	2.082	1.56	3.00	12	14																																		
6	1	15									0.00	0.00	600.00	5.25	6.56	8.20	1.00	0.80	0.90	127	30	10	14	3.307	0.94	3.00	10	12																																		
8	1	20									800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	10.94	1.00	0.80	0.90	127	26	10	12	3.307	1.09	3.00	10	12																																		
10	1	20									0.00	1400.00	0.00	12.25	15.31	19.14	1.00	0.80	0.90	127	13	10	12	3.307	0.95	3.00	10	12																																		
12	1	20									0.00	0.00	1000.00	8.75	10.94	13.67	1.00	0.80	0.90	127	20	10	12	3.307	1.05	3.00	10	12																																		
14	1	20									1000.00	0.00	0.00	8.75	10.94	13.67	1.00	0.80	0.90	127	28	10	12	3.307	1.47	3.00	10	12																																		
								3772.00	3900.00	3600.00																																																				
DES%											7.69																																																			

**Regulados Edificio C**

<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>TABLERO</td> <td>REG EC</td> <td>FACTOR DE POTENCIA</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>POTENCIA</td> <td>6600 W</td> <td>FACTOR DE TEMPERATURA</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>VOLTS</td> <td>220/127 V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I NOMINAL</td> <td>19.245 A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ic1</td> <td>24.056 A</td> <td>INTERRUPTOR PRINCIPAL</td> <td>30 A 3 POLOS</td> </tr> </table>																				TABLERO	REG EC	FACTOR DE POTENCIA	0.90	POTENCIA	6600 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00	VOLTS	220/127 V			I NOMINAL	19.245 A			Ic1	24.056 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	30 A 3 POLOS	CARGA INSTALADA						CALCULO DE CORRIENTES					CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE				CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE			
TABLERO	REG EC	FACTOR DE POTENCIA	0.90																																																							
POTENCIA	6600 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00																																																							
VOLTS	220/127 V																																																									
I NOMINAL	19.245 A																																																									
Ic1	24.056 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	30 A 3 POLOS																																																							
CTO	POLOS	ITM	200	A	B	C	In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	TIERRA	DIAM	%R	ΔV	CALIBRE	TIERRA																																					
								In*1.25	Ic1/(FT*FA)										MAX																																							
1	1	20	6	1200.00	0.00	0.00	10.50	13.12	13.12	1.00	1.00	0.90	127	30	10	12	3.307	1.89	3.00	10	12																																					
3	1	20	7	0.00	1400.00	0.00	12.25	15.31	19.14	1.00	0.80	0.90	127	13	10	12	3.307	0.95	3.00	10	12																																					
5	1	20	5	0.00	0.00	1000.00	8.75	10.94	13.67	1.00	0.80	0.90	127	16	10	12	3.307	0.84	3.00	10	12																																					
2	1	20	5	1000.00	0.00	0.00	8.75	10.94	13.67	1.00	0.80	0.90	127	23	10	12	3.307	1.20	3.00	10	12																																					
4	1	20	4	0.00	800.00	0.00	7.00	8.75	10.94	1.00	0.80	0.90	127	22	10	12	3.307	0.92	3.00	10	12																																					
6	1	20	6	0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	20	10	12	3.307	1.26	3.00	10	12																																					
				2200.00	2200.00	2200.00																																																				
DES%							0.00																																																			



### Tablero Principal Edificios B y C

TABLERO PRIN C Y B POTENCIA 29954.00 W VOLTS 220/127 V I NOMINAL 87.343 A Ic1 109.179 A		FACTOR DE POTENCIA 0.90 FACTOR DE TEMPERATURA 1.00 INTERRUPTOR PRINCIPAL 125 A 3 POLOS		$\Delta V$ MAX = 3.00%																			
CTO	POLOS	CARGA INSTALADA	CALCULO DE CORRIENTES						CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE					CALCULO DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA			CALCULO DE LA CAIDA DE TENSION TOTAL EN EL ALIMENTADOR			CALCULO DEL TUBO			
			In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	mm <sup>2</sup>	# cond	INTERRUPTOR AMP	CALIBRE	HILOS	mm <sup>2</sup>	C.MAX EN TAB	CAIDA CTO	CAIDA TOTAL	SECC. DEL COND. CON AISL. THWLS	MM <sup>2</sup> TOTALES	TUBO SEGUN TABLA 10-4
EB	3	8482.00	24.733	30.916	38.645	1.00	0.80	0.90	220	45	4	21.15	4	30	6	7	17.2	1.83	0.829	2.659	62.8	268.4	1 1/4'
REB	3	3600.00	10.497	13.122	16.402	1.00	0.80	0.90	220	50	8	8.367	4	20	10	7	6.82	1.63	0.988	2.618	28.2	119.62	1'
EC	3	11272.00	32.868	41.085	51.356	1.00	0.80	0.90	220	26	6	13.3	4	40	10	7	6.82	1.83	1.012	2.842	46.8	194.02	1'
REC	3	6600.00	19.245	24.056	30.070	1.00	0.80	0.90	220	26	8	8.367	4	30	8	7	10.8	1.89	0.942	2.832	28.2	123.6	1'

### Edificio E

TABLERO 1EEPB POTENCIA 17610.00 W VOLTS 220/127 V I NOMINAL 51.35 A Ic1 64.19 A		FACTOR DE POTENCIA 0.90 FACTOR DE TEMPERATURA 1.00 INTERRUPTOR PRINCIPAL 70 3 POLOS		$\Delta V$ MAX =3.00% MAX=3.00%																								
CTO	POLOS	ITM	26	24	42	32	200	CARGA INSTALADA			CALCULO DE CORRIENTES					CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE					CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE							
								A	B	C	In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	TIERRA	DIAM	$\Delta V$	%R	$\Delta V$ MAX	CALIBRE	TIERRA		
1	1	15	1		10			446.00	0.00	0.00	3.90	4.88	6.97	1.00	0.70	0.90	127	29	12	14	2.082	1.37	1.08	3.00	12	14		
3	1	15			12	4		0.00	632.00	0.00	5.53	6.91	9.87	1.00	0.70	0.90	127	27	12	14	2.082	1.81	1.42	3.00	12	14		
5	1	15			12			0.00	0.00	504.00	4.41	5.51	7.87	1.00	0.70	0.90	127	19	12	14	2.082	1.01	0.80	3.00	12	14		
7	1	20					6	1200.00	0.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	28	10	12	3.307	2.24	1.76	3.00	10	12		
9	1	20					6	0.00	1200.00	0.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	11	10	12	3.307	0.88	0.69	3.00	10	12		
11	1	20					6	0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	26	10	12	3.307	2.08	1.63	3.00	10	12		
13	1	20					7	1400.00	0.00	0.00	12.25	15.31	21.87	1.00	0.70	0.90	127	32	10	12	3.307	2.98	2.35	3.00	10	12		
15	1	20					6	0.00	1200.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	40	10	12	3.307	3.19	2.51	3.00	10	12		
17	1	20					6	0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	32	10	12	3.307	2.55	2.01	3.00	10	12		
2	1	15	10	4	2	1		472.00	0.00	0.00	4.13	5.16	7.37	1.00	0.70	0.90	127	18.8	12	14	2.082	0.94	0.74	3.00	12	14		
4	1	15						0.00	378.00	0.00	3.31	4.13	5.91	1.00	0.70	0.90	127	32	12	14	2.082	1.28	1.01	3.00	12	14		
6	1	15						0.00	0.00	378.00	3.31	4.13	5.91	1.00	0.70	0.90	127	44	12	14	2.082	1.76	1.39	3.00	12	14		
8	1	20					6	1200.00	0.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	16	10	12	3.307	1.28	1.01	3.00	10	12		
10	1	20					7	0.00	1400.00	0.00	12.25	15.31	21.87	1.00	0.70	0.90	127	23	10	12	3.307	2.14	1.69	3.00	10	12		
12	1	20					6	0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	18	10	12	3.307	1.44	1.13	3.00	10	12		
14	1	20					6	1200.00	0.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	27	10	12	3.307	2.16	1.70	3.00	10	12		
16	1	20					6	0.00	1200.00	0.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	22	10	12	3.307	1.76	1.38	3.00	10	12		
18	1	20					6	0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	45	10	12	3.307	3.59	2.55	3.00	10	12		
								5918.00	6010.00	5682.00																		
								DES%		5.46																		

<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>TABLERO</td> <td>2EEPB</td> <td>FACTOR DE POTENCIA</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>POTENCIA</td> <td>8188.00 W</td> <td>FACTOR DE TEMPERATURA</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>VOLTS</td> <td>220/127 V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I NOMINAL</td> <td>23.88 A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ic1</td> <td>29.84 A</td> <td>INTERRUPTOR PRINCIPAL</td> <td>30 A 3 POLOS</td> </tr> </table>																				TABLERO	2EEPB	FACTOR DE POTENCIA	0.90	POTENCIA	8188.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00	VOLTS	220/127 V			I NOMINAL	23.88 A			Ic1	29.84 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	30 A 3 POLOS					ΔV		MAX=3.00%	
TABLERO	2EEPB	FACTOR DE POTENCIA	0.90																																												
POTENCIA	8188.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00																																												
VOLTS	220/127 V																																														
I NOMINAL	23.88 A																																														
Ic1	29.84 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	30 A 3 POLOS																																												
			CARGA INSTALADA			CALCULO DE CORRIENTES						CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE			CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE																																
CTO	POLOS	ITM				A	B	C	In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	TIERRA	DIAM	%R	ΔV	CALIBRE	TIERRA																								
			26	24	42				In*1.25	Ic1/(FT*FA)										MAX																											
1	1	15			16	672.00	0.00	0.00	5.88	7.35	7.35	1.00	1.00	0.90	127	25.3	12	14	2.082	1.42	3.00	12	14																								
3	1	15			12	0.00	504.00	0.00	4.41	5.51	6.89	1.00	0.80	0.90	127	37	12	14	2.082	1.55	3.00	12	14																								
5	1	15	9			0.00	0.00	234.00	2.05	2.56	3.20	1.00	0.80	0.90	127	25.5	12	14	2.082	0.50	3.00	12	14																								
7	1	20			6	1200.00	0.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	18	10	12	3.307	1.13	3.00	10	12																								
9	1	20			6	0.00	1200.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	30	10	12	3.307	1.89	3.00	10	12																								
11	1	20			6	0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	40	10	12	3.307	2.51	3.00	10	12																								
2	1	15	10			260.00	0.00	0.00	2.27	2.84	3.55	1.00	0.80	0.90	127	22	12	14	2.082	0.48	3.00	12	14																								
4	1	15			11	0.00	462.00	0.00	4.04	5.05	6.32	1.00	0.80	0.90	127	27	12	14	2.082	1.04	3.00	12	14																								
6	1	20			6	0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	13.12	1.00	1.00	0.90	127	22	10	12	3.307	1.38	3.00	10	12																								
8	1	20			4	800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	10.94	1.00	0.80	0.90	127	25	10	12	3.307	1.05	3.00	10	12																								
10	1	15			19	0.00	456.00	0.00	3.99	4.99	4.99	1.00	1.00	0.90	127	25	12	14	2.082	0.95	3.00	12	14																								
						2932.00	2622.00	2634.00																																							
DES%									10.57																																						

<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>TABLERO</td> <td>EEAUD</td> <td>FACTOR DE POTENCIA</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>POTENCIA</td> <td>4096.00 W</td> <td>FACTOR DE TEMPERATURA</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>VOLTS</td> <td>220/127 V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I NOMINAL</td> <td>11.94 A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ic1</td> <td>14.93 A</td> <td>INTERRUPTOR PRINCIPAL</td> <td>15 A 3 POLOS</td> </tr> </table>																				TABLERO	EEAUD	FACTOR DE POTENCIA	0.90	POTENCIA	4096.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00	VOLTS	220/127 V			I NOMINAL	11.94 A			Ic1	14.93 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	15 A 3 POLOS					ΔV		MAX=3.00%	
TABLERO	EEAUD	FACTOR DE POTENCIA	0.90																																												
POTENCIA	4096.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00																																												
VOLTS	220/127 V																																														
I NOMINAL	11.94 A																																														
Ic1	14.93 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	15 A 3 POLOS																																												
			CARGA INSTALADA			CALCULO DE CORRIENTES						CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE			CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE																																
CTO	POLOS	ITM				A	B	C	In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	TIERRA	DIAM	%R	ΔV	CALIBRE	TIERRA																								
			26	42	200				In*1.25	Ic1/(FT*FA)										MAX																											
1	1	15	4	2		188.00	0.00	0.00	1.64	2.06	2.94	1.00	0.70	0.90	127	25	12	14	2.082	0.39	3.00	12	14																								
3	1	15		4		0.00	168.00	0.00	1.47	1.84	2.62	1.00	0.70	0.90	127	12	12	14	2.082	0.17	3.00	12	14																								
5	1	15	3			0.00	0.00	78.00	0.68	0.85	1.22	1.00	0.70	0.90	127	16	12	14	2.082	0.10	3.00	12	14																								
7	1	15			5	1000.00	0.00	0.00	8.75	10.94	15.62	1.00	0.70	0.90	127	27	10	12	3.307	1.41	3.00	10	12																								
9	1	15			3	0.00	600.00	0.00	5.25	6.56	9.37	1.00	0.70	0.90	127	19	10	12	3.307	0.60	3.00	10	12																								
11	1	15			6	0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	10	10	12	3.307	0.63	3.00	10	12																								
2	1	15		3		126.00	0.00	0.00	1.10	1.38	1.97	1.00	0.70	0.90	127	9	12	14	2.082	0.09	3.00	12	14																								
4	1	15	2			0.00	52.00	0.00	0.45	0.57	0.81	1.00	0.70	0.90	127	15	12	14	2.082	0.06	3.00	12	14																								
6	1	15		2		0.00	0.00	84.00	0.73	0.92	1.31	1.00	0.70	0.90	127	13	12	14	2.082	0.09	3.00	12	14																								
10	1	15			3	0.00	600.00	0.00	5.25	6.56	9.37	1.00	0.70	0.90	127	19	10	12	3.307	0.60	3.00	10	12																								
						1314.00	1420.00	1362.00																																							
DES%									7.46																																						

<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>TABLERO</td> <td>EPPA</td> <td>FACTOR DE POTENCIA</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>POTENCIA</td> <td>9874.00 W</td> <td>FACTOR DE TEMPERATURA</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>VOLTS</td> <td>220/127 V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I NOMINAL</td> <td>28.79 A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ic1</td> <td>35.99 A</td> <td>INTERRUPTOR PRINCIPAL</td> <td>40 A 3 POLOS</td> </tr> </table>																								TABLERO	EPPA	FACTOR DE POTENCIA	0.90	POTENCIA	9874.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00	VOLTS	220/127 V			I NOMINAL	28.79 A			Ic1	35.99 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	40 A 3 POLOS
TABLERO	EPPA	FACTOR DE POTENCIA	0.90																																								
POTENCIA	9874.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00																																								
VOLTS	220/127 V																																										
I NOMINAL	28.79 A																																										
Ic1	35.99 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	40 A 3 POLOS																																								
ΔV MAX =3.00%																																											
CARGA INSTALADA							CALCULO DE CORRIENTES							CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE					CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE																								
CTO	POLOS	ITM	⊗	⊘	□	▬	A	B	C	In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	TIERRA	DIAM	%R	ΔV MAX	CALIBRE	TIERRA																			
			26	24	42	32					In*1.25	Ic1/(FT*FA)																															
1	1	15	1	5	12		650.00	0.00	0.00	5.69	7.11	7.11	1.00	1.00	0.90	127	20	12	14	2.082	1.08	3.00	12	14																			
3	1	15		5	8	1	0.00	488.00	0.00	4.27	5.34	6.67	1.00	0.80	0.90	127	39.5	12	14	2.082	1.61	3.00	12	14																			
5	1	15	16				0.00	0.00	416.00	3.64	4.55	5.69	1.00	0.80	0.90	127	31	12	14	2.082	1.07	3.00	12	14																			
7	1	15					1200.00	0.00	0.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	26	10	12	3.307	1.63	3.00	10	12																			
9	1	15					0.00	1200.00	0.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	15	10	12	3.307	0.94	3.00	10	12																			
11	1	15					0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	35	10	12	3.307	2.20	3.00	10	12																			
2	1	15			12		504.00	0.00	0.00	4.41	5.51	6.89	1.00	0.80	0.90	127	26	12	14	2.082	1.09	3.00	12	14																			
4	1	15	10				0.00	416.00	0.00	3.64	4.55	5.69	1.00	0.80	0.90	127	31	12	14	2.082	1.07	3.00	12	14																			
6	1	20					8	0.00	1600.00	14.00	17.50	21.87	1.00	0.80	0.90	127	23	10	12	3.307	1.93	3.00	10	12																			
8	1	15					5	1000.00	0.00	8.75	10.94	13.67	1.00	0.80	0.90	127	30	10	12	3.307	1.57	3.00	10	12																			
10	1	15					6	0.00	1200.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	25	10	12	3.307	1.57	3.00	10	12																			
							3354.00	3304.00	3216.00																																		
DES% 4.11																																											

**Regulados Edificio E**

<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>TABLERO</td> <td>REE</td> <td>FACTOR DE POTENCIA</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>POTENCIA</td> <td>7200.00 W</td> <td>FACTOR DE TEMPERATURA</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>VOLTS</td> <td>220/127 V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I NOMINAL</td> <td>20.99 A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ic1</td> <td>26.24 A</td> <td>INTERRUPTOR PRINCIPAL</td> <td>30 A 3 POLOS</td> </tr> </table>																								TABLERO	REE	FACTOR DE POTENCIA	0.90	POTENCIA	7200.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00	VOLTS	220/127 V			I NOMINAL	20.99 A			Ic1	26.24 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	30 A 3 POLOS
TABLERO	REE	FACTOR DE POTENCIA	0.90																																								
POTENCIA	7200.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00																																								
VOLTS	220/127 V																																										
I NOMINAL	20.99 A																																										
Ic1	26.24 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	30 A 3 POLOS																																								
ΔV MAX =3.00%																																											
CARGA INSTALADA							CALCULO DE CORRIENTES							CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE					CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE																								
CTO	POLOS	ITM	⊗	A	B	C	In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	TIERRA	DIAM	%R	ΔV MAX	CALIBRE	TIERRA																						
			200					In*1.25	Ic1/(FT*FA)																																		
1	1	20	6	1200.00	0.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	30	10	12	3.307	1.89	3.00	10	12																						
3	1	20	6	0.00	1200.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	13	10	12	3.307	0.82	3.00	10	12																						
5	1	20	6	0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	23	10	12	3.307	1.45	3.00	10	12																						
2	1	20	6	1200.00	0.00	0.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	23	10	12	3.307	1.45	3.00	10	12																						
4	1	20	6	0.00	1200.00	0.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	15	10	12	3.307	0.94	3.00	10	12																						
6	1	20	6	0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	13	10	12	3.307	0.82	3.00	10	12																						
				2400.00	2400.00	2400.00																																					
DES% 0.00																																											

<table border="1"> <tr> <td>TABLERO</td> <td>2REE</td> <td>FACTOR DE POTENCIA</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>POTENCIA</td> <td>9600.00 W</td> <td>FACTOR DE TEMPERATURA</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>VOLTS</td> <td>220/127 V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I NOMINAL</td> <td>27.99 A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ic1</td> <td>34.99 A</td> <td>INTERRUPTOR PRINCIPAL</td> <td>40 A 3 POLOS</td> </tr> </table>																				TABLERO	2REE	FACTOR DE POTENCIA	0.90	POTENCIA	9600.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00	VOLTS	220/127 V			I NOMINAL	27.99 A			Ic1	34.99 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	40 A 3 POLOS	ΔV MAX =3.00%	
TABLERO	2REE	FACTOR DE POTENCIA	0.90																																						
POTENCIA	9600.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00																																						
VOLTS	220/127 V																																								
I NOMINAL	27.99 A																																								
Ic1	34.99 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	40 A 3 POLOS																																						
CARGA INSTALADA				CALCULO DE CORRIENTES										CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE			CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE																								
CTO	POLOS	ITM	Ø	A	B	C	In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	TIERRA	DIAM	%R	ΔV MAX	CALIBRE	TIERRA																				
			200					In*1.25	Ic1/(FT*FA)																																
1	1	20	5	1000.00	0.00	0.00	8.75	10.94	15.62	1.00	0.70	0.90	127	12	10	12	3.307	0.63	3.00	10	12																				
3	1	20	4	0.00	800.00	0.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	28	10	12	3.307	1.17	3.00	10	12																				
5	1	20	3	0.00	0.00	600.00	5.25	6.56	9.37	1.00	0.70	0.90	127	9	10	12	3.307	0.28	3.00	10	12																				
7	1	20	6	1200.00	0.00	0.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	20	10	12	3.307	1.26	3.00	10	12																				
9	1	20	6	0.00	1200.00	0.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	26	10	12	3.307	1.63	3.00	10	12																				
11	1	20	6	0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	34	10	12	3.307	2.14	3.00	10	12																				
2	1	20	5	1000.00	0.00	0.00	8.75	10.94	15.62	1.00	0.70	0.90	127	30	10	12	3.307	1.57	3.00	10	12																				
4	1	20	6	0.00	1200.00	0.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	20	10	12	3.307	1.26	3.00	10	12																				
6	1	20	7	0.00	0.00	1400.00	12.25	15.31	15.31	1.00	1.00	0.90	127	19	10	12	3.307	1.39	3.00	10	12																				
				3200.00	3200.00	3200.00																																			
DES%							0.00																																		

General Regulados Edificio E

<table border="1"> <tr> <td>TABLERO</td> <td>GREE</td> <td>FACTOR DE POTENCIA</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>POTENCIA</td> <td>16800.00 W</td> <td>FACTOR DE TEMPERATURA</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>VOLTS</td> <td>220.000 V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I NOMINAL</td> <td>48.987 A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ic1</td> <td>61.234 A</td> <td>INTERRUPTOR PRINCIPAL</td> <td>70 A 3 POLOS</td> </tr> </table>																				TABLERO	GREE	FACTOR DE POTENCIA	0.90	POTENCIA	16800.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00	VOLTS	220.000 V			I NOMINAL	48.987 A			Ic1	61.234 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	70 A 3 POLOS	ΔV MAX = 3.00 %	
TABLERO	GREE	FACTOR DE POTENCIA	0.90																																						
POTENCIA	16800.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00																																						
VOLTS	220.000 V																																								
I NOMINAL	48.987 A																																								
Ic1	61.234 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	70 A 3 POLOS																																						
CARGA			CALCULO DE CORRIENTES										CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE				CALCULO DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA			CALCULO DE LA CAIDA DE TENSION TOTAL EN EL ALIMENTADOR			CALCULO DEL TUBO																		
CTO	POLOS	INSTALADA	In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	mm^2	# cond	INTERRUPTOR AMP	CALIBRE	HILOS	mm^2	C.MAX EN TAB	CAIDA CTO	CAIDA TOTAL	SECC. DEL COND. CON AISL. THWLS	MM^2 TOTALES	TUBO SEGUN TABLA 10-4																		
TREE	3	7200.00	20.995	26.243	32.804	1.00	0.80	0.90	220	47	4	21.15	4	30	6	7	17.2	1.89	0.735	2.625	62.8	268.4	1 1/4'																		
T2REE	3	9600.00	27.993	34.991	43.739	1.00	0.80	0.90	220	32	4	21.15	4	40	8	7	10.8	2.14	0.667	2.907	62.8	262	1 1/4'																		

**Tablero Principal Edificio E**

<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>TABLERO</td> <td>PRIN.EE</td> <td>FACTOR DE POTENCIA</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>POTENCIA</td> <td>56568.00 W</td> <td>FACTOR DE TEMPERATURA</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>VOLTS</td> <td>220/127 V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I NOMINAL</td> <td>164.947 A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ic1</td> <td>206.184 A</td> <td>INTERRUPTOR PRINCIPAL</td> <td>225A 3 POLOS</td> </tr> </table>															TABLERO	PRIN.EE	FACTOR DE POTENCIA	0.90	POTENCIA	56568.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00	VOLTS	220/127 V			I NOMINAL	164.947 A			Ic1	206.184 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	225A 3 POLOS	ΔV MAX = 3.00%				
TABLERO	PRIN.EE	FACTOR DE POTENCIA	0.90																																				
POTENCIA	56568.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00																																				
VOLTS	220/127 V																																						
I NOMINAL	164.947 A																																						
Ic1	206.184 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	225A 3 POLOS																																				
CTO	POLOS	INSTALADA	CARGA								CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE				CALCULO DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA			CALCULO DE LA CAIDA DE TENSION TOTAL EN EL ALIMENTADOR			CALCULO DEL TUBO																		
			In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	mm <sup>2</sup>	# cond	INTERRUPTOR AMP	CALIBRE	HILOS	mm <sup>2</sup>	C.MAX EN TAB	CAIDA CTO	CAIDA TOTAL	SECC. DEL COND. CON AISL. THWLS	MM <sup>2</sup> TOTALES	TUBO SEGÚN TABLA 10-4																
EEPB	3	17610.00	51.349	64.186	80.233	1.00	0.80	0.90	220	50	4/0	107.2	4	70	2	7	43.2	2.55	0.377	2.927	240	1003.2	2 1/2'																
EEPB2	3	8188.00	23.875	29.844	37.305	1.00	0.80	0.90	220	30	3	26.67	4	30	4	7	27.3	2.51	0.423	2.933	73.2	320.1	1 1/4'																
EEAUD	3	4096.00	11.944	14.929	18.662	1.00	0.80	0.90	220	20	4	21.15	4	20	6	7	17.2	1.41	0.178	1.588	62.8	268.4	1 1/4'																
EEPA	3	9874.00	28.792	35.990	44.987	1.00	0.80	0.90	220	32	2	33.62	4	40	6	7	17.2	1.98	0.432	2.412	86	361.2	1 1/4'																
GREE	3	16800.00	48.987	61.234	76.543	1.00	0.80	0.90	220	5	4/0	107.2	4	60	4	7	27.3	2.807	0.036	2.843	240	987.3	2 1/2'																

**Edificio H**

<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>TABLERO</td> <td>1EHPB</td> <td>FACTOR DE POTENCIA</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>POTENCIA</td> <td>14116.00 W</td> <td>FACTOR DE TEMPERATURA</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>VOLTS</td> <td>220/127 V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I NOMINAL</td> <td>41.16 A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ic1=</td> <td>51.45 A</td> <td>INTERRUPTOR PRINCIPAL</td> <td>50 A 3 POLOS</td> </tr> </table>															TABLERO	1EHPB	FACTOR DE POTENCIA	0.90	POTENCIA	14116.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00	VOLTS	220/127 V			I NOMINAL	41.16 A			Ic1=	51.45 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	50 A 3 POLOS	ΔV MAX = 3.00%				
TABLERO	1EHPB	FACTOR DE POTENCIA	0.90																																				
POTENCIA	14116.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00																																				
VOLTS	220/127 V																																						
I NOMINAL	41.16 A																																						
Ic1=	51.45 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	50 A 3 POLOS																																				
CTO	POLOS	ITM	26	24	42	200	CARGA INSTALADA			CALCULO DE CORRIENTES						CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE			CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE																				
							A	B	C	In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	TIERRA	DIAM	%R	ΔV MAX	CALIBRE	TIERRA															
1	1	15	1	11	13		836.00	0.00	0.00	7.31	9.14	13.06	1.00	0.70	0.90	127	21	12	14	2.082	1.46	3.00	12	14															
3	1	15			14		0.00	588.00	0.00	5.14	6.43	9.19	1.00	0.70	0.90	127	22	12	14	2.082	1.08	3.00	12	14															
5	1	15			12		0.00	0.00	504.00	4.41	5.51	7.87	1.00	0.70	0.90	127	38	12	14	2.082	1.60	3.00	12	14															
7	1	20				6	1200.00	0.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	21	10	12	3.307	1.32	3.00	10	12															
9	1	20				7	0.00	1400.00	0.00	12.25	15.31	19.14	1.00	0.80	0.90	127	23	10	12	3.307	1.69	3.00	10	12															
11	1	20				7	0.00	0.00	1400.00	12.25	15.31	21.87	1.00	0.70	0.90	127	28	10	12	3.307	2.05	3.00	10	12															
13	1	15				6	1200.00	0.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	23	10	12	3.307	1.45	3.00	10	12															
15	1	20				6	0.00	1200.00	0.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	28	10	12	3.307	1.76	3.00	10	12															
2	1	15				8	336.00	0.00	0.00	2.94	3.67	5.25	1.00	0.70	0.90	127	32	12	14	2.082	0.90	3.00	12	14															
4	1	15				6	0.00	252.00	0.00	2.20	2.76	3.94	1.00	0.70	0.90	127	42	12	14	2.082	0.88	3.00	12	14															
6	1	20				8	0.00	0.00	1600.00	14.00	17.50	21.87	1.00	0.80	0.90	127	12	10	12	3.307	1.01	3.00	10	12															
8	1	15				5	1000.00	0.00	0.00	8.75	10.94	13.67	1.00	0.80	0.90	127	25	10	12	3.307	1.31	3.00	10	12															
10	1	15				6	0.00	1200.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	18	10	12	3.307	1.13	3.00	10	12															
12	1	20				7	0.00	0.00	1400.00	12.25	15.31	21.87	1.00	0.70	0.90	127	25	10	12	3.307	1.83	3.00	10	12															
							4572.00	4640.00	4904.00																														
DES%										6.77																													

<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>TABLERO</td> <td>2EHPB</td> <td>FACTOR DE POTENCIA</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>POTENCIA</td> <td>32466.00 W</td> <td>FACTOR DE TEMPERATURA</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>VOLTS</td> <td>220/127 V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I NOMINAL</td> <td>94.67 A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ic1=</td> <td>118.33 A</td> <td>INTERRUPTOR PRINCIPAL</td> <td>125 A 3 POLOS</td> </tr> </table>																						TABLERO	2EHPB	FACTOR DE POTENCIA	0.90	POTENCIA	32466.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00	VOLTS	220/127 V			I NOMINAL	94.67 A			Ic1=	118.33 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	125 A 3 POLOS
TABLERO	2EHPB	FACTOR DE POTENCIA	0.90																																						
POTENCIA	32466.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00																																						
VOLTS	220/127 V																																								
I NOMINAL	94.67 A																																								
Ic1=	118.33 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	125 A 3 POLOS																																						
ΔV MAX =3.00%																																									
CARGA INSTALADA										CALCULO DE CORRIENTES						CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE				CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE																					
CTO	POLOS	ITM						A	B	C	In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	TIERRA	DIAM	%R	ΔV	CALIBRE	TIERRA																
			26	24	42	32	200															MAX																			
											ln*1.25	Ic1/(FT*FA)																													
1	1	15						378.00	0.00	0.00	3.31	4.13	5.17	1.00	0.80	0.90	127	42	12	14	2.082	1.19	3.00	12	14																
3	1	15						0.00	336.00	0.00	2.94	3.67	4.59	1.00	0.80	0.90	127	38	12	14	2.082	0.96	3.00	12	14																
5	1	15						0.00	0.00	756.00	6.61	8.27	10.33	1.00	0.80	0.90	127	23	12	14	2.082	1.30	3.00	12	14																
7	1	15						630.00	0.00	0.00	5.51	6.89	8.61	1.00	0.80	0.90	127	29	12	14	2.082	1.37	3.00	12	14																
9	1	15						0.00	630.00	0.00	5.51	6.89	8.61	1.00	0.80	0.90	127	40	12	14	2.082	1.89	3.00	12	14																
11	1	15	1	7				0.00	0.00	404.00	3.53	4.42	5.52	1.00	0.80	0.90	127	54	12	14	2.082	1.64	3.00	12	14																
13	1	15						378.00	0.00	0.00	3.31	4.13	5.17	1.00	0.80	0.90	127	54	12	14	2.082	1.53	3.00	12	14																
15	1	20						0.00	1200.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	30	10	12	3.307	1.70	3.00	10	12																
17	1	20						0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	23	10	12	3.307	1.30	3.00	10	12																
19	1	20						1000.00	0.00	0.00	8.75	10.94	13.67	1.00	0.80	0.90	127	17	10	12	3.307	0.80	3.00	10	12																
21	1	20						0.00	800.00	0.00	7.00	8.75	10.94	1.00	0.80	0.90	127	22	10	12	3.307	0.83	3.00	10	12																
23	1	20						0.00	0.00	1400.00	12.25	15.31	19.14	1.00	0.80	0.90	127	22	10	12	3.307	1.45	3.00	10	12																
25	1	20						1400.00	0.00	0.00	12.25	15.31	21.87	1.00	0.70	0.90	127	13	10	12	3.307	0.86	3.00	10	12																
27	1	20						0.00	1000.00	0.00	8.75	10.94	13.67	1.00	0.80	0.90	127	26	10	12	3.307	1.23	3.00	10	12																
29	1	20						0.00	0.00	800.00	7.00	8.75	10.94	1.00	0.80	0.90	127	38	10	12	3.307	1.43	3.00	10	12																
31	1	20						1000.00	0.00	0.00	8.75	10.94	13.67	1.00	0.80	0.90	127	32	10	12	3.307	1.51	3.00	10	12																
33	1	20						0.00	1200.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	36	10	12	3.307	2.04	3.00	10	12																
35	1	20						0.00	0.00	1000.00	8.75	10.94	13.67	1.00	0.80	0.90	127	33	10	12	3.307	1.56	3.00	10	12																
37	1	20						1200.00	0.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	40	10	12	3.307	2.26	3.00	10	12																
2	1	15						410.00	0.00	0.00	3.59	4.48	5.60	1.00	0.80	0.90	127	34	12	14	2.082	1.05	3.00	12	14																
4	1	15						0.00	546.00	0.00	4.78	5.97	7.46	1.00	0.80	0.90	127	29	12	14	2.082	1.19	3.00	12	14																
6	1	15	1	9				0.00	0.00	484.00	4.23	5.29	6.62	1.00	0.80	0.90	127	30.5	12	14	2.082	1.11	3.00	12	14																
8	1	15						336.00	0.00	0.00	2.94	3.67	4.59	1.00	0.80	0.90	127	45	12	14	2.082	1.13	3.00	12	14																
10	1	15						0.00	378.00	0.00	3.31	4.13	5.17	1.00	0.80	0.90	127	51	12	14	2.082	1.45	3.00	12	14																
12	1	15						0.00	0.00	336.00	2.94	3.67	4.59	1.00	0.80	0.90	127	57	12	14	2.082	1.44	3.00	12	14																
14	1	15						464.00	0.00	0.00	4.06	5.07	6.34	1.00	0.80	0.90	127	48	12	14	2.082	1.67	3.00	12	14																
16	1	20						0.00	1400.00	0.00	12.25	15.31	21.87	1.00	0.70	0.90	127	23	10	12	3.307	1.52	3.00	10	12																
18	1	20						0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	26	10	12	3.307	1.47	3.00	10	12																
20	1	20						1200.00	0.00	0.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	33	10	12	3.307	1.87	3.00	10	12																
22	1	20						0.00	1600.00	0.00	14.00	17.50	21.87	1.00	0.80	0.90	127	30	10	12	3.307	2.26	3.00	10	12																
24	1	20						0.00	0.00	1600.00	14.00	17.50	21.87	1.00	0.80	0.90	127	25	10	12	3.307	1.89	3.00	10	12																
26	1	20						1000.00	0.00	0.00	8.75	10.94	13.67	1.00	0.80	0.90	127	19	10	12	3.307	0.90	3.00	10	12																
28	1	20						0.00	1000.00	0.00	8.75	10.94	15.62	1.00	0.70	0.90	127	47	10	12	3.307	2.22	3.00	10	12																
30	1	20						0.00	0.00	800.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	55	10	12	3.307	2.07	3.00	10	12																
32	1	20						800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	56	10	12	3.307	2.11	3.00	10	12																
34	1	20						0.00	1200.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	40	10	12	3.307	2.26	3.00	10	12																
36	1	20						0.00	0.00	1000.00	8.75	10.94	13.67	1.00	0.80	0.90	127	49	10	12	3.307	2.31	3.00	10	12																
								10196.00	11290.00	10980.00																															
DES%											9.69																														

TABLERO 1EHPA      FACTOR DE POTENCIA 1.00 POTENCIA 12280.00 W      FACTOR DE TEMPERATURA 1.00 VOLTS 220/127 V I NOMINAL 32.23 A I <sub>c1</sub> = 40.28 A      INTERRUPTOR PRINCIPAL 40 A 3 POLOS																				ΔV MAX =3.00%					
CTO	POLOS	ITM	□	□	□	□	CARGA INSTALADA			CALCULO DE CORRIENTES				CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE			CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE								
							A	B	C	I <sub>n</sub>	I <sub>c1</sub>	I <sub>c2</sub>	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	TIERRA	DIAM	%R	ΔV	CALIBRE	TIERRA	
					24	42	32	200																	
										I <sub>n</sub> *1.25	I <sub>c1</sub> /(F <sub>T</sub> *F <sub>A</sub> )														
1	1	15						526.00	0.00	0.00	4.14	5.18	6.47	1.00	0.80	1.00	127	32	12	14	2.082	1.26	3.00	12	14
3	1	15						0.00	630.00	0.00	4.96	6.20	7.75	1.00	0.80	1.00	127	34	12	14	2.082	1.61	3.00	12	14
5	1	20						0.00	0.00	1400.00	11.02	13.78	19.69	1.00	0.70	1.00	127	24	12	12	3.307	1.58	3.00	10	12
7	1	20						800.00	0.00	0.00	6.30	7.87	9.84	1.00	0.80	1.00	127	10	10	12	3.307	0.38	3.00	10	12
9	1	20						0.00	1000.00	0.00	7.07	9.84	14.06	1.00	0.70	1.00	127	27	10	12	3.307	1.27	3.00	10	12
11	1	20						0.00	0.00	800.00	6.30	7.87	11.25	1.00	0.70	1.00	127	33	10	12	3.307	1.24	3.00	10	12
13	1	20						800.00	0.00	0.00	6.30	7.87	11.25	1.00	0.70	1.00	127	35	12	12	3.307	1.32	3.00	10	12
15	1	20						0.00	600.00	0.00	4.72	5.91	8.44	1.00	0.70	1.00	127	30	10	12	3.307	0.85	3.00	10	12
2	1	15	32					768.00	0.00	0.00	6.05	7.56	9.45	1.00	0.80	1.00	127	26	12	14	2.082	1.50	3.00	12	14
4	1	15		18				0.00	756.00	0.00	5.95	7.44	9.30	1.00	0.80	1.00	127	32	12	14	2.082	1.81	3.00	12	14
6	1	20						0.00	0.00	1000.00	7.87	9.84	14.06	1.00	0.70	1.00	127	21	10	12	3.307	0.99	3.00	10	12
8	1	20						1200.00	0.00	0.00	9.45	11.81	14.76	1.00	0.80	1.00	127	13	10	12	3.307	0.74	3.00	10	12
10	1	20						0.00	1200.00	0.00	9.45	11.81	16.87	1.00	0.70	1.00	127	29	10	12	3.307	1.64	3.00	10	12
12	1	20						0.00	0.00	800.00	6.30	7.87	11.25	1.00	0.70	1.00	127	38	10	12	3.307	1.43	3.00	10	12
									4094.00	4186.00	4000.00														
DES%										4.44															

TABLERO 2EHPA      FACTOR DE POTENCIA 0.90 POTENCIA 12162.00 W      FACTOR DE TEMPERATURA 1.00 VOLTS 220/127 V I NOMINAL 35.46 A I <sub>c1</sub> = 44.33 A      INTERRUPTOR PRINCIPAL 50 A 3 POLOS																				ΔV MAX =3.00%					
CTO	POLOS	ITM	□	□	□	□	CARGA INSTALADA			CALCULO DE CORRIENTES				CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE			CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE								
							A	B	C	I <sub>n</sub>	I <sub>c1</sub>	I <sub>c2</sub>	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	TIERRA	DIAM	%R	ΔV	CALIBRE	TIERRA	
					42	32	200																		
											I <sub>n</sub> *1.25	I <sub>c1</sub> /(F <sub>T</sub> *F <sub>A</sub> )													
1	1	15						504.00	0.00	0.00	4.41	5.51	5.51	1.00	1.00	0.90	127	34	12	14	2.082	1.43	3.00	12	14
3	1	15	15					0.00	726.00	0.00	6.35	7.94	7.94	1.00	1.00	0.90	127	24	12	14	2.082	1.45	3.00	12	14
5	1	15	14					0.00	0.00	588.00	5.14	6.43	6.43	1.00	1.00	0.90	127	23	12	14	2.082	1.13	3.00	12	14
7	1	20						800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	21	10	12	3.307	0.88	3.00	10	12
9	1	20						0.00	1000.00	0.00	8.75	10.94	15.62	1.00	0.70	0.90	127	12	10	12	3.307	0.63	3.00	10	12
11	1	20						0.00	0.00	1400.00	12.25	15.31	19.14	1.00	0.80	0.90	127	18	10	12	3.307	1.32	3.00	10	12
13	1	20						1200.00	0.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	23	10	12	3.307	1.45	3.00	10	12
2	1	15	12					504.00	0.00	0.00	4.41	5.51	5.51	1.00	1.00	0.90	127	33	12	14	2.082	1.39	3.00	12	14
4	1	15	20					0.00	840.00	0.00	7.35	9.19	9.19	1.00	1.00	0.90	127	26	12	14	2.082	1.82	3.00	12	14
6	1	20						0.00	0.00	800.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	20	10	12	3.307	0.84	3.00	10	12
8	1	20						1200.00	0.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	22	10	12	3.307	1.38	3.00	10	12
10	1	20						0.00	1400.00	0.00	12.25	15.31	21.87	1.00	0.70	0.90	127	23	10	12	3.307	1.69	3.00	10	12
12	1	20						0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	9	10	12	3.307	0.57	3.00	10	12
									4208.00	3966.00	3988.00														
DES%										5.75															

Regulados Edificio H

TABLERO	1REH	FACTOR DE POTENCIA	0.90
POTENCIA	18200.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00
VOLTS	220/127 V		
I NOMINAL	53.07 A		
Ic1=	66.34 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	70 A 3 POLOS

ΔV MAX =3.00%

CTO	POLOS	ITM	Ø	CARGA INSTALADA			CALCULO DE CORRIENTES				CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE				CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE						
				A	B	C	In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	TIERRA	DIAM	%R	ΔV	CALIBRE	TIERRA
								In*1.00	Ic1/(FT*FA)											MAX	
			200																		
1	1	20	6	1200.00	0.00	0.00	10.50	10.50	13.12	1.00	0.80	0.90	127	12	10	12	3.307	0.75	3.00	10	12
3	1	20	7	0.00	1400.00	0.00	12.25	12.25	15.31	1.00	0.80	0.90	127	10	10	12	3.307	0.73	3.00	10	12
5	1	20	5	0.00	0.00	1000.00	8.75	8.75	10.94	1.00	0.80	0.90	127	20	10	12	3.307	1.05	3.00	10	12
7	1	20	6	1200.00	0.00	0.00	10.50	10.50	13.12	1.00	0.80	0.90	127	25	10	12	3.307	1.57	3.00	10	12
9	1	20	5	0.00	1000.00	0.00	8.75	8.75	10.94	1.00	0.80	0.90	127	29	10	12	3.307	1.52	3.00	10	12
11	1	20	5	0.00	0.00	1000.00	8.75	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	18	10	12	3.307	0.94	3.00	10	12
13	1	20	6	1200.00	0.00	0.00	10.50	10.50	15.00	1.00	0.70	0.90	127	23	10	12	3.307	1.45	3.00	10	12
15	1	20	5	0.00	1000.00	0.00	8.75	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	30	10	12	3.307	1.57	3.00	10	12
17	1	20	5	0.00	0.00	1000.00	8.75	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	34	10	12	3.307	1.78	3.00	10	12
2	1	20	5	1000.00	0.00	0.00	8.75	8.75	10.94	1.00	0.80	0.90	127	14	10	12	3.307	0.73	3.00	10	12
4	1	20	5	0.00	1000.00	0.00	8.75	8.75	10.94	1.00	0.80	0.90	127	16	10	12	3.307	0.84	3.00	10	12
6	1	20	6	0.00	0.00	1200.00	10.50	10.50	13.12	1.00	0.80	0.90	127	20	10	12	3.307	1.26	3.00	10	12
8	1	20	6	1200.00	0.00	0.00	10.50	10.50	13.12	1.00	0.80	0.90	127	22	10	12	3.307	1.38	3.00	10	12
10	1	20	6	0.00	1200.00	0.00	10.50	10.50	10.50	1.00	1.00	0.90	127	15	10	12	3.307	0.94	3.00	10	12
12	1	20	7	0.00	0.00	1400.00	12.25	12.25	17.50	1.00	0.70	0.90	127	21	10	12	3.307	1.54	3.00	10	12
14	1	20	6	1200.00	0.00	0.00	10.50	10.50	15.00	1.00	0.70	0.90	127	28	10	12	3.307	1.76	3.00	10	12
16	1	20	5	0.00	1000.00	0.00	8.75	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	27	10	12	3.307	1.41	3.00	10	12
18	1	20	5	0.00	0.00	1000.00	8.75	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	33	10	12	3.307	1.73	3.00	10	12
				7000.00	5600.00	5600.00															
				DES%		20.00															



<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>TABLERO</td> <td>2REH</td> <td>FACTOR DE POTENCIA</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>POTENCIA</td> <td>32800.00 W</td> <td>FACTOR DE TEMPERATURA</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>VOLTS</td> <td>220/127 V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I NOMINAL</td> <td>95.64 A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ic1=</td> <td>119.55 A</td> <td>INTERRUPTOR PRINCIPAL</td> <td>125 A 3 POLOS</td> </tr> </table>																					TABLERO	2REH	FACTOR DE POTENCIA	0.90	POTENCIA	32800.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00	VOLTS	220/127 V			I NOMINAL	95.64 A			Ic1=	119.55 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	125 A 3 POLOS
TABLERO	2REH	FACTOR DE POTENCIA	0.90																																					
POTENCIA	32800.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00																																					
VOLTS	220/127 V																																							
I NOMINAL	95.64 A																																							
Ic1=	119.55 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	125 A 3 POLOS																																					
				CARGA INSTALADA			CALCULO DE CORRIENTES								CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE			CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE																						
CTO	POLOS	ITM	Ø	A	B	C	In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	TIERRA	DIAM	%R	ΔV	CALIBRE	TIERRA																			
			200					In*1.25	Ic1/(FT*FA)										MAX																					
1	1	20	6	1200.00	0.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	33	10	12	3.307	2.07	0.00	10	12																			
3	1	20	6	0.00	1200.00	0.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	28	10	12	3.307	1.76	0.00	10	12																			
5	1	20	7	0.00	0.00	1400.00	12.25	15.31	21.87	1.00	0.70	0.90	127	12	10	12	3.307	0.88	0.00	10	12																			
7	1	20	5	1000.00	0.00	0.00	8.75	10.94	15.62	1.00	0.70	0.90	127	17	10	12	3.307	0.89	0.00	10	12																			
9	1	20	5	0.00	1000.00	0.00	8.75	10.94	13.67	1.00	0.80	0.90	127	19	10	12	3.307	1.00	0.00	10	12																			
11	1	20	8	0.00	0.00	1600.00	14.00	17.50	25.00	1.00	0.70	0.90	127	30	10	12	3.307	2.26	0.00	10	12																			
13	1	20	6	1200.00	0.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	34	10	12	3.307	2.14	0.00	10	12																			
15	1	20	5	0.00	1000.00	0.00	8.75	10.94	13.67	1.00	0.80	0.90	127	48	10	12	3.307	2.26	0.00	10	12																			
17	1	20	3	0.00	0.00	600.00	5.25	6.56	8.20	1.00	0.80	0.90	127	38	10	12	3.307	1.19	0.00	10	12																			
19	1	20	4	800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	48	10	12	3.307	2.01	0.00	10	12																			
21	1	20	4	0.00	800.00	0.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	52	10	12	3.307	2.18	0.00	10	12																			
23	1	20	5	0.00	0.00	1000.00	8.75	10.94	15.62	1.00	0.70	0.90	127	22	10	12	3.307	1.15	0.00	10	12																			
25	1	20	4	800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	10.94	1.00	0.80	0.90	127	8	10	12	3.307	0.34	0.00	10	12																			
27	1	20	7	0.00	1400.00	0.00	12.25	15.31	19.14	1.00	0.80	0.90	127	25	10	12	3.307	1.83	0.00	10	12																			
29	1	20	6	0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	23	10	12	3.307	1.45	0.00	10	12																			
2	1	20	6	1200.00	0.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	25	10	12	3.307	1.57	0.00	10	12																			
4	1	20	6	0.00	1200.00	0.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	21	10	12	3.307	1.32	0.00	10	12																			
6	1	20	7	0.00	0.00	1400.00	12.25	15.31	19.14	1.00	0.80	0.90	127	22	10	12	3.307	1.61	0.00	10	12																			
8	1	20	7	1400.00	0.00	0.00	12.25	15.31	15.31	1.00	1.00	0.90	127	20	10	12	3.307	1.47	0.00	10	12																			
10	1	20	4	0.00	800.00	0.00	7.00	8.75	10.94	1.00	0.80	0.90	127	24	10	12	3.307	1.01	0.00	10	12																			
12	1	20	8	0.00	0.00	1600.00	14.00	17.50	25.00	1.00	0.70	0.90	127	24	10	12	3.307	2.01	0.00	10	12																			
14	1	20	4	800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	10.94	1.00	0.80	0.90	127	46	10	12	3.307	1.93	0.00	10	12																			
16	1	20	6	0.00	1200.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	36	10	12	3.307	2.26	0.00	10	12																			
18	1	20	6	0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	34	10	12	3.307	2.14	0.00	10	12																			
20	1	20	4	800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	52	10	12	3.307	2.18	0.00	10	12																			
22	1	20	5	0.00	1000.00	0.00	8.75	10.94	15.62	1.00	0.70	0.90	127	23	10	12	3.307	1.20	0.00	10	12																			
24	1	20	7	0.00	0.00	1400.00	12.25	15.31	21.87	1.00	0.70	0.90	127	21	10	12	3.307	1.54	0.00	10	12																			
26	1	20	7	1400.00	0.00	0.00	12.25	15.31	19.14	1.00	0.80	0.90	127	20	10	12	3.307	1.47	0.00	10	12																			
28	1	20	6	0.00	1200.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	16	10	12	3.307	1.01	0.00	10	12																			
				10600.00	10800.00	11400.00																																		
				DES%			7.02																																	

**General Regulados Edificio H**

<table border="1"> <tr> <td>TABLERO</td> <td>GREH</td> <td>FACTOR DE POTENCIA</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>POTENCIA</td> <td>51000.00 W</td> <td>FACTOR DE TEMPERATUR</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>VOLTS</td> <td>220.000 V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I NOMINAL</td> <td>148.711 A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ic1</td> <td>185.889 A</td> <td>INTERRUPTOR PRINCIPAL</td> <td>200 A 3 POLOS</td> </tr> </table>																						TABLERO	GREH	FACTOR DE POTENCIA	0.90	POTENCIA	51000.00 W	FACTOR DE TEMPERATUR	1.00	VOLTS	220.000 V			I NOMINAL	148.711 A			Ic1	185.889 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	200 A 3 POLOS	$\Delta V$ MAX = 3.00%		
TABLERO	GREH	FACTOR DE POTENCIA	0.90																																									
POTENCIA	51000.00 W	FACTOR DE TEMPERATUR	1.00																																									
VOLTS	220.000 V																																											
I NOMINAL	148.711 A																																											
Ic1	185.889 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	200 A 3 POLOS																																									
CTO	POLOS	CARGA INSTALADA	CALCULO DE CORRIENTES								CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE				CALCULO DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA			CALCULO DE LA CAIDA DE TENSION TOTAL EN EL ALIMENTADOR			CALCULO DEL TUBO																							
			In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	mm <sup>2</sup>	# cond	INTERRUPTOR AMP	CALIBRE	HILOS	mm <sup>2</sup>	C.MAX EN TAB	CAIDA CTO	CAIDA TOTAL	SECC. DEL COND. CON AISL. THWLS	MM <sup>2</sup> TOTALES	TUBO SEGÚN TABLA 10-4																					
REH1	3	18200.00	<b>53.070</b>	66.337	82.921	1.00	0.80	0.90	220	5	3	26.67	4	70	8	7	10.8	1.76	0.157	1.917	73.2	303.6	1 1/4'																					
REH2	3	32800.00	<b>95.642</b>	119.552	149.440	1.00	0.80	0.90	220	50	4/0	107.2	4	125	4	7	27.3	2.26	0.702	2.962	240	987.3	2 1/2'																					

**Tablero Principal Edificio H**

<table border="1"> <tr> <td>TABLERO</td> <td>PRIN.EH</td> <td>FACTOR DE POTENCIA</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>POTENCIA</td> <td>122024.00 W</td> <td>FACTOR DE TEMPERATURA</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>VOLTS</td> <td>220/127 V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I NOMINAL</td> <td>355.811 A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ic1</td> <td>444.764 A</td> <td>INTERRUPTOR PRINCIPAL</td> <td>450 A 3 POLOS</td> </tr> </table>																						TABLERO	PRIN.EH	FACTOR DE POTENCIA	0.90	POTENCIA	122024.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00	VOLTS	220/127 V			I NOMINAL	355.811 A			Ic1	444.764 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	450 A 3 POLOS	$\Delta V$ MAX = 3.00%		
TABLERO	PRIN.EH	FACTOR DE POTENCIA	0.90																																									
POTENCIA	122024.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00																																									
VOLTS	220/127 V																																											
I NOMINAL	355.811 A																																											
Ic1	444.764 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	450 A 3 POLOS																																									
CTO	POLOS	CARGA INSTALADA	CALCULO DE CORRIENTES								CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE				CALCULO DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA			CALCULO DE LA CAIDA DE TENSION TOTAL EN EL ALIMENTADOR			CALCULO DEL TUBO																							
			In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	mm <sup>2</sup>	# cond	INTERRUPTOR AMP	CALIBRE	HILOS	mm <sup>2</sup>	C.MAX EN TAB	CAIDA CTO	CAIDA TOTAL	SECC. DEL COND. CON AISL. THWLS	MM <sup>2</sup> TOTALES	TUBO SEGÚN TABLA 10-4																					
1EHPB	3	14116.00	<b>41.161</b>	51.451	64.314	1.00	0.80	0.90	220	30	4	21.15	4	60	10	7	6.82	2.05	0.919	2.969	62.8	258.02	1 1/4'																					
2EHPB	3	32466.00	<b>94.668</b>	118.335	147.919	1.00	0.80	0.90	220	70	300	152.01	4	125	3	7	34.3	2.31	0.686	2.996	341	1398.3	3'																					
1EHPA	3	12280.00	<b>35.807</b>	44.759	55.949	1.00	0.80	0.90	220	34	4	21.15	4	50	10	7	6.82	1.81	0.906	2.716	62.8	258.02	1 1/4'																					
2EHPA	3	12162.00	<b>35.463</b>	44.329	55.411	1.00	0.80	0.90	220	73	2	33.62	4	50	6	7	17.2	1.69	1.212	2.902	86	361.2	1 1/4'																					
GREH	3	51000.00	<b>148.711</b>	185.889	232.362	1.00	0.80	0.90	220	25	2*300	152.01	4	200	2*3	7	34.3	2.962	0.193	3.155	341	1398.3	2T-3'																					

**Edificio J**

TABLERO	EJPB	FACTOR DE POTENCIA	0.90
POTENCIA	12036.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00
VOLTS	220/127 V		
I NOMINAL	35.096 A		
Ic1	43.870 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	50 A 3 POLOS

ΔV MAX = 3.00%

CTO	POLOS	ITM	18	42	200	CARGA INSTALADA			CALCULO DE CORRIENTES			CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE					CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE							
						A	B	C	In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	TIERRA	DIAM	%R	ΔV	CALIBRE	TIERRA	
									In*1.25	Ic1/(FT*FA)											MAX			
1	1	15		10		420.00	0.00	0.00	3.67	4.59	5.74	1.00	0.80	0.90	127	25	12	14	2.082	0.87	3.00	12	14	
3	1	15		8		0.00	336.00	0.00	2.94	3.67	4.59	1.00	0.80	0.90	127	32	12	14	2.082	0.90	3.00	12	14	
5	1	15		8		0.00	0.00	336.00	2.94	3.67	4.59	1.00	0.80	0.90	127	45	12	14	2.082	1.26	3.00	12	14	
7	1	15			5	1000.00	0.00	0.00	8.75	10.94	15.62	1.00	0.70	0.90	127	7	12	14	2.082	0.58	3.00	12	14	
9	1	20			5	0.00	1000.00	0.00	8.75	10.94	15.62	1.00	0.70	0.90	127	11	10	12	3.307	0.58	3.00	10	12	
11	1	20			4	0.00	0.00	800.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	35	10	12	3.307	1.47	3.00	10	12	
13	1	20			5	1000.00	0.00	0.00	8.75	10.94	15.62	1.00	0.70	0.90	127	30	10	12	3.307	1.57	3.00	10	12	
15	1	20			5	0.00	1000.00	0.00	8.75	10.94	15.62	1.00	0.70	0.90	127	39	10	12	3.307	2.04	3.00	10	12	
17	1	20			4	0.00	0.00	800.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	34	10	12	3.307	1.42	3.00	10	12	
2	1	15		10		420.00	0.00	0.00	3.67	4.59	5.74	1.00	0.80	0.90	127	18	12	14	2.082	0.63	3.00	12	14	
4	1	15	4	6		0.00	324.00	0.00	2.83	3.54	5.06	1.00	0.70	0.90	127	45	12	14	2.082	1.21	3.00	12	14	
6	1	15			6	0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	16	12	14	2.082	1.60	3.00	12	14	
8	1	20			6	1200.00	0.00	0.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	20	10	12	3.307	1.26	3.00	10	12	
10	1	20			6	0.00	1200.00	0.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	23	10	12	3.307	1.45	3.00	10	12	
12	1	20			5	0.00	0.00	1000.00	8.75	10.94	15.62	1.00	0.70	0.90	127	21	10	12	3.307	1.10	3.00	10	12	
						4040.00	3860.00	4136.00																
									DES%	6.67														

TABLERO	EJ PA	FACTOR DE POTENCIA	0.90
POTENCIA	8970.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00
VOLTS	220/127 V		
I NOMINAL	26.156 A		
Ic1	32.695 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	40 A 3 POLOS

ΔV MAX =3.00 %

CTO	POLOS	ITM	18	24	42	200	CARGA INSTALADA			CALCULO DE CORRIENTES			CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE					CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE							
							A	B	C	In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	TIERRA	DIAM	%R	ΔV	CALIBRE	TIERRA	
										In*1.25	Ic1/(FT*FA)											MAX			
1	1	15			15		630.00	0.00	0.00	5.51	6.89	8.61	1.00	0.80	0.90	127	18	12	14	2.082	0.94	3.00	12	14	
3	1	15			8		0.00	336.00	0.00	2.94	3.67	4.59	1.00	0.80	0.90	127	31	12	14	2.082	0.87	3.00	12	14	
5	1	15				6	0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	24	10	12	3.307	1.51	3.00	10	14	
7	1	15				6	1200.00	0.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	18	10	12	3.307	1.13	3.00	10	14	
9	1	20				6	0.00	1200.00	0.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	28	10	12	3.307	1.76	3.00	10	12	
11	1	20				3	0.00	0.00	600.00	5.25	6.56	9.37	1.00	0.70	0.90	127	40	10	12	3.307	1.26	3.00	10	12	
2	1	15		13	4		480.00	0.00	0.00	4.20	5.25	6.56	1.00	0.80	0.90	127	24	12	14	2.082	0.96	3.00	12	14	
4	1	15	4		6		0.00	324.00	0.00	2.83	3.54	4.43	1.00	0.80	0.90	127	38	12	14	2.082	1.03	3.00	12	14	
6	1	15				6	0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	15	12	14	2.082	1.50	3.00	12	14	
8	1	20				4	800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	33	10	12	3.307	1.38	3.00	10	12	
10	1	20				5	0.00	1000.00	0.00	8.75	10.94	15.62	1.00	0.70	0.90	127	37	10	12	3.307	1.94	3.00	10	12	
							3110.00	2860.00	3000.00																
										DES%	8.04														

**Regulados Edificio J**

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>TABLERO</td> <td>REG EJ</td> <td>FACTOR DE POTENCIA</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>POTENCIA</td> <td>10400.00 W</td> <td>FACTOR DE TEMPERATURA</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>VOLTS</td> <td>220/127 V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I NOMINAL</td> <td>30.325 A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ic1</td> <td>37.907 A</td> <td>INTERRUPTOR PRINCIPAL</td> <td>50 A 3 POLOS</td> </tr> </table>																				TABLERO	REG EJ	FACTOR DE POTENCIA	0.90	POTENCIA	10400.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00	VOLTS	220/127 V			I NOMINAL	30.325 A			Ic1	37.907 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	50 A 3 POLOS
TABLERO	REG EJ	FACTOR DE POTENCIA	0.90																																				
POTENCIA	10400.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00																																				
VOLTS	220/127 V																																						
I NOMINAL	30.325 A																																						
Ic1	37.907 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	50 A 3 POLOS																																				
																		$\Delta V$ MAX = 3.00 %																					
				CARGA INSTALADA						CALCULO DE CORRIENTES						CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE				CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE																			
CTO	POLOS	ITM	Ø	A	B	C	In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	TIERRA	DIAM	%R	$\Delta V$	CALIBRE	TIERRA																		
			200					In*1.25	Ic1/(FT*FA)										MAX																				
1	1	20	5	1000.00	0.00	0.00	8.75	10.94	13.67	1.00	0.80	0.90	127	16	10	12	3.307	0.84	3.00	10	12																		
3	1	20	7	0.00	1400.00	0.00	12.25	15.31	15.31	1.00	1.00	0.90	127	18	10	12	3.307	1.32	3.00	10	12																		
5	1	20	6	0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	28	10	12	3.307	1.76	3.00	10	12																		
7	1	20	5	1000.00	0.00	0.00	8.75	10.94	15.62	1.00	0.70	0.90	127	15	10	12	3.307	0.79	3.00	10	12																		
9	1	20	4	0.00	800.00	0.00	7.00	8.75	8.75	1.00	1.00	0.90	127	8	10	12	3.307	0.34	3.00	10	12																		
11	1	20	5	0.00	0.00	1000.00	8.75	10.94	15.62	1.00	0.70	0.90	127	14	10	12	3.307	0.73	3.00	10	12																		
2	1	20	4	800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	10.94	1.00	0.80	0.90	127	13	10	12	3.307	0.54	3.00	10	12																		
4	1	20	6	0.00	1200.00	0.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	26	10	12	3.307	1.63	3.00	10	12																		
6	1	20	6	0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	20	10	12	3.307	1.26	3.00	10	12																		
8	1	20	4	800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	9	10	12	3.307	0.38	3.00	10	12																		
				3600.00	3400.00	3400.00																																	
							DES%	5.56																															

**Tablero Principal Edificio J**

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>TABLERO</td> <td>PRIN EJ</td> <td>FACTOR DE POTENCIA</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>POTENCIA</td> <td>31406.00 W</td> <td>FACTOR DE TEMPERATURA</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>VOLTS</td> <td>220/127 V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I NOMINAL</td> <td>91.577 A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ic1</td> <td>114.471 A</td> <td>INTERRUPTOR PRINCIPAL</td> <td>125 A 3 POLOS</td> </tr> </table>																				TABLERO	PRIN EJ	FACTOR DE POTENCIA	0.90	POTENCIA	31406.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00	VOLTS	220/127 V			I NOMINAL	91.577 A			Ic1	114.471 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	125 A 3 POLOS
TABLERO	PRIN EJ	FACTOR DE POTENCIA	0.90																																				
POTENCIA	31406.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00																																				
VOLTS	220/127 V																																						
I NOMINAL	91.577 A																																						
Ic1	114.471 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	125 A 3 POLOS																																				
																		$\Delta V$ MAX =3.00%																					
			CARGA				CALCULO DE CORRIENTES						CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE				CALCULO DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA			CALCULO DE LA CAIDA DE TENSION TOTAL EN EL ALIMENTADOR				CALCULO DEL TUBO															
CTO	POLOS	INSTALADA	In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	mm^2	# cond	INTERRUPTOR AMP	CALIBRE	HILOS	mm^2	C.MAX EN TAB	CAIDA CTO	CAIDA TOTAL	SECC. DEL COND. CON AISL. THWLS	MM^2 TOTALES	TUBO SEGUN TABLA 10-4																
PB	3	12036.00	35.096	43.870	54.837	1.00	0.80	0.90	220	7.5	4	21.15	4	50	8	7	10.8	2.04	0.196	2.236	62.8	262	1 1/4'																
PA	3	8970.00	26.156	32.695	40.868	1.00	0.80	0.90	220	18	6	13.3	4	40	8	7	10.8	1.94	0.557	2.497	46.8	198	1'																
REJ	3	10400.00	30.325	37.907	47.384	1.00	0.80	0.90	220	36	4	21.15	4	40	8	7	10.8	1.76	0.813	2.573	46.8	198	1'																

Edificio K

TABLERO	EKPB1	FACTOR DE POTENCIA	0.90
POTENCIA	16646.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00
VOLTS	220/127 V		
I NOMINAL	48.54 A		
Ic1	60.67 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	60 A 3 POLOS

ΔV MAX = 3.00%

CTO	POLOS	ITM	⊗	□	⊙	CARGA INSTALADA			CALCULO DE CORRIENTES								CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE			CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE																	
						A	B	C	In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	TIERRA	DIAM	ΔV	%R	ΔV MAX	CALIBRE	TIERRA													
			24	42	200					In*1.25	Ic1/(FT*FA)																										
1	1	15	3	12		576.00	0.00	0.00	5.04	6.30	7.87	1.00	0.80	0.90	127	19.3	12	14	2.082	1.18	0.93	0.00	12	14													
3	1	15		16		0.00	672.00	0.00	5.88	7.35	10.50	1.00	0.70	0.90	127	26.56	12	14	2.082	1.89	1.49	0.00	12	14													
5	1	15		16		0.00	0.00	672.00	5.88	7.35	10.50	1.00	0.70	0.90	127	34.1	12	14	2.082	2.42	1.91	0.00	12	14													
7	1	20		12		504.00	0.00	0.00	4.41	5.51	7.87	1.00	0.70	0.90	127	49.4	10	12	3.307	1.66	1.30	0.00	10	12													
9	1	20			6	0.00	1200.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	26.1	10	12	3.307	2.08	1.64	0.00	10	12													
11	1	20			6	0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	10	10	12	3.307	0.80	0.63	0.00	10	12													
13	1	20			4	800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	22.9	10	12	3.307	1.22	0.96	0.00	10	12													
15	1	20			4	0.00	800.00	0.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	39.8	10	12	3.307	2.12	1.67	0.00	10	12													
17	1	20			4	0.00	0.00	800.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	47	10	12	3.307	2.50	1.97	0.00	10	12													
19	1	20			4	800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	54.68	12	12	3.307	2.91	2.29	0.00	10	12													
2	1	15		15		630.00	0.00	0.00	5.51	6.89	6.89	1.00	1.00	0.90	127	26.15	12	14	2.082	1.74	1.37	0.00	12	14													
4	1	15	37			0.00	888.00	0.00	7.77	9.71	13.87	1.00	0.70	0.90	127	26.5	12	14	2.082	2.49	1.96	0.00	12	14													
6	1	15		12		0.00	0.00	504.00	4.41	5.51	7.87	1.00	0.70	0.90	127	41.5	12	14	2.082	2.21	1.74	0.00	12	14													
8	1	20			6	1200.00	0.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	26.22	10	12	3.307	2.09	1.65	0.00	10	12													
10	1	20			7	0.00	1400.00	0.00	12.25	15.31	19.14	1.00	0.80	0.90	127	19.7	10	12	3.307	1.83	1.44	0.00	10	12													
12	1	20			6	0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	17.6	10	12	3.307	1.41	1.11	0.00	10	12													
14	1	20			6	1200.00	0.00	0.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	32.06	10	12	3.307	2.56	2.02	0.00	10	12													
16	1	20			4	0.00	800.00	0.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	43.31	10	12	3.307	2.31	1.82	0.00	10	12													
18	1	20			4	0.00	0.00	800.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	50.89	10	12	3.307	2.71	2.13	0.00	10	12													
						5710.00	5760.00	5176.00																													

DES% 10.14

<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>TABLERO</td> <td>EKPB2</td> <td>FACTOR DE POTENCIA</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>POTENCIA</td> <td>13644.00 W</td> <td>FACTOR DE TEMPERATURA</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>VOLTS</td> <td>220/127 V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I NOMINAL</td> <td>39.78 A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ic1</td> <td>49.73 A</td> <td>INTERRUPTOR PRINCIPAL</td> <td>50 A 3 POLOS</td> </tr> </table>																												TABLERO	EKPB2	FACTOR DE POTENCIA	0.90	POTENCIA	13644.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00	VOLTS	220/127 V			I NOMINAL	39.78 A			Ic1	49.73 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	50 A 3 POLOS
TABLERO	EKPB2	FACTOR DE POTENCIA	0.90																																												
POTENCIA	13644.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00																																												
VOLTS	220/127 V																																														
I NOMINAL	39.78 A																																														
Ic1	49.73 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	50 A 3 POLOS																																												
$\Delta V$ MAX =3.00%																																															
CTO	POLOS	ITM	26	24	42	32	200	CARGA INSTALADA			CALCULO DE CORRIENTES					CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE			CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE																												
								A	B	C	In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	TIERRA	DIAM	$\Delta V$	%R	$\Delta V$ MAX	CALIBRE	TIERRA																					
1	1	15			9			378.0	0.0	0.0	3.31	4.13	5.17	1.00	0.80	0.90	127	36.2	12	14	2.082	1.45	1.14	0.00	12	14																					
3	1	15			9			0.0	378.0	0.0	3.31	4.13	5.17	1.00	0.80	0.90	127	22.2	12	14	2.082	0.89	0.70	0.00	12	14																					
5	1	15	11		1			0.0	0.0	328.0	2.87	3.59	4.48	1.00	0.80	0.90	127	95	12	14	2.082	3.30	2.60	0.00	12	14																					
7	1	20					4	800.0	0.0	0.0	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	37.16	10	12	3.307	1.98	1.56	0.00	10	12																					
9	1	20					6	0.0	1200.0	0.0	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	28.56	10	12	3.307	2.28	1.80	0.00	10	12																					
11	1	20					4	0.0	0.0	800.0	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	26.2	10	12	3.307	1.39	1.10	0.00	10	12																					
13	1	20					4	800.0	0.0	0.0	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	20.4	10	12	3.307	1.09	0.85	0.00	10	12																					
15	1	20					4	0.0	800.0	0.0	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	13.2	10	12	3.307	0.70	0.55	0.00	10	12																					
17	1	20					6	0.0	0.0	1200.0	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	22.9	10	12	3.307	1.83	1.44	0.00	10	12																					
2	1	15	2		9	2		494.0	0.0	0.0	4.32	5.40	6.75	1.00	0.80	0.90	127	32.1	12	14	2.082	1.68	1.32	0.00	12	14																					
4	1	15			10			0.0	756.0	0.0	6.61	8.27	10.33	1.00	0.80	0.90	127	18.2	12	14	2.082	1.46	1.15	0.00	12	14																					
6	1	15		2	11			0.0	0.0	510.0	4.46	5.58	6.97	1.00	0.80	0.90	127	31.58	12	14	2.082	1.70	1.34	0.00	12	14																					
8	1	20					4	800.0	0.0	0.0	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	34.1	10	12	3.307	1.81	1.43	0.00	10	12																					
10	1	20					4	0.0	800.0	0.0	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	28.35	10	12	3.307	1.51	1.19	0.00	10	12																					
12	1	20					4	0.0	0.0	800.0	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	22	10	12	3.307	1.17	0.92	0.00	10	12																					
14	1	20					6	1200.0	0.0	0.0	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	16.5	10	12	3.307	1.32	1.04	0.00	10	12																					
16	1	20					4	0.0	800.0	0.0	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	10	10	12	3.307	0.53	0.42	0.00	10	12																					
18	1	20					4	0.0	0.0	800.0	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	32.5	10	12	3.307	1.73	1.36	0.00	10	12																					
								4472.00	4734.00	4438.00																																					
DES% 6.25																																															

																								TABLERO EKPA1 POTENCIA 18786.00 W VOLTS 220/127 V I NOMINAL 54.78 A Ic1 68.47 A				FACTOR DE POTENCIA 0.90 FACTOR DE TEMPERATURA 1.00 INTERRUPTOR PRINCIPAL 70 A 3 POLOS								$\Delta V$ MAX =3.00 %			
		CARGA INSTALADA						CALCULO DE CORRIENTES						CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE						CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE																			
CTO	POLOS	ITM						A	B	C	In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	TIERRA	DIAM	$\Delta V$	%R	$\Delta V$ MAX	CALIBRE	TIERRA													
											In*1.25	Ic1/(FT*FA)																											
1	1	15			4	13		642.00	0.00	0.00	5.62	7.02	10.03	1.00	0.70	0.90	127	19	12	14	2.082	1.29	1.02	0.00	12	14													
3	1	15				9		0.00	378.00	0.00	3.31	4.13	5.91	1.00	0.70	0.90	127	12.15	12	14	2.082	0.49	0.38	0.00	12	14													
5	1	15	2	5	4	4		0.00	0.00	430.00	3.76	4.70	6.72	1.00	0.70	0.90	127	39	12	14	2.082	1.77	1.40	0.00	12	14													
7	1	15				10		420.00	0.00	0.00	3.67	4.59	6.56	1.00	0.70	0.90	127	43	12	14	2.082	1.91	1.50	0.00	12	14													
9	1	20					4	0.00	800.00	0.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	21.6	10	12	3.307	1.15	0.91	0.00	10	12													
11	1	20					4	0.00	0.00	800.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	9.6	10	12	3.307	0.51	0.40	0.00	10	12													
13	1	20					4	800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	30.6	10	12	3.307	1.63	1.28	0.00	10	12													
15	1	20					5	0.00	1000.00	0.00	8.75	10.94	15.62	1.00	0.70	0.90	127	21.2	10	12	3.307	1.41	1.11	0.00	10	12													
17	1	20					4	0.00	0.00	800.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	34.9	10	12	3.307	1.86	1.46	0.00	10	12													
19	1	20					4	800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	42.8	12	12	3.307	2.28	1.79	0.00	10	12													
21	1	20					4	0.00	800.00	0.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	54.76	12	12	3.307	2.91	2.29	0.00	10	12													
23	1	20					4	0.00	0.00	800.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	50.7	12	12	3.307	2.70	2.12	0.00	10	12													
25	1	20					5	1000.00	0.00	0.00	8.75	10.94	15.62	1.00	0.70	0.90	127	45.5	12	12	3.307	3.03	2.38	0.00	10	12													
2	1	15	16			1		330.00	0.00	0.00	2.89	3.61	5.16	1.00	0.70	0.90	127	28.65	12	14	2.082	1.00	0.79	0.00	12	14													
4	1	15				11		0.00	462.00	0.00	4.04	5.05	7.22	1.00	0.70	0.90	127	22	12	14	2.082	1.08	0.85	0.00	12	14													
6	1	15				10		0.00	0.00	420.00	3.67	4.59	6.56	1.00	0.70	0.90	127	36.5	12	14	2.082	1.62	1.28	0.00	12	14													
8	1	15				12		504.00	0.00	0.00	4.41	5.51	7.87	1.00	0.70	0.90	127	49	10	14	2.082	2.61	2.06	0.00	12	14													
10	1	20					4	0.00	800.00	0.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	12.1	10	12	3.307	0.64	0.51	0.00	10	12													
12	1	20					9	0.00	0.00	1800.00	15.75	19.69	28.12	1.00	0.70	0.90	127	13	10	12	3.307	1.56	1.23	0.00	10	12													
14	1	20					4	800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	21.2	10	12	3.307	1.13	0.89	0.00	10	12													
16	1	20					5	0.00	1000.00	0.00	8.75	10.94	15.62	1.00	0.70	0.90	127	26.2	10	12	3.307	1.74	1.37	0.00	10	12													
18	1	20					4	0.00	0.00	800.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	34.2	10	12	3.307	1.82	1.43	0.00	10	12													
20	1	20					4	800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	44.3	12	12	3.307	2.36	1.86	0.00	10	12													
22	1	20					4	0.00	800.00	0.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	49.8	12	12	3.307	2.65	2.09	0.00	10	12													
24	1	20					4	0.00	0.00	800.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	47.95	12	12	3.307	2.55	2.01	0.00	10	12													
								6096.00	6040.00	6650.00																													
											DES%		9.17																										



<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>TABLERO</td> <td>EKPA2</td> <td>FACTOR DE POTENCIA</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>POTENCIA</td> <td>22264.00 W</td> <td>FACTOR DE TEMPERATURA</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>VOLTS</td> <td>220/127 V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I NOMINAL</td> <td>64.92 A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ic1</td> <td>81.15 A</td> <td>INTERRUPTOR PRINCIPAL</td> <td>100 A 3 POLOS</td> </tr> </table>																									TABLERO	EKPA2	FACTOR DE POTENCIA	0.90	POTENCIA	22264.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00	VOLTS	220/127 V			I NOMINAL	64.92 A			Ic1	81.15 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	100 A 3 POLOS
TABLERO	EKPA2	FACTOR DE POTENCIA	0.90																																									
POTENCIA	22264.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00																																									
VOLTS	220/127 V																																											
I NOMINAL	64.92 A																																											
Ic1	81.15 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	100 A 3 POLOS																																									
Δ∇ MAX = 3.00%																																												
CTO	POLOS	ITM	18	26	24	42	200	CARGA INSTALADA			CALCULO DE CORRIENTES								CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE			CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE																						
								A	B	C	In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	TIERRA	DIAM	Δ∇	%R	Δ∇ MAX	CALIBRE	TIERRA																		
1	1	15					9	378.00	0.00	0.00	3.31	4.13	5.91	1.00	0.70	0.90	127	36.23	12	14	2.082	1.45	1.14	0.00	12	14																		
3	1	15					6	0.00	252.00	0.00	2.20	2.76	3.94	1.00	0.70	0.90	127	32.85	12	14	2.082	0.88	0.69	0.00	12	14																		
5	1	15			3		10	0.00	0.00	492.00	4.30	5.38	7.69	1.00	0.70	0.90	127	20.41	12	14	2.082	1.06	0.84	0.00	12	14																		
7	1	15	5	6			1	288.00	0.00	0.00	2.52	3.15	4.50	1.00	0.70	0.90	127	92.13	10	12	3.307	2.81	2.21	0.00	12	14																		
9	1	15					8	0.00	336.00	0.00	2.94	3.67	5.25	1.00	0.70	0.90	127	25.7	10	12	3.307	0.91	0.72	0.00	12	14																		
11	1	15		1			7	0.00	0.00	320.00	2.80	3.50	5.00	1.00	0.70	0.90	127	30.16	10	12	3.307	1.02	0.80	0.00	12	14																		
13	1	20					4	800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	37.2	10	12	3.307	1.98	1.56	0.00	10	12																		
15	1	20					5	0.00	1000.00	0.00	8.75	10.94	15.62	1.00	0.70	0.90	127	33.2	10	12	3.307	2.21	1.74	0.00	10	12																		
17	1	20					7	0.00	0.00	1400.00	12.25	15.31	21.87	1.00	0.70	0.90	127	19.4	10	12	3.307	1.81	1.42	0.00	10	12																		
19	1	20					5	1000.00	0.00	0.00	8.75	10.94	15.62	1.00	0.70	0.90	127	28.2	10	12	3.307	1.88	1.48	0.00	10	12																		
21	1	20					4	0.00	800.00	0.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	7.6	10	12	3.307	0.40	0.32	0.00	10	12																		
23	1	20					9	0.00	0.00	1800.00	15.75	19.69	28.12	1.00	0.70	0.90	127	25.6	10	12	3.307	3.07	2.41	0.00	10	12																		
25	1	20					5	1000.00	0.00	0.00	8.75	10.94	5.19	1.00	0.70	0.90	127	32	10	12	3.307	2.13	1.68	0.00	10	12																		
27	1	20					7	0.00	1400.00	0.00	12.25	19.69	5.25	1.00	0.70	0.90	127	24.5	10	12	3.307	2.28	1.80	0.00	10	12																		
2	1	15	3	1			6	332.00	0.00	0.00	2.90	3.63	5.19	1.00	0.70	0.90	127	30.2	12	14	2.082	1.06	0.84	0.00	12	14																		
4	1	15					8	0.00	336.00	0.00	2.94	3.67	5.25	1.00	0.70	0.90	127	23.79	12	14	2.082	0.85	0.67	0.00	12	14																		
6	1	15					13	0.00	0.00	546.00	4.78	5.97	8.53	1.00	0.70	0.90	127	12.1	12	14	2.082	0.70	0.55	0.00	12	14																		
8	1	15					8	336.00	0.00	0.00	2.94	3.67	5.25	1.00	0.70	0.90	127	16	12	12	3.307	0.57	0.45	0.00	12	14																		
10	1	15					10	0.00	420.00	0.00	3.67	4.59	6.56	1.00	0.70	0.90	127	22.2	12	12	3.307	0.99	0.78	0.00	12	14																		
12	1	15	1				5	0.00	0.00	228.00	1.99	2.49	3.56	1.00	0.70	0.90	127	33.62	12	12	3.307	0.81	0.64	0.00	12	14																		
14	1	20					4	800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	30.5	10	12	3.307	1.62	1.28	0.00	10	12																		
16	1	20					5	0.00	1000.00	0.00	8.75	10.94	15.62	1.00	0.70	0.90	127	32	10	12	3.307	2.13	1.68	0.00	10	12																		
18	1	20					8	0.00	0.00	1600.00	14.00	17.50	25.00	1.00	0.70	0.90	127	26.2	10	12	3.307	2.79	2.20	0.00	10	12																		
20	1	20					6	1200.00	0.00	0.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	16.3	10	12	3.307	1.30	1.02	0.00	10	12																		
22	1	20					8	0.00	1600.00	0.00	14.00	17.50	25.00	1.00	0.70	0.90	127	13.8	10	12	3.307	1.47	1.16	0.00	10	12																		
24	1	20					7	0.00	0.00	1400.00	12.25	15.31	21.87	1.00	0.70	0.90	127	25	10	12	3.307	2.33	1.83	0.00	10	12																		
26	1	20					6	1200.00	0.00	0.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	31.8	10	12	3.307	2.54	2.00	0.00	10	12																		
								7334.00	7144.00	7786.00																																		
DES% 8.25																																												

**Regulados Edificio K**

TABLERO	REG EKP B1	FACTOR DE POTENCIA	0.90
POTENCIA	12200.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00
VOLTS	220/127 V		
I NOMINAL	35.57 A		
Ic1	44.47 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	50 A 3 POLOS

ΔV MAX =3.00%

CTO	POLOS	ITM	⊗	CARGA INSTALADA			CALCULO DE CORRIENTES			CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE						CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE									
				A	B	C	In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	TIERRA	DIAM	ΔV	%R	ΔV MAX	CALIBRE	TIERRA			
			200				In*1.25	Ic1/(FT*FA)																	
1	1	20	6	1200.00	0.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	26.22	10	12	3.307	2.09	1.65	0.00	10	12			
3	1	20	7	0.00	1400.00	0.00	12.25	15.31	21.87	1.00	0.70	0.90	127	19.7	10	12	3.307	1.83	1.44	0.00	10	12			
5	1	20	6	0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	17.6	10	12	3.307	1.41	1.11	0.00	10	12			
7	1	20	4	800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	50.89	10	12	3.307	2.71	2.13	0.00	10	12			
9	1	20	4	0.00	800.00	0.00	7.00	8.75	10.94	1.00	0.80	0.90	127	43.31	10	12	3.307	2.31	1.82	0.00	10	12			
11	1	20	6	0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	32.06	10	12	3.307	2.56	2.02	0.00	10	12			
2	1	20	6	1200.00	0.00	0.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	26.1	10	12	3.307	2.08	1.64	0.00	10	12			
4	1	20	6	0.00	1200.00	0.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	10	10	12	3.307	0.80	0.63	0.00	10	12			
6	1	20	4	0.00	0.00	800.00	7.00	8.75	10.94	1.00	0.80	0.90	127	22.9	10	12	3.307	1.22	0.96	0.00	10	12			
8	1	20	4	800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	8.75	1.00	1.00	0.90	127	39.8	10	12	3.307	2.12	1.67	0.00	10	12			
10	1	20	4	0.00	800.00	0.00	7.00	8.75	10.94	1.00	0.80	0.90	127	47	10	12	3.307	2.50	1.97	0.00	10	12			
12	1	20	4	0.00	0.00	800.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	54.68	10	12	3.307	2.91	2.29	0.00	10	12			
				4000.00	4200.00	4000.00																			
				DES%		4.76																			

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>TABLERO</td> <td>REG EKP2</td> <td>FACTOR DE POTENCIA</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>POTENCIA</td> <td>9600.00 W</td> <td>FACTOR DE TEMPERATURA</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>VOLTS</td> <td>220/127 V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I NOMINAL</td> <td>27.99 A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ic1</td> <td>34.99 A</td> <td>INTERRUPTOR PRINCIPAL</td> <td>40 A 3 POLOS</td> </tr> </table>																							TABLERO	REG EKP2	FACTOR DE POTENCIA	0.90	POTENCIA	9600.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00	VOLTS	220/127 V			I NOMINAL	27.99 A			Ic1	34.99 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	40 A 3 POLOS
TABLERO	REG EKP2	FACTOR DE POTENCIA	0.90																																							
POTENCIA	9600.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00																																							
VOLTS	220/127 V																																									
I NOMINAL	27.99 A																																									
Ic1	34.99 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	40 A 3 POLOS																																							
$\Delta V$ MAX =3.00%																																										
				CARGA INSTALADA			CALCULO DE CORRIENTES					CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE					CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE																									
CTO	POLOS	ITM	Ø	A	B	C	In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	TIERRA	DIAM	$\Delta V$	%R	$\Delta V$	CALIBRE	TIERRA																				
								In*1.25	Ic1/(FT*FA)											MAX																						
			200																																							
1	1	20	4	800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	10.94	1.00	0.80	0.90	127	37.16	10	12	3.307	1.98	1.56	0.00	10	12																				
3	1	20	4	0.00	800.00	0.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	22	10	12	3.307	1.17	0.92	0.00	10	12																				
5	1	20	6	0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	28.56	10	12	3.307	2.28	1.80	0.00	10	12																				
7	1	20	4	800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	18.2	10	12	3.307	0.97	0.76	0.00	10	12																				
9	1	20	4	0.00	800.00	0.00	7.00	8.75	10.94	1.00	0.80	0.90	127	16.5	10	12	3.307	0.88	0.69	0.00	10	12																				
11	1	20	4	0.00	0.00	800.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	32.5	10	12	3.307	1.73	1.36	0.00	10	12																				
2	1	20	4	800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	10.94	1.00	0.80	0.90	127	34.1	10	12	3.307	1.81	1.43	0.00	10	12																				
4	1	20	4	0.00	800.00	0.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	26.2	10	12	3.307	1.39	1.10	0.00	10	12																				
6	1	20	6	0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	16.40	1.00	0.80	0.90	127	20.2	10	12	3.307	1.61	1.27	0.00	10	12																				
8	1	20	4	800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	8.75	1.00	1.00	0.90	127	14.45	10	12	3.307	0.77	0.61	0.00	10	12																				
10	1	20	4	0.00	800.00	0.00	7.00	8.75	10.94	1.00	0.80	0.90	127	21.4	10	12	3.307	1.14	0.90	0.00	10	12																				
				3200.00	3200.00	3200.00																																				
DES%							0.00																																			

TABLERO	REG EKPA1	FACTOR DE POTENCIA	0.90
POTENCIA	12800.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00
VOLTS	220/127 V		
I NOMINAL	37.32 A		
Ic1	46.65 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	50 A 3 POLOS

ΔV MAX =3.00%

CTO	POLOS	ITM	Ø	CARGA INSTALADA			CALCULO DE CORRIENTES								CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE			CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE							
				A	B	C	In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	TIERRA	DIAM	ΔV	%R	ΔV MAX	CALIBRE	TIERRA			
			200					In*1.25	Ic1/(FT*FA)																
1	1	20	4	800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	10.94	1.00	0.80	0.90	127	21.6	10	12	3.307	1.15	0.91	0.00	10	12			
3	1	20	4	0.00	800.00	0.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	10	10	12	3.307	0.53	0.42	0.00	10	12			
5	1	20	5	0.00	0.00	1000.00	8.75	10.94	15.62	1.00	0.70	0.90	127	21.2	10	12	3.307	1.41	1.11	0.00	10	12			
7	1	20	4	800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	34.9	10	12	3.307	1.86	1.46	0.00	10	12			
9	1	20	4	0.00	800.00	0.00	7.00	8.75	10.94	1.00	0.80	0.90	127	42.8	10	12	3.307	2.28	1.79	0.00	10	12			
11	1	20	4	0.00	0.00	800.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	54.76	10	12	3.307	2.91	2.29	0.00	10	12			
13	1	20	4	800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	10.94	1.00	0.80	0.90	127	50.7	10	12	3.307	2.70	2.12	0.00	10	12			
15	1	20	4	0.00	800.00	0.00	7.00	8.75	10.94	1.00	0.80	0.90	127	45.5	10	12	3.307	2.42	1.91	0.00	10	12			
17	1	20	4	0.00	0.00	800.00	7.00	8.75	10.94	1.00	0.80	0.90	127	47.95	10	12	3.307	2.55	2.01	0.00	10	12			
2	1	20	4	800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	10.94	1.00	0.80	0.90	127	12.1	10	12	3.307	0.64	0.51	0.00	10	12			
4	1	20	6	0.00	1200.00	0.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	13	10	12	3.307	1.04	0.82	0.00	10	12			
6	1	20	5	0.00	0.00	1000.00	8.75	10.94	13.67	1.00	0.80	0.90	127	26.2	10	12	3.307	1.74	1.37	0.00	10	12			
8	1	20	4	800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	8.75	1.00	1.00	0.90	127	34.2	10	12	3.307	1.82	1.43	0.00	10	12			
10	1	20	4	0.00	800.00	0.00	7.00	8.75	10.94	1.00	0.80	0.90	127	44.3	10	12	3.307	2.36	1.86	0.00	10	12			
12	1	20	4	0.00	0.00	800.00	7.00	8.75	12.50	1.00	0.70	0.90	127	49.8	10	12	3.307	2.65	2.09	0.00	10	12			
				4000.00	4400.00	4400.00																			
				DES%		9.09																			

<table border="1"> <tr> <td>TABLERO</td> <td>REG EKPA2</td> <td>FACTOR DE POTENCIA</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>POTENCIA</td> <td>16400.00 W</td> <td>FACTOR DE TEMPERATURA</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>VOLTS</td> <td>220/127 V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I NOMINAL</td> <td>47.82 A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ic1</td> <td>59.78 A</td> <td>INTERRUPTOR PRINCIPAL</td> <td>60 A 3 POLOS</td> </tr> </table>																				TABLERO	REG EKPA2	FACTOR DE POTENCIA	0.90	POTENCIA	16400.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00	VOLTS	220/127 V			I NOMINAL	47.82 A			Ic1	59.78 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	60 A 3 POLOS	$\Delta V$ MAX =3.00 %																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
TABLERO	REG EKPA2	FACTOR DE POTENCIA	0.90																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
POTENCIA	16400.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
VOLTS	220/127 V																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
I NOMINAL	47.82 A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Ic1	59.78 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	60 A 3 POLOS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">CTO</th> <th rowspan="2">POLOS</th> <th rowspan="2">ITM</th> <th rowspan="2">Ø</th> <th colspan="3">CARGA INSTALADA</th> <th colspan="3">CALCULO DE CORRIENTES</th> <th colspan="5">CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE</th> <th colspan="5">CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>In</th> <th>Ic1</th> <th>Ic2</th> <th>F.T</th> <th>F.A</th> <th>F.P</th> <th>V</th> <th>L</th> <th>CALIBRE</th> <th>TIERRA</th> <th>DIAM</th> <th><math>\Delta V</math></th> <th>%R</th> <th><math>\Delta V</math> MAX</th> <th>CALIBRE</th> <th>TIERRA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>200</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>In*1.25</td> <td>Ic1/(FT*FA)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>20</td> <td>4</td> <td>800.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>7.00</td> <td>8.75</td> <td>10.94</td> <td>1.00</td> <td>0.80</td> <td>0.90</td> <td>127</td> <td>37.2</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>3.307</td> <td>1.98</td> <td>1.56</td> <td>0.00</td> <td>10</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1</td> <td>20</td> <td>5</td> <td>0.00</td> <td>1000.00</td> <td>0.00</td> <td>8.75</td> <td>10.94</td> <td>15.62</td> <td>1.00</td> <td>0.70</td> <td>0.90</td> <td>127</td> <td>32</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>3.307</td> <td>2.13</td> <td>1.68</td> <td>0.00</td> <td>10</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1</td> <td>20</td> <td>8</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>1600.00</td> <td>14.00</td> <td>17.50</td> <td>25.00</td> <td>1.00</td> <td>0.70</td> <td>0.90</td> <td>127</td> <td>26.2</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>3.307</td> <td>2.79</td> <td>2.20</td> <td>0.00</td> <td>10</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>1</td> <td>20</td> <td>5</td> <td>1000.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>8.75</td> <td>10.94</td> <td>15.62</td> <td>1.00</td> <td>0.70</td> <td>0.90</td> <td>127</td> <td>25</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>3.307</td> <td>1.66</td> <td>1.31</td> <td>0.00</td> <td>10</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>1</td> <td>20</td> <td>8</td> <td>0.00</td> <td>1600.00</td> <td>0.00</td> <td>14.00</td> <td>17.50</td> <td>21.87</td> <td>1.00</td> <td>0.80</td> <td>0.90</td> <td>127</td> <td>13.8</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>3.307</td> <td>1.47</td> <td>1.16</td> <td>0.00</td> <td>10</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>1</td> <td>20</td> <td>6</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>1200.00</td> <td>10.50</td> <td>13.12</td> <td>18.75</td> <td>1.00</td> <td>0.70</td> <td>0.90</td> <td>127</td> <td>16.3</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>3.307</td> <td>1.30</td> <td>1.02</td> <td>0.00</td> <td>10</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>1</td> <td>20</td> <td>5</td> <td>1000.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>8.75</td> <td>10.94</td> <td>13.67</td> <td>1.00</td> <td>0.80</td> <td>0.90</td> <td>127</td> <td>24.5</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>3.307</td> <td>1.63</td> <td>1.28</td> <td>0.00</td> <td>10</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>20</td> <td>5</td> <td>1000.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>8.75</td> <td>10.94</td> <td>13.67</td> <td>1.00</td> <td>0.80</td> <td>0.90</td> <td>127</td> <td>33.2</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>3.307</td> <td>2.21</td> <td>1.74</td> <td>0.00</td> <td>10</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1</td> <td>20</td> <td>5</td> <td>0.00</td> <td>1000.00</td> <td>0.00</td> <td>8.75</td> <td>10.94</td> <td>15.62</td> <td>1.00</td> <td>0.70</td> <td>0.90</td> <td>127</td> <td>28.2</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>3.307</td> <td>1.88</td> <td>1.48</td> <td>0.00</td> <td>10</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>1</td> <td>20</td> <td>7</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>1400.00</td> <td>12.25</td> <td>15.31</td> <td>19.14</td> <td>1.00</td> <td>0.80</td> <td>0.90</td> <td>127</td> <td>19.4</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>3.307</td> <td>1.81</td> <td>1.42</td> <td>0.00</td> <td>10</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>1</td> <td>20</td> <td>4</td> <td>800.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>7.00</td> <td>8.75</td> <td>8.75</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>0.90</td> <td>127</td> <td>7.6</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>3.307</td> <td>0.40</td> <td>0.32</td> <td>0.00</td> <td>10</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>1</td> <td>20</td> <td>9</td> <td>0.00</td> <td>1800.00</td> <td>0.00</td> <td>15.75</td> <td>19.69</td> <td>24.61</td> <td>1.00</td> <td>0.80</td> <td>0.90</td> <td>127</td> <td>25.68</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>3.307</td> <td>3.08</td> <td>2.42</td> <td>0.00</td> <td>10</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>1</td> <td>20</td> <td>6</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>1200.00</td> <td>10.50</td> <td>13.12</td> <td>18.75</td> <td>1.00</td> <td>0.70</td> <td>0.90</td> <td>127</td> <td>31.8</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>3.307</td> <td>2.54</td> <td>2.00</td> <td>0.00</td> <td>10</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>1</td> <td>20</td> <td>5</td> <td>1000.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>8.75</td> <td>10.94</td> <td>13.67</td> <td>1.00</td> <td>0.80</td> <td>0.90</td> <td>127</td> <td>32</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>3.307</td> <td>2.13</td> <td>1.68</td> <td>0.00</td> <td>10</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td>5600.00</td> <td>5400.00</td> <td>5400.00</td> <td colspan="16"></td> </tr> <tr> <td colspan="20" style="text-align: center;">DES% 3.57</td> </tr> </tbody> </table>																				CTO	POLOS	ITM	Ø	CARGA INSTALADA			CALCULO DE CORRIENTES			CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE					CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE					A	B	C	In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	TIERRA	DIAM	$\Delta V$	%R	$\Delta V$ MAX	CALIBRE	TIERRA				200					In*1.25	Ic1/(FT*FA)												1	1	20	4	800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	10.94	1.00	0.80	0.90	127	37.2	10	12	3.307	1.98	1.56	0.00	10	12	3	1	20	5	0.00	1000.00	0.00	8.75	10.94	15.62	1.00	0.70	0.90	127	32	10	12	3.307	2.13	1.68	0.00	10	12	5	1	20	8	0.00	0.00	1600.00	14.00	17.50	25.00	1.00	0.70	0.90	127	26.2	10	12	3.307	2.79	2.20	0.00	10	12	7	1	20	5	1000.00	0.00	0.00	8.75	10.94	15.62	1.00	0.70	0.90	127	25	10	12	3.307	1.66	1.31	0.00	10	12	9	1	20	8	0.00	1600.00	0.00	14.00	17.50	21.87	1.00	0.80	0.90	127	13.8	10	12	3.307	1.47	1.16	0.00	10	12	11	1	20	6	0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	16.3	10	12	3.307	1.30	1.02	0.00	10	12	13	1	20	5	1000.00	0.00	0.00	8.75	10.94	13.67	1.00	0.80	0.90	127	24.5	10	12	3.307	1.63	1.28	0.00	10	12	2	1	20	5	1000.00	0.00	0.00	8.75	10.94	13.67	1.00	0.80	0.90	127	33.2	10	12	3.307	2.21	1.74	0.00	10	12	4	1	20	5	0.00	1000.00	0.00	8.75	10.94	15.62	1.00	0.70	0.90	127	28.2	10	12	3.307	1.88	1.48	0.00	10	12	6	1	20	7	0.00	0.00	1400.00	12.25	15.31	19.14	1.00	0.80	0.90	127	19.4	10	12	3.307	1.81	1.42	0.00	10	12	8	1	20	4	800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	8.75	1.00	1.00	0.90	127	7.6	10	12	3.307	0.40	0.32	0.00	10	12	10	1	20	9	0.00	1800.00	0.00	15.75	19.69	24.61	1.00	0.80	0.90	127	25.68	10	12	3.307	3.08	2.42	0.00	10	12	12	1	20	6	0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	31.8	10	12	3.307	2.54	2.00	0.00	10	12	14	1	20	5	1000.00	0.00	0.00	8.75	10.94	13.67	1.00	0.80	0.90	127	32	10	12	3.307	2.13	1.68	0.00	10	12					5600.00	5400.00	5400.00																	DES% 3.57																			
CTO	POLOS	ITM	Ø	CARGA INSTALADA			CALCULO DE CORRIENTES			CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE					CALCULO DEL CONDUCTOR POR REGULACION DE VOLTAGE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
				A	B	C	In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	TIERRA	DIAM	$\Delta V$	%R	$\Delta V$ MAX	CALIBRE	TIERRA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			200					In*1.25	Ic1/(FT*FA)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
1	1	20	4	800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	10.94	1.00	0.80	0.90	127	37.2	10	12	3.307	1.98	1.56	0.00	10	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
3	1	20	5	0.00	1000.00	0.00	8.75	10.94	15.62	1.00	0.70	0.90	127	32	10	12	3.307	2.13	1.68	0.00	10	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
5	1	20	8	0.00	0.00	1600.00	14.00	17.50	25.00	1.00	0.70	0.90	127	26.2	10	12	3.307	2.79	2.20	0.00	10	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
7	1	20	5	1000.00	0.00	0.00	8.75	10.94	15.62	1.00	0.70	0.90	127	25	10	12	3.307	1.66	1.31	0.00	10	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
9	1	20	8	0.00	1600.00	0.00	14.00	17.50	21.87	1.00	0.80	0.90	127	13.8	10	12	3.307	1.47	1.16	0.00	10	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
11	1	20	6	0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	16.3	10	12	3.307	1.30	1.02	0.00	10	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
13	1	20	5	1000.00	0.00	0.00	8.75	10.94	13.67	1.00	0.80	0.90	127	24.5	10	12	3.307	1.63	1.28	0.00	10	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
2	1	20	5	1000.00	0.00	0.00	8.75	10.94	13.67	1.00	0.80	0.90	127	33.2	10	12	3.307	2.21	1.74	0.00	10	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
4	1	20	5	0.00	1000.00	0.00	8.75	10.94	15.62	1.00	0.70	0.90	127	28.2	10	12	3.307	1.88	1.48	0.00	10	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
6	1	20	7	0.00	0.00	1400.00	12.25	15.31	19.14	1.00	0.80	0.90	127	19.4	10	12	3.307	1.81	1.42	0.00	10	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
8	1	20	4	800.00	0.00	0.00	7.00	8.75	8.75	1.00	1.00	0.90	127	7.6	10	12	3.307	0.40	0.32	0.00	10	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
10	1	20	9	0.00	1800.00	0.00	15.75	19.69	24.61	1.00	0.80	0.90	127	25.68	10	12	3.307	3.08	2.42	0.00	10	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
12	1	20	6	0.00	0.00	1200.00	10.50	13.12	18.75	1.00	0.70	0.90	127	31.8	10	12	3.307	2.54	2.00	0.00	10	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
14	1	20	5	1000.00	0.00	0.00	8.75	10.94	13.67	1.00	0.80	0.90	127	32	10	12	3.307	2.13	1.68	0.00	10	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
				5600.00	5400.00	5400.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
DES% 3.57																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

General Regulados Edificio K

<table border="1"> <tr> <td>TABLERO</td> <td>REG PRIN EK</td> <td>FACTOR DE POTENCIA</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>POTENCIA</td> <td>51000.00 W</td> <td>FACTOR DE TEMPERATURA</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>VOLTS</td> <td>220/127 V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I NOMINAL</td> <td>148.711 A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ic1</td> <td>185.889 A</td> <td>INTERRUPTOR PRINCIPAL</td> <td>200 A 3 POLOS</td> </tr> </table>																				TABLERO	REG PRIN EK	FACTOR DE POTENCIA	0.90	POTENCIA	51000.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00	VOLTS	220/127 V			I NOMINAL	148.711 A			Ic1	185.889 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	200 A 3 POLOS	$\Delta V$ MAX = 3.00%																																																																																																																				
TABLERO	REG PRIN EK	FACTOR DE POTENCIA	0.90																																																																																																																																																									
POTENCIA	51000.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00																																																																																																																																																									
VOLTS	220/127 V																																																																																																																																																											
I NOMINAL	148.711 A																																																																																																																																																											
Ic1	185.889 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL	200 A 3 POLOS																																																																																																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">CTO</th> <th rowspan="2">POLOS</th> <th rowspan="2">INSTALADA</th> <th colspan="3">CALCULO DE CORRIENTES</th> <th colspan="5">CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE</th> <th colspan="3">CALCULO DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA</th> <th colspan="3">CALCULO DE LA CAIDA DE TENSION TOTAL EN EL ALIMENTADOR</th> <th colspan="3">CALCULO DEL TUBO</th> </tr> <tr> <th>In</th> <th>Ic1</th> <th>Ic2</th> <th>F.T</th> <th>F.A</th> <th>F.P</th> <th>V</th> <th>L</th> <th>CALIBRE</th> <th>mm<sup>2</sup></th> <th># cond</th> <th>INTERRUPTOR AMP</th> <th>CALIBRE</th> <th>HILOS</th> <th>mm<sup>2</sup></th> <th>C.MAX EN TAB</th> <th>CAIDA CTO</th> <th>CAIDA TOTAL</th> <th>SECC. DEL COND. CON AISL. THWLS</th> <th>MM<sup>2</sup> TOTALES</th> <th>TUBO SEGUN TABLA 10-4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RPB01</td> <td>3</td> <td>12200.00</td> <td>35.574</td> <td>44.468</td> <td>55.585</td> <td>1.00</td> <td>0.80</td> <td>0.90</td> <td>220</td> <td>78.1</td> <td>3/0</td> <td>85.01</td> <td>4</td> <td>50</td> <td>2</td> <td>7</td> <td>43.2</td> <td>2.29</td> <td>0.515</td> <td>2.805</td> <td>201</td> <td>847.2</td> <td>2'</td> </tr> <tr> <td>RPB02</td> <td>3</td> <td>9600.00</td> <td>27.993</td> <td>34.991</td> <td>43.739</td> <td>1.00</td> <td>0.80</td> <td>0.90</td> <td>220</td> <td>5.04</td> <td>6</td> <td>13.3</td> <td>4</td> <td>40</td> <td>10</td> <td>7</td> <td>6.82</td> <td>1.56</td> <td>0.167</td> <td>1.727</td> <td>46.8</td> <td>194.02</td> <td>1'</td> </tr> <tr> <td>RPA01</td> <td>3</td> <td>12800.00</td> <td>37.324</td> <td>46.655</td> <td>58.318</td> <td>1.00</td> <td>0.80</td> <td>0.90</td> <td>220</td> <td>83</td> <td>3/0</td> <td>85.01</td> <td>4</td> <td>50</td> <td>4</td> <td>7</td> <td>27.3</td> <td>2.29</td> <td>0.574</td> <td>2.864</td> <td>201</td> <td>831.3</td> <td>2'</td> </tr> <tr> <td>RPA02</td> <td>3</td> <td>16400.00</td> <td>47.821</td> <td>59.776</td> <td>74.720</td> <td>1.00</td> <td>0.80</td> <td>0.90</td> <td>220</td> <td>10</td> <td>3</td> <td>26.67</td> <td>4</td> <td>60</td> <td>8</td> <td>7</td> <td>10.8</td> <td>2.42</td> <td>0.282</td> <td>2.702</td> <td>73.2</td> <td>303.6</td> <td>1 1/4'</td> </tr> </tbody> </table>																				CTO	POLOS	INSTALADA	CALCULO DE CORRIENTES			CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE					CALCULO DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA			CALCULO DE LA CAIDA DE TENSION TOTAL EN EL ALIMENTADOR			CALCULO DEL TUBO			In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	mm <sup>2</sup>	# cond	INTERRUPTOR AMP	CALIBRE	HILOS	mm <sup>2</sup>	C.MAX EN TAB	CAIDA CTO	CAIDA TOTAL	SECC. DEL COND. CON AISL. THWLS	MM <sup>2</sup> TOTALES	TUBO SEGUN TABLA 10-4	RPB01	3	12200.00	35.574	44.468	55.585	1.00	0.80	0.90	220	78.1	3/0	85.01	4	50	2	7	43.2	2.29	0.515	2.805	201	847.2	2'	RPB02	3	9600.00	27.993	34.991	43.739	1.00	0.80	0.90	220	5.04	6	13.3	4	40	10	7	6.82	1.56	0.167	1.727	46.8	194.02	1'	RPA01	3	12800.00	37.324	46.655	58.318	1.00	0.80	0.90	220	83	3/0	85.01	4	50	4	7	27.3	2.29	0.574	2.864	201	831.3	2'	RPA02	3	16400.00	47.821	59.776	74.720	1.00	0.80	0.90	220	10	3	26.67	4	60	8	7	10.8	2.42	0.282	2.702	73.2	303.6	1 1/4'
CTO	POLOS	INSTALADA	CALCULO DE CORRIENTES			CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE					CALCULO DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA			CALCULO DE LA CAIDA DE TENSION TOTAL EN EL ALIMENTADOR			CALCULO DEL TUBO																																																																																																																																											
			In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	mm <sup>2</sup>	# cond	INTERRUPTOR AMP	CALIBRE	HILOS	mm <sup>2</sup>	C.MAX EN TAB	CAIDA CTO	CAIDA TOTAL	SECC. DEL COND. CON AISL. THWLS	MM <sup>2</sup> TOTALES	TUBO SEGUN TABLA 10-4																																																																																																																																					
RPB01	3	12200.00	35.574	44.468	55.585	1.00	0.80	0.90	220	78.1	3/0	85.01	4	50	2	7	43.2	2.29	0.515	2.805	201	847.2	2'																																																																																																																																					
RPB02	3	9600.00	27.993	34.991	43.739	1.00	0.80	0.90	220	5.04	6	13.3	4	40	10	7	6.82	1.56	0.167	1.727	46.8	194.02	1'																																																																																																																																					
RPA01	3	12800.00	37.324	46.655	58.318	1.00	0.80	0.90	220	83	3/0	85.01	4	50	4	7	27.3	2.29	0.574	2.864	201	831.3	2'																																																																																																																																					
RPA02	3	16400.00	47.821	59.776	74.720	1.00	0.80	0.90	220	10	3	26.67	4	60	8	7	10.8	2.42	0.282	2.702	73.2	303.6	1 1/4'																																																																																																																																					

### Tablero Principal Edificio K

TABLERO PRIN.EK		FACTOR DE POTENCIA 0.90	
POTENCIA	122340.00 W	FACTOR DE TEMPERATURA 1.00	
VOLTS	220/127 V		
I NOMINAL	356.732 A		
Ic1	445.916 A	INTERRUPTOR PRINCIPAL 450 A 3 POLOS	

Δ▽ MAX = 3.00%

CTO	POLOS	INSTALADA	CALCULO DE CORRIENTES							CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE				CALCULO DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA			CALCULO DE LA CAIDA DE TENSION TOTAL EN EL ALIMENTADOR			CALCULO DEL TUBO			
			In	Ic1	Ic2	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE	mm^2	# cond	INTERRUPTOR AMP	CALIBRE	HILOS	mm^2	C MAX EN TAB	CAIDA CTO	CAIDA TOTAL	SECC DEL COND. CON AISL. THWLS	MM^2 TOTALES	TUBO SEGUN TABLA 10-4
PB01	3	16646.00	<b>48.538</b>	60.673	75.841	1.00	0.80	0.90	220	78.1	3/0	85.01	4	60	4	7	27.3	2.29	0.702	2.992	201	831.3	2'
PD02	3	13644.00	<b>39.785</b>	49.731	62.164	1.00	0.80	0.90	220	5	4	21.15	4	50	10	7	6.82	2.6	0.148	2.748	62.8	258.02	1 1/4'
PA01	3	18786.00	<b>54.778</b>	88.473	85.591	1.00	0.80	0.90	220	83	3/0	107.2	4	70	3	7	34.3	2.38	0.668	3.048	201	838.3	2'
PA02	3	22264.00	<b>64.920</b>	81.150	101.437	1.00	0.80	0.90	220	10	1	42.41	4	90	8	7	10.8	2.41	0.241	2.651	123	502.8	1 1/2'
GREK	3	51000.00	<b>148.711</b>	185.889	232.362	1.00	0.80	0.90	220	5	2*1/0	53.48	4	200	2*8	7	10.8	2.864	0.109	2.973	143	582.8	2T-2'

### Centro de Control de Motores (CCM)

TABLERO C.C.M.1		FACTOR DE POTENCIA 0.9	
POTENCIA	334715,35 VA	FACTOR DE TEMPERATURA 1.00	
VOLTS	480/277 V		
I NOMINAL	436,700 A		

Δ▽ MAX = 3.00%

CTO	POLOS	CAP DEL MOTOR	CALCULO DE CORRIENTES							CALCULO DEL CONDUCTOR			CALCULO DE LAS PROTECCIONES		CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA			CALCULO DEL TUBO		
			EN CP	In	Icm1	Ic-int	F.P	V	L	CALIBRE A 75°C	mm^2	# cond	CONTRA C.C. Y FALLA A	CONTRA SOBRECARGA	CALIBRE	HILOS	mm^2	CAIDA DEL CTO	SECC COND PARA AISL THWLS	MM^2 TOTALES
1	3	100	<b>136,400</b>	170.50	341.00	0.90	480	100	2/0	67.43	3	350	175	2	7	43.2	1,460	169	550.2	2'
2	3	25	<b>37,400</b>	46.75	93.50	0.90	480	100	6	13.3	3	100	50	6	7	17.2	2,029	46,8	157,6	1'
3	3	25	<b>37,400</b>	46.75	93.50	0.90	480	100	6	13.3	3	100	50	6	7	17.2	2,029	46,8	157,6	1'
4	3	25	<b>37,400</b>	46.75	93.50	0.90	480	100	6	13.3	3	100	50	6	7	17.2	2,029	46,8	157,6	1'
5	3	25	<b>37,400</b>	46.75	93.50	0.90	480	100	6	13.3	3	100	50	6	7	17.2	2,029	46,8	157,6	1'
6	3	25	<b>37,400</b>	46.75	93.50	0.90	480	100	6	13.3	3	100	50	6	7	17.2	2,029	46,8	157,6	1'
7	3	25	<b>37,400</b>	46.75	93.50	0.90	480	100	6	13.3	3	100	50	6	7	17.2	2,029	46,8	157,6	1'
8	3	5	<b>8,360</b>	10.45	20.90	0.90	480	100	10	5.26	3	20	15	12	7	4.29	1,147	15,7	51,39	1/2'
9	3	5	<b>8,360</b>	10.45	20.90	0.90	480	100	10	5.26	3	20	15	12	7	4.29	1,147	15,7	51,39	1/2'
10	3	5	<b>8,360</b>	10.45	20.90	0.90	480	100	10	5.26	3	20	15	12	7	4.29	1,147	15,7	51,39	1/2'
11	3	5	<b>8,360</b>	10.45	20.90	0.90	480	100	10	5.26	3	20	15	12	7	4.29	1,147	15,7	51,39	1/2'
12	3	5	<b>8,360</b>	10.45	20.90	0.90	480	100	10	5.26	3	20	15	12	7	4.29	1,147	15,7	51,39	1/2'
<b>ALIMENTADOR PRINCIPAL</b>																				
GENERAL	3	--	<b>402,600</b>	436.70	<b>616,20</b>	0.90	480	41	2*4/0	107,2	3	600	--	1	19	55,9	0,556	240	775,9	2T-2'

### ALIMENTADOR GENERAL

TABLERO	ALIM GENERAL	FACTOR DE POTENCIA	0.90
POTENCIA	1376715.35 VA	FACTOR DE TEMPERATURA	1.00
VOLTS	480/277 V	INTERRUPTOR PRINCIPAL	MARCO 2000 A
I NOMINAL	1655.931 A		DISPARO 1750 A

Δ∇ MAX =5.00%

CTO	POLOS	TRANSFORMADOR INSTALADO EN KVA	AIRE ACOND INSTALADO EN KVA	CARGA INSTALADA EN KVA'S	CALCULO DE CORRIENTES						CALCULO DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE					
					In	I <sub>int</sub>	I <sub>c</sub>	F.T	F.A	F.P	V	L	CALIBRE A 75°C	mm <sup>2</sup>	# cond	INTERRUPTOR AMP
B,C	3	45	30	75	90.211	112.76	140.95	1.00	0.80	0.90	480	110	1/0	53.48	4	125
E	3	75	110	185	222.520	278.15	347.69	1.00	0.80	0.90	480	156	2*2/0	67.43	4	300
J	3	45	35	80	96.225	120.28	150.35	1.00	0.80	0.90	480	302	4/0	107.2	4	125
K	3	150	176	326	392.117	490.15	612.68	1.00	0.80	0.90	480	192	3*4/0	107.2	4	500
H	3	150	176	326	392.117	490.15	612.68	1.00	0.80	0.90	480	121	3*4/0	107.2	4	500
ALUM. EXT	3	50	--	50	60.141	75.18	93.97	1.00	0.80	0.90	480	10	2	33.62	4	80
C.C.M.	3	--	--	334.70	402.6	436.70	616.20	1.00	1.00	0.90	480	41	2*4/0	107.2	3	600

CTO	POLOS	TRANSFORMADOR INSTALADO EN KVA	AIRE ACOND INSTALADO EN KVA	CARGA INSTALADA EN KVA'S	CALCULO DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA			CALCULO DE LA CAIDA DE TENSION TOTAL EN EL ALIMENTADOR			CALCULO DEL TUBO		
					CALIBRE	HILOS	mm <sup>2</sup>	C.MAX EN TAB	CAIDA CTO	CAIDA TOTAL	SECC. DEL COND. CON AISL. THWLS	MM <sup>2</sup> TOTALES	TUBO SEGÚN TABLA 10-4
B,C	3	45	30	75	6	7	17.2	2.842	1.339	4.181	143	589.2	2'
E	3	75	110	185	6	7	17.2	2.933	1.858	4.791	169	693.2	2'
J	3	45	35	80	3	7	34.3	2.573	1.956	4.529	240	994.3	2 1/2'
K	3	150	176	326	4	7	27.3	3.048	1.689	4.737	240	987.3	3T-2 1/2'
H	3	150	176	326	4	7	27.3	3.155	1.065	4.220	240	987.3	3T-2 1/2'
ALUM. EXT	3	50	--	50	8	7	10.8	--	0.129	0.129	43.2	183.6	1'
C.C.M.	3	--	--	--	1	19	55.9	--	0.556	0.556	240	775.9	2T-2'

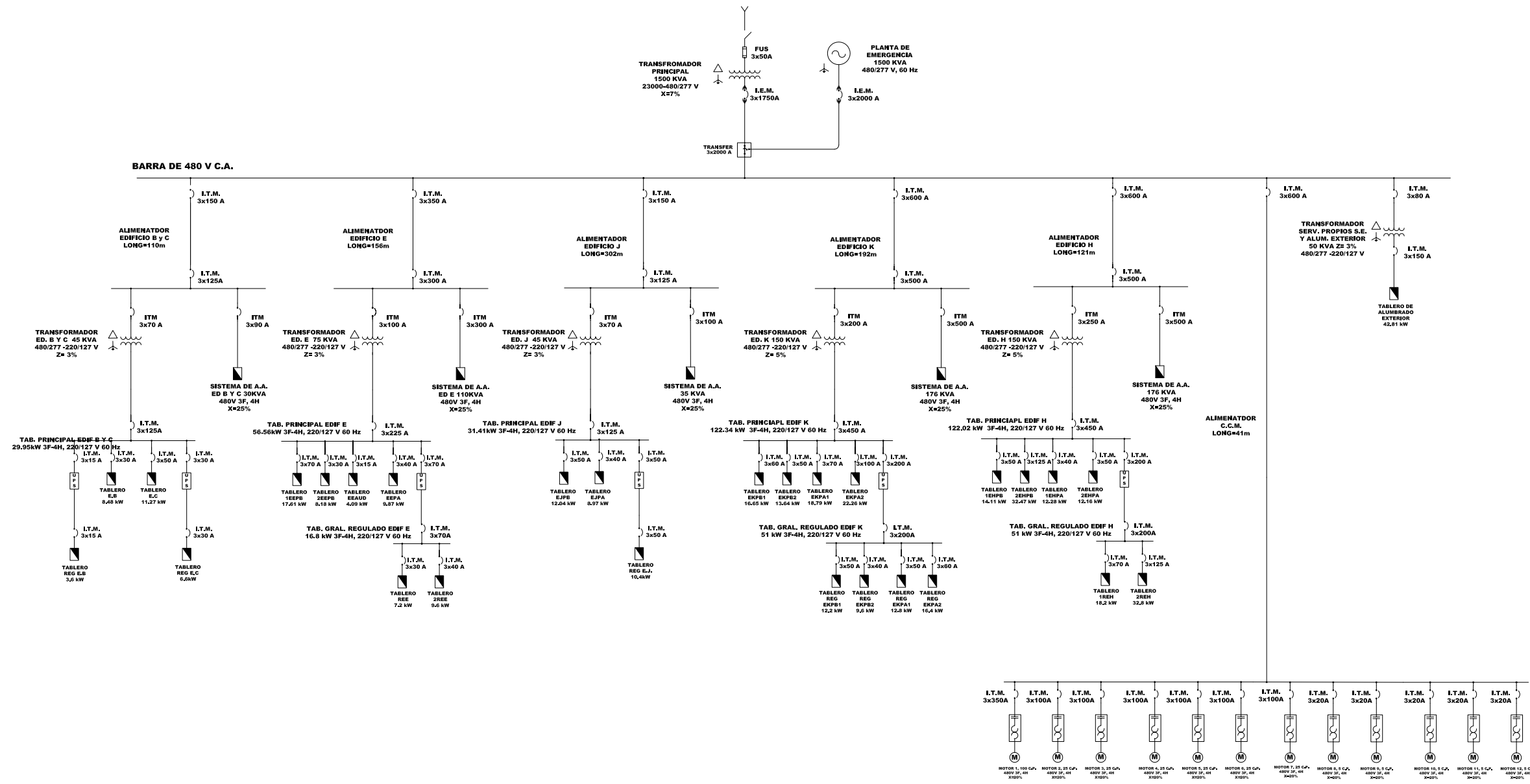




## APÉNDICE C (DIAGRAMA UNIFILAR Y PLANOS)

NOTA:

POR DISPONIBILIDAD DE ESPACIO EN ESTE LIBRO, LOS PLANOS NO IMPRESOS SE ENCUENTRAN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA EN EL CD ANEXO A ESTE TRABAJO



### SIMBOLOGIA

- ACOMETIDA
- TRANSFORMADOR
- GENERADOR DE EMERGENCIA
- MOTOR ASINCRONO TRIFASICO
- FUSIBLE
- INTERRUPTOR ELECTROMAGNETICO REMOVIBLE
- INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
- CUCHILLA SECCIONADORA SIN CARGA
- TRANSFERENCIA AUTOMATICA
- ARRANCADOR DE MOTOR
- BARRA DE COBRE
- TABLERO DE DISTRIBUCION TIPO NQOD
- SISTEMA DE ENERGIA ININTERRUMPIBLE

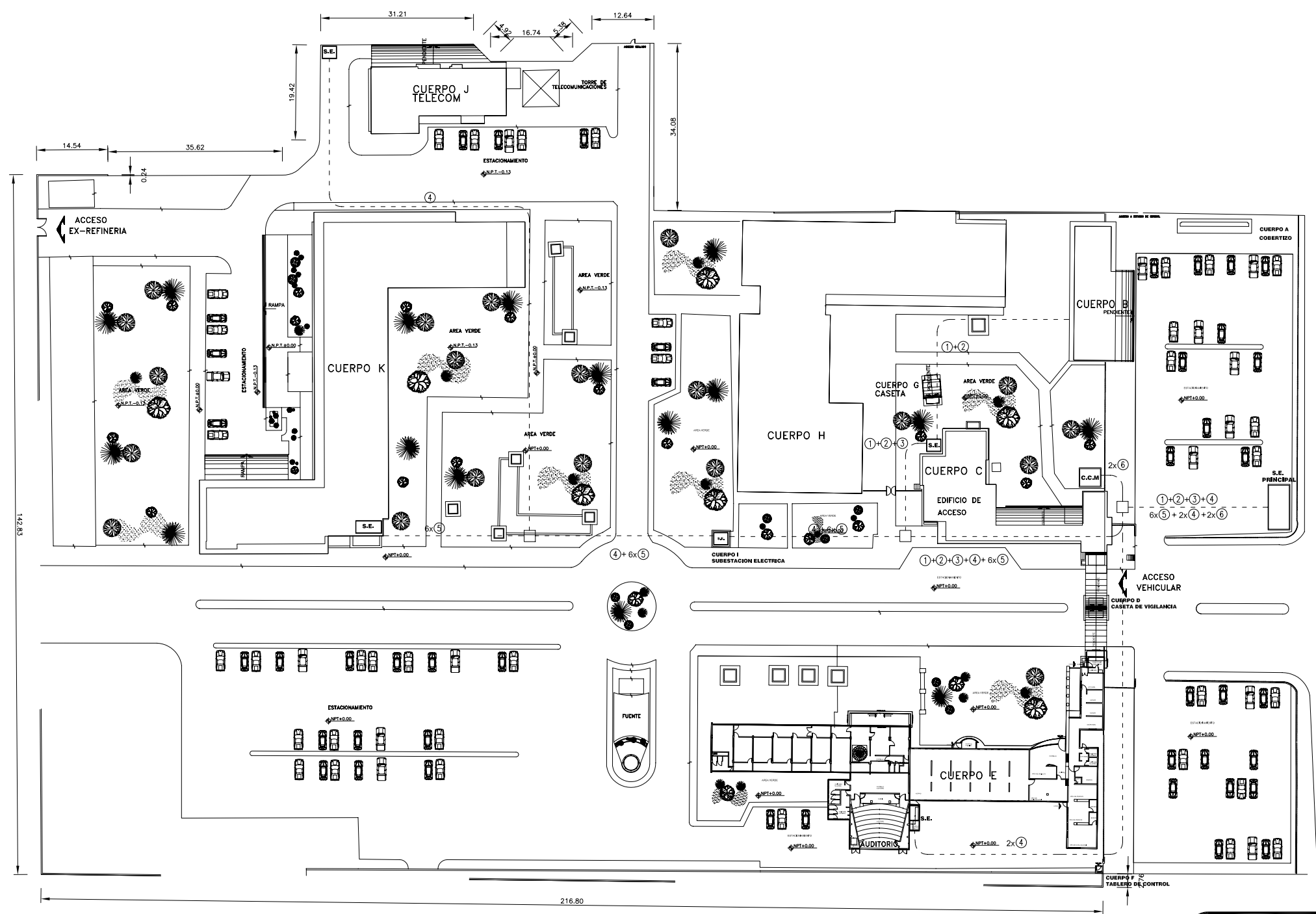
**PROYECTO DE TESIS**

PROYECTO  
**ACCESO 5 DE LA EX-REFINERIA 18 DE MARZO**

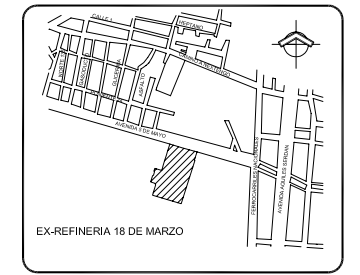
UBICACION

CONTENIDO <b>DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL</b>	1	2
PRESENTAN <b>GUILCK GUZMÁN DUARTE ELIEL MENDOZA LÓPEZ</b>	No. de plano	No. total
	<b>D.U.</b>	

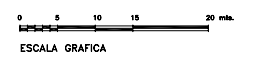
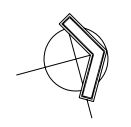
FECHA	31 DE OCTUBRE DE 2005
ESCALA	S/E
COTAS	



**PLANTA DE CONJUNTO**



**CROQUIS DE LOCALIZACION**



CEDULA DE CABLEADO SERV. NORMAL	
①	4-8,367mm <sup>2</sup> (8 AWG), 1-17,2mm <sup>2</sup> (6 AWG)T, T-35,1mm <sup>ø</sup> (1 1/4")
②	4-62,8mm <sup>2</sup> (4 AWG), 1-17,2mm <sup>2</sup> (6 AWG)T, T-35,1mm <sup>ø</sup> (1 1/4")
③	4-169mm <sup>2</sup> (2/0 AWG), 1-17,2mm <sup>2</sup> (6 AWG)T, T-52,5mm <sup>ø</sup> (2")
④	4-240mm <sup>2</sup> (4/0 AWG), 1-17,2mm <sup>2</sup> (6 AWG)T, T-62,7mm <sup>ø</sup> (2 1/2")
⑤	4-297mm <sup>2</sup> (250 kCM), 1-17,2mm <sup>2</sup> (6 AWG)T, T-62,7mm <sup>ø</sup> (2 1/2")
⑥	4-341mm <sup>2</sup> (300 kCM), 1-55,9mm <sup>2</sup> (1 AWG)T, T-62,7mm <sup>ø</sup> (2 1/2")

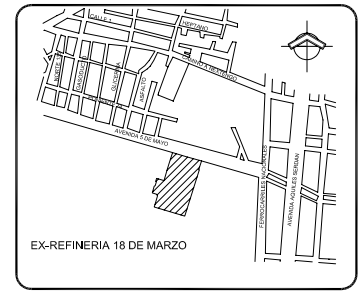
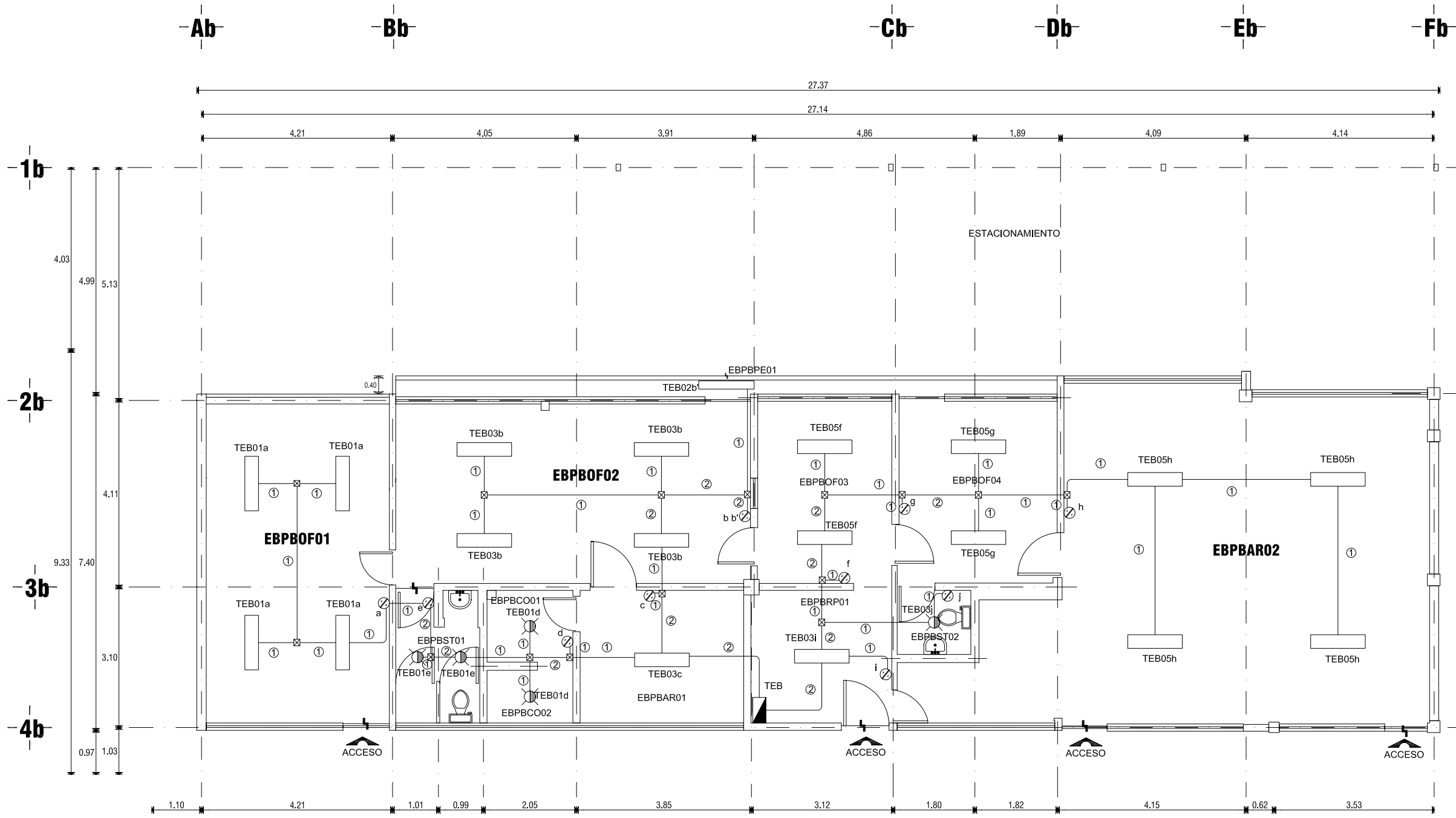
NOMENCLATURA CEDULA DE CABLEADO	
②	4-62,8mm <sup>2</sup> (4 AWG), 1-17,2mm <sup>2</sup> (6 AWG)T, T-35,1mm <sup>ø</sup> (1 1/4")
	INDICA DIAMETRO DE TUBERIA
	INDICA CALIBRE DE CONDUCTOR DE TIERRA
	INDICA CALIBRE DE CONDUCTORES ACTIVOS
	INDICA No. DE CONDUCTORES
	INDICA No. DE CEDULA

SIMBOLOGIA	
	REGISTROS
	CANALIZACION SUBTERRANEA POR MURO

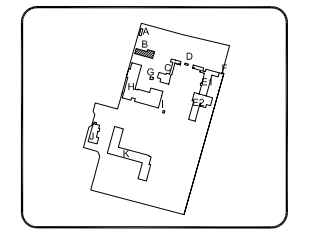
PROYECTO DE TESIS	
PROYECTO	ACCESO 5 DE LA EX-REFINERIA 18 DE MARZO
UBICACION	PLANTA

CONTENIDO	
DISTRIBUCIÓN GENERAL	2
PRESENTAN	2
GUILECK GUZMÁN DUARTE	
ELIEL MENDOZA LÓPEZ	
	P-DIST.

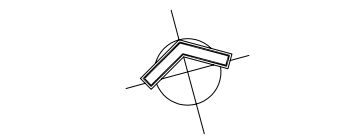
FECHA	31 DE OCTUBRE DE 2005
ESCALA	S/E
COTAS	METROS



CROQUIS DE LOCALIZACION



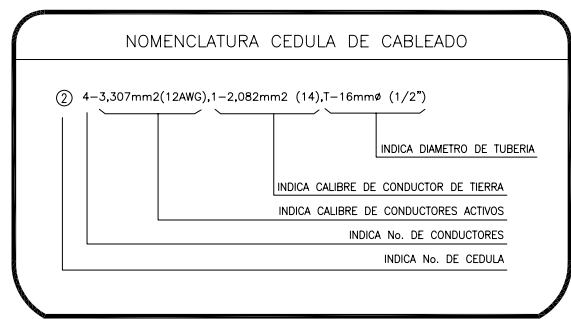
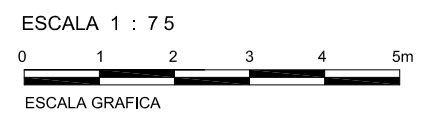
CROQUIS DE UBICACION



SIMBOLOGIA	
	LAMPARA FLUORESCENTE DE 2X32W T-8 ENC.RAP. 30X120CM, 127 V, 1F-2H, 60 HZ
	LAMPARA EMPOTRABLE DE 1X24W T-4 REFABRICO 29 CM. DIAM., 127 V, 1F-2H, 60 HZ
	LAMPARA EMPOTRABLE DE 1X13W T-4 GEMELOS CIRCULAR 14 CM. DIAM., 127 V, 1F-2H, 60 HZ
	CAJA DE CONEXIONES DE LAMINA GALVANIZADA EN PLAFOND
	APAGADOR SENCILLO
	TUBO CONDUIT PARED DELGADA GALVANIZADA POR PLAFOND
	TUBO CONDUIT PARED DELGADA GALVANIZADA POR MURO
	CENTRO DE CARGA PARA UPS TIPO
	CENTRO DE CARGA

CODIGO DE COLORES	
ENERGIA NORMAL	= NEGRO
FASE A	= ROJO
FASE B	= AZUL
NEUTRO	= BLANCO
TIERRA	= DESNUDO

**PLANTA ARQUITECTONICA**



CEDULA DE CABLEADO

① 2-3,307mm<sup>2</sup> (12AWG), 1-2,082mm<sup>2</sup> (14), T-16mm<sup>ø</sup> (1/2")

② 3-3,307mm<sup>2</sup> (12AWG), 1-2,082mm<sup>2</sup> (14), T-16mm<sup>ø</sup> (1/2")

NOMENCLATURA DE LUMINARIO

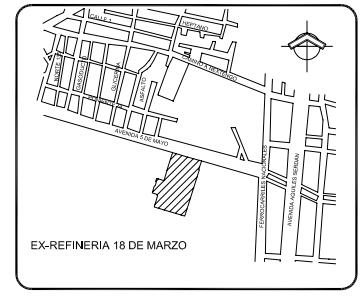
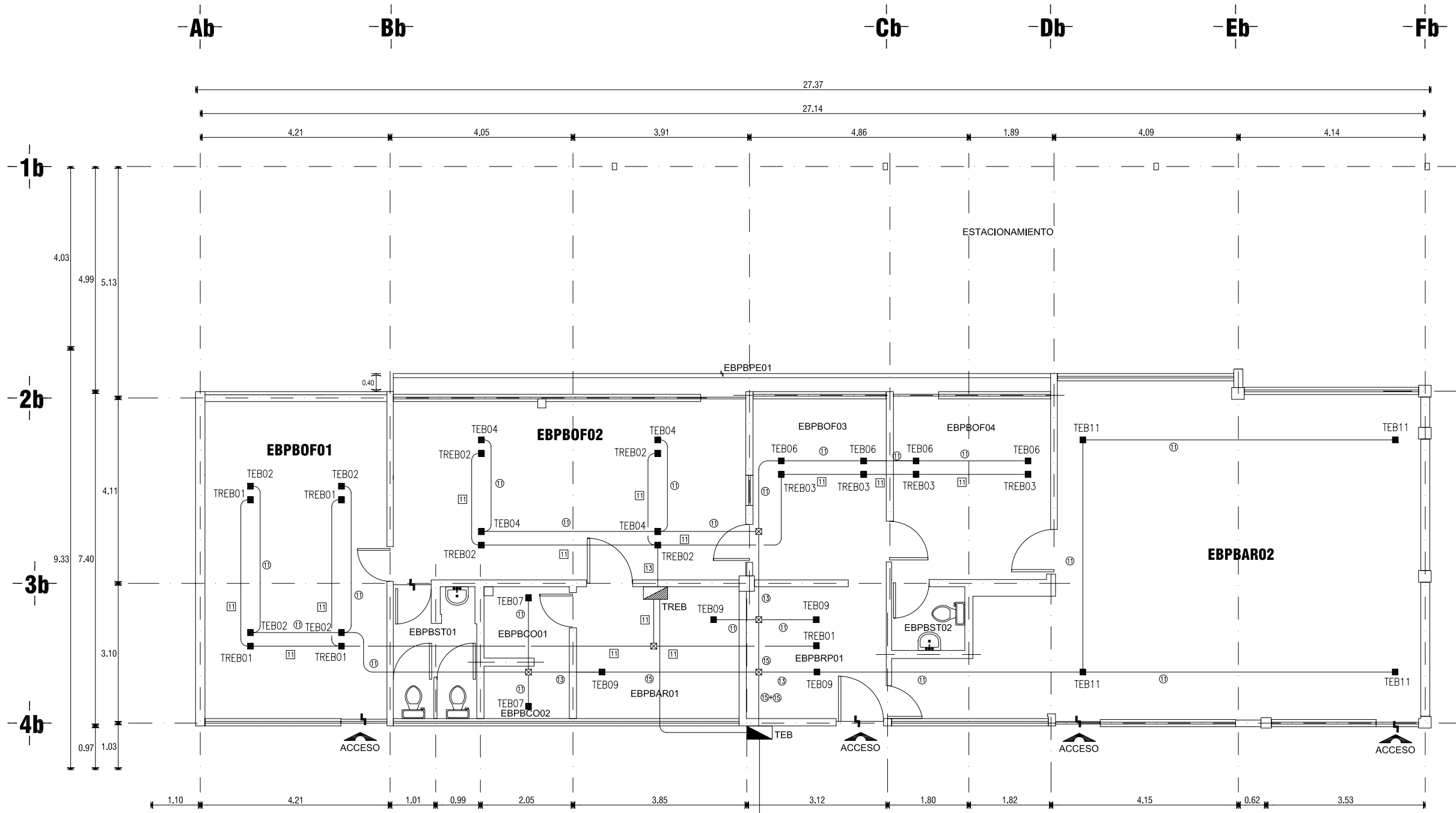
INDICA EL TIPO DE LUMINARIO

TEB04 INDICA No. DE CIRCUITO

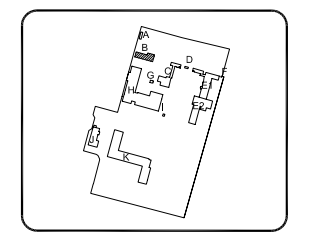
INDICA No. DE SECCION Y NIVEL

INDICA NOMBRE DE TABLERO

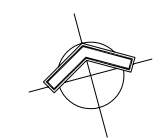
PROYECTO DE TESIS	
PROYECTO	ACCESO 5 DE LA EX-REFINERIA 18 DE MARZO
UBICACION	EDIFICIO B
CONTENIDO	ALUMBRADO
PRESENTAN	GUILECK GUZMÁN DUARTE ELIEL MENDOZA LÓPEZ
No. de plano	1
No. total	12
FECHA	31 DE OCTUBRE DE 2005
ESCALA	1 : 75
COTAS	METROS



CROQUIS DE LOCALIZACION



CROQUIS DE UBICACION



**SIMBOLOGIA**

- INDICA QUE SUBE O BAJA TUBERIA
- CAJA DE CONEXIONES DE LAMINA GALVANIZADA EN PLAFOND A CONTACTO DUPLEX NORMAL O CORRIENTE REGULADA 15 A, 127 V, 1F-2H, 60 HZ.
- CAJA DE CONEXIONES DE LAMINA GALVANIZADA EN PLAFOND
- TUBO CONDUIT PARED DELGADA GALVANIZADA POR PLAFOND
- TUBO CONDUIT PARED DELGADA GALVANIZADA POR MURO
- CENTRO DE CARGA PARA UPS TIPO
- CENTRO DE CARGA

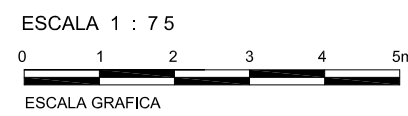
**CODIGO DE COLORES**

ENERGIA NORMAL		ENERGIA REGULADA	
FASE A	= NEGRO	FASE A	= CAFE
FASE B	= ROJO	FASE B	= NARANJA
FASE C	= AZUL	FASE C	= AMARILLO
NEUTRO	= BLANCO	NEUTRO	= GRIS
TIERRA	= DESNUDO	TIERRA AISLADA	= VERDE
		TIERRA	= DESNUDO

**NOM. CAJAS DE CONEXION**

- INDICA CONTACTO DUPLEX
- INDICA No DE CIRCUITO
- INDICA No DE SECCION Y NIVEL
- INDICA NOMBRE DE TABLERO

**PLANTA ARQUITECTONICA**



**NOMENCLATURA CEDULA DE CABLEADO**

⑬ 4-5,26mm2(10AWG), 1-3,307mm2(12)T, 1-3,307mm2(12)T.F.A, T-21mmø (3/4")

- INDICA DIAMETRO DE TUBERIA
- INDICA CALIBRE DE CONDUCTOR DE TIERRA FISICA AISLADA
- INDICA CALIBRE DE CONDUCTORES ACTIVOS
- INDICA No. DE CONDUCTORES
- INDICA No. DE CEDULA

**CEDULA DE CABLEADO SERV. NORMAL**

- ⑪ 2-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-16mmø (1/2")
- ⑫ 4-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-21mmø (3/4")
- ⑭ 6-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-21mmø (3/4")
- ⑯ 8-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-27mmø ( 1" )

**CEDULA DE CABLEADO SERV. REGULADO UPS**

- ⑬ 2-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A, T-16mmø (1/2")
- ⑭ 4-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A, T-21mmø (3/4")
- ⑮ 6-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A, T-21mmø (3/4")
- ⑯ 8-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A, T-27mmø ( 1" )

**PROYECTO DE TESIS**

PROYECTO: ACCESO 5 DE LA EX-REFINERIA 18 DE MARZO

UBICACION: EDIFICIO B

CONTENIDO: CONTACTOS

PRESENTAN: GUILIECK GUZMÁN DUARTE, ELIEL MENDOZA LÓPEZ

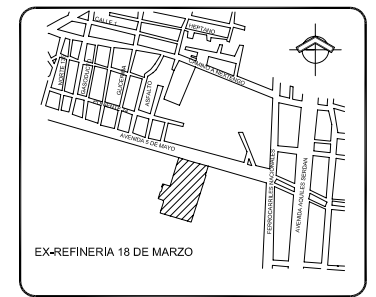
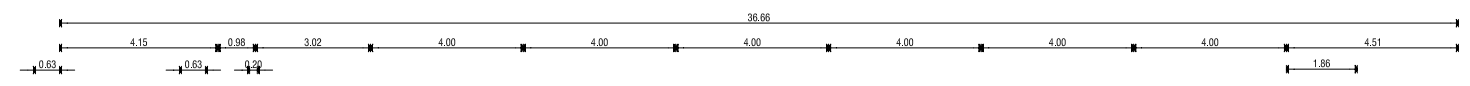
No. de plano	2	No. total	12
P-CONT EB			

FECHA: 31 DE OCTUBRE DE 2005

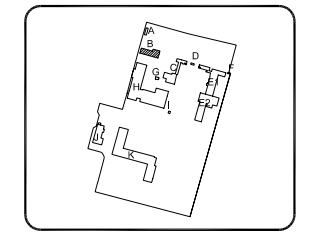
ESCALA: 1:75

COTAS: METROS

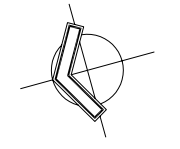
Ac Bc Dc Ec Fc Gc Hc Ic Jc Kc



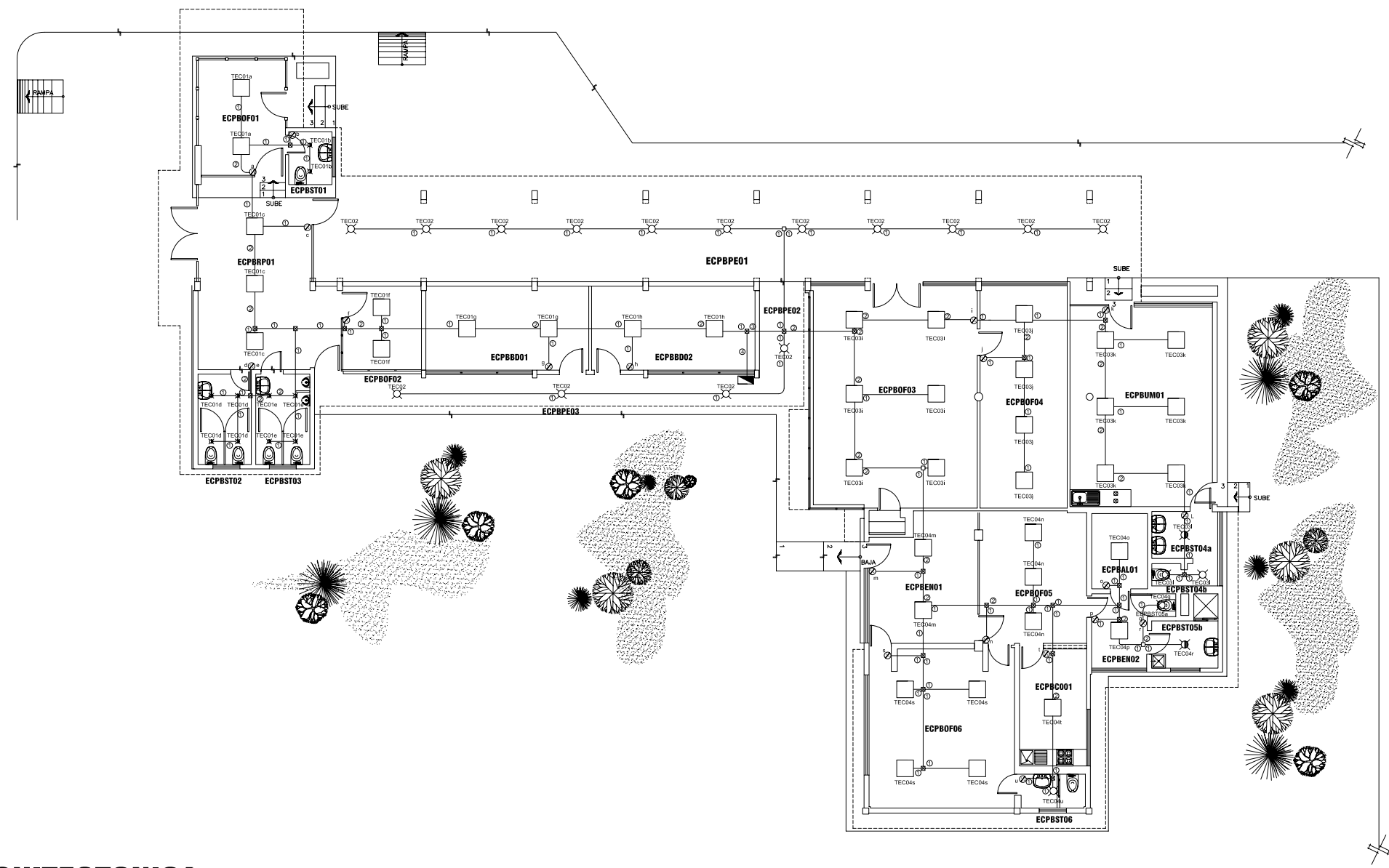
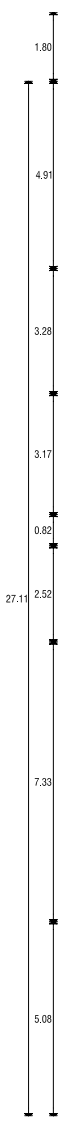
CROQUIS DE LOCALIZACION



CROQUIS DE UBICACION



1c  
2c  
3c  
4c  
5c  
6c  
7c  
8c



**SIMBOLOGIA**

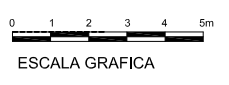
- LAMPARA EMPOTRABLE DE 1X18W COMPACTA CIRCULAR 127 V, 1F-2H, 60 HZ
- LAMPARA EMPOTRABLE DE 1X24W T-4 REFABIERTO 29 CM. DIAM., 127 V, 1F-2H, 60 HZ
- LAMPARA EMPOTRABLE DE 1X13W T-4 GEMELO CIRCULAR 14 CM. DIAM., 127 V, 1F-2H, 60 HZ
- LAMPARA FLUORESCENTE DE 3X514W T-5 60X90 CM., 127 V, 1F-2H, 60 HZ
- CAJA DE CONEXIONES DE LAMINA GALVANIZADA EN PLAFOND
- APAGADOR SENCILLO
- TUBO CONDUIT PARED DELGADA GALVANIZADA POR PLAFOND
- TUBO CONDUIT PARED DELGADA GALVANIZADA POR MURO
- CENTRO DE CARGA PARA UPS TIPO
- CENTRO DE CARGA

**CODIGO DE COLORES**

ENERGIA NORMAL

- FASE A = NEGRO
- FASE B = ROJO
- FASE C = AZUL
- NEUTRO = BLANCO
- TIERRA = DESNUDO

**PLANTA ARQUITECTONICA**



**NOMENCLATURA CEDULA DE CABLEADO**

② 4-3,307mm<sup>2</sup>(12AWG),1-2,082mm<sup>2</sup> (14),T-16mm<sup>ø</sup> (1/2")

INDICA DIAMETRO DE TUBERIA

INDICA CALIBRE DE CONDUCTOR DE TIERRA

INDICA CALIBRE DE CONDUCTORES ACTIVOS

INDICA No. DE CONDUCTORES

INDICA No. DE CEDULA

**CEDULA DE CABLEADO**

- ① 2-3,307mm<sup>2</sup> (12AWG), 1-2,082mm<sup>2</sup> (14AWG), T-16mm<sup>ø</sup> (1/2")
- ② 3-3,307mm<sup>2</sup> (12AWG), 1-2,082mm<sup>2</sup> (14AWG), T-16mm<sup>ø</sup> (1/2")
- ③ 4-3,307mm<sup>2</sup> (12AWG), 1-2,082mm<sup>2</sup> (14AWG), T-16mm<sup>ø</sup> (1/2")
- ④ 5-3,307mm<sup>2</sup> (12AWG), 1-2,082mm<sup>2</sup> (14AWG), T-21mm<sup>ø</sup> (3/4")

**NOMENCLATURA DE LUMINARIO**

- INDICA EL TIPO DE LUMINARIO
- TEC04 INDICA No DE CIRCUITO
- INDICA No DE SECCION Y NIVEL
- INDICA NOMBRE DE TABLERO

**PROYECTO DE TESIS**

PROYECTO  
**ACCESO 5 DE LA EX-REFINERIA 18 DE MARZO**

UBICACION  
**EDIFICIO C**

CONTENIDO  
**ALUMBRADO**

PRESENTAN  
**GUILCK GUZMÁN DUARTE**  
**ELIEL MENDOZA LÓPEZ**

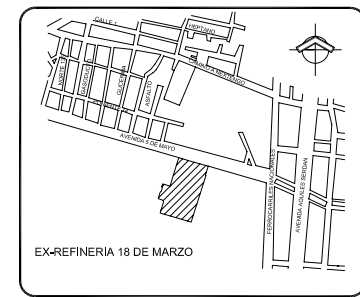
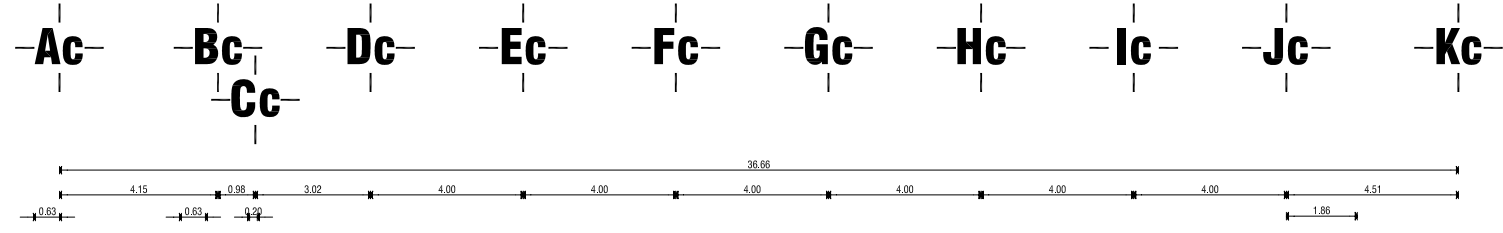
3 No. de plano  
12 No. total

**P-ALUM EC**

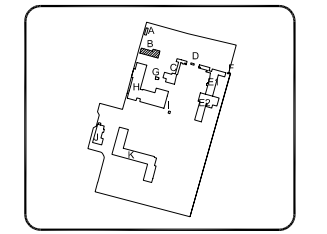
FECHA  
31 DE OCTUBRE DE 2005

ESCALA  
1:100

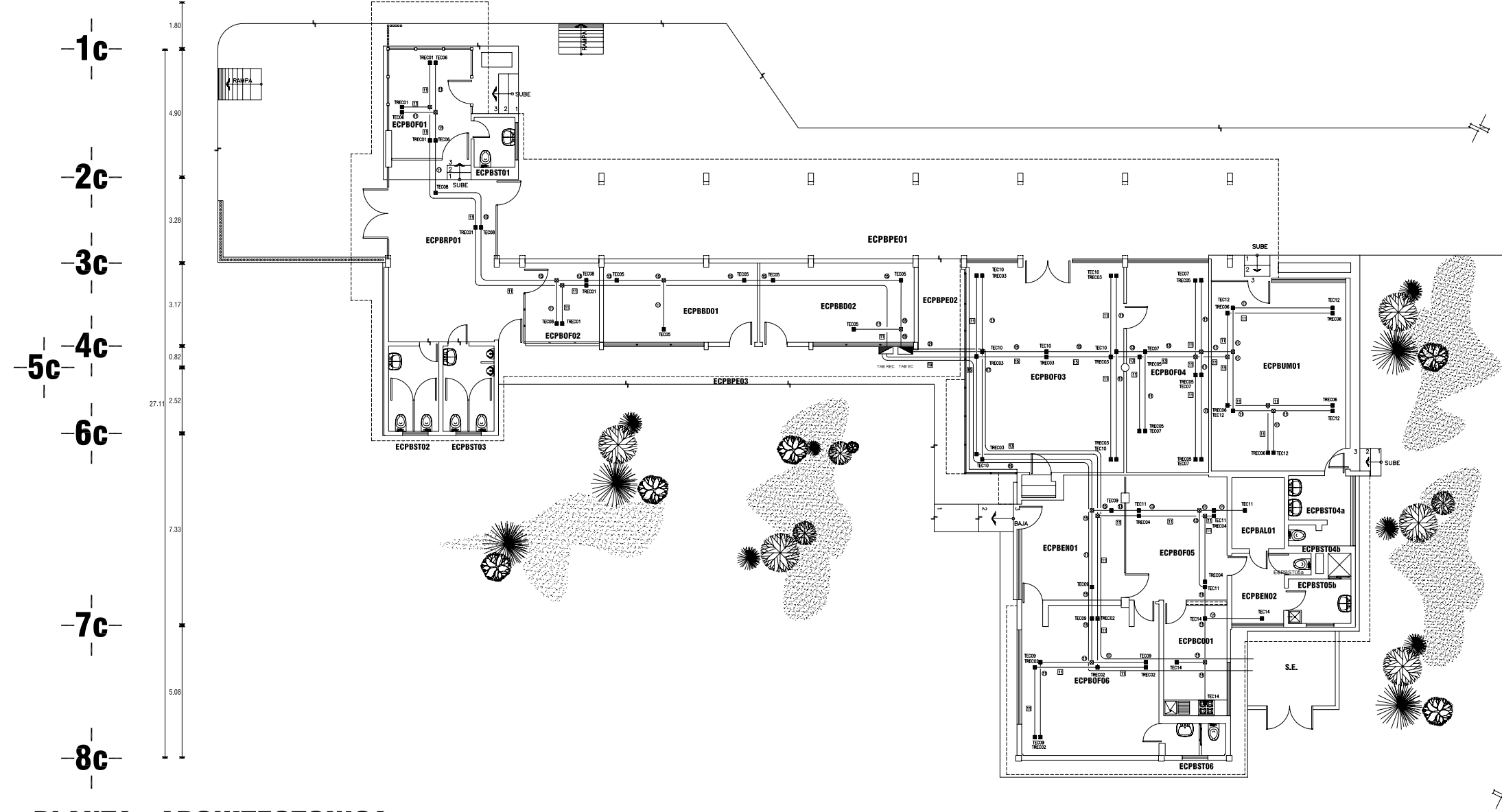
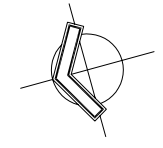
COTAS  
METROS



CROQUIS DE LOCALIZACION



CROQUIS DE UBICACION



**SIMBOLOGIA**

- INDICA QUE SUBE O BAJA TUBERIA
- CAJA DE CONEXIONES DE LAMINA GALVANIZADA EN PLAFOND A CONTACTO DUPLEX NORMAL O CORRIENTE REGULADA 15 A, 127 V, 1F-2H, 60 HZ.
- CAJA DE CONEXIONES DE LAMINA GALVANIZADA EN PLAFOND
- TUBO CONDUIT PARED DELGADA GALVANIZADA POR PLAFOND
- TUBO CONDUIT PARED DELGADA GALVANIZADA POR MURO
- CENTRO DE CARGA PARA UPS TIPO
- CENTRO DE CARGA

**CODIGO DE COLORES**

ENERGIA NORMAL		ENERGIA REGULADA	
FASE A	= NEGRO	FASE A	= CAFE
FASE B	= ROJO	FASE B	= NARANJA
FASE C	= AZUL	FASE C	= AMARILLO
NEUTRO	= BLANCO	NEUTRO	= GRIS
TIERRA	= DESNUDO	TIERRA AISLADA	= VERDE
		TIERRA	= DESNUDO

**NOM. CAJAS DE CONEXION**

- INDICA CONTACTO DUPLEX
- INDICA No DE CIRCUITO
- INDICA No DE SECCION Y NIVEL
- INDICA NOMBRE DE TABLERO

**PLANTA ARQUITECTONICA**

**NOMENCLATURA CEDULA DE CABLEADO**

⑬ 4-5,26mm2(10AWG), 1-3,307mm2(12)T, 1-3,307mm2(12)T.F.A. T-21mmø (3/4")

INDICA CALIBRE DE CONDUCTOR DE TIERRA  
INDICA CALIBRE DE CONDUCTOR DE TIERRA FISICA AISLADA  
INDICA DIAMETRO DE TUBERIA  
INDICA CALIBRE DE CONDUCTORES ACTIVOS  
INDICA No. DE CONDUCTORES  
INDICA No. DE CEDULA

**CEDULA DE CABLEADO SERV. NORMAL**

- ⑬ 2-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-16mmø (1/2")
- ⑭ 4-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-21mmø (3/4")
- ⑮ 6-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-21mmø (3/4")
- ⑯ 8-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-27mmø (1")
- ⑰ 10-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-27mmø (1")
- ⑱ 12-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-35mmø (1 1/4")

**CEDULA DE CABLEADO SERV. REGULADO UPS**

- ⑬ 2-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A., T-16mmø (1/2")
- ⑭ 4-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A., T-21mmø (3/4")
- ⑮ 6-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A., T-21mmø (3/4")
- ⑯ 8-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A., T-27mmø (1")
- ⑰ 10-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A., T-27mmø (1")
- ⑱ 12-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A., T-35mmø (1 1/4")

**PROYECTO DE TESIS**

PROYECTO  
**ACCESO 5 DE LA EX-REFINERIA 18 DE MARZO**

UBICACION  
**EDIFICIO C**

**CONTACTOS**

PRESENTAN  
**GUILIECK GUZMÁN DUARTE**  
**ELIEL MENDOZA LÓPEZ**

4  
No. de plano

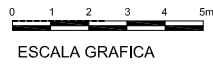
12  
No. total

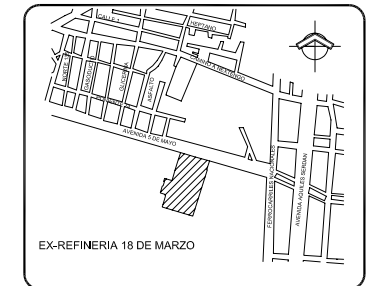
**P-CONT EC**

FECHA  
31 DE OCTUBRE DE 2005

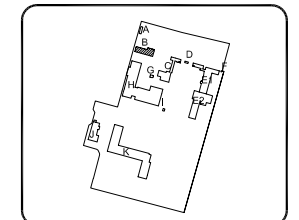
ESCALA  
1:100

COTAS  
METROS

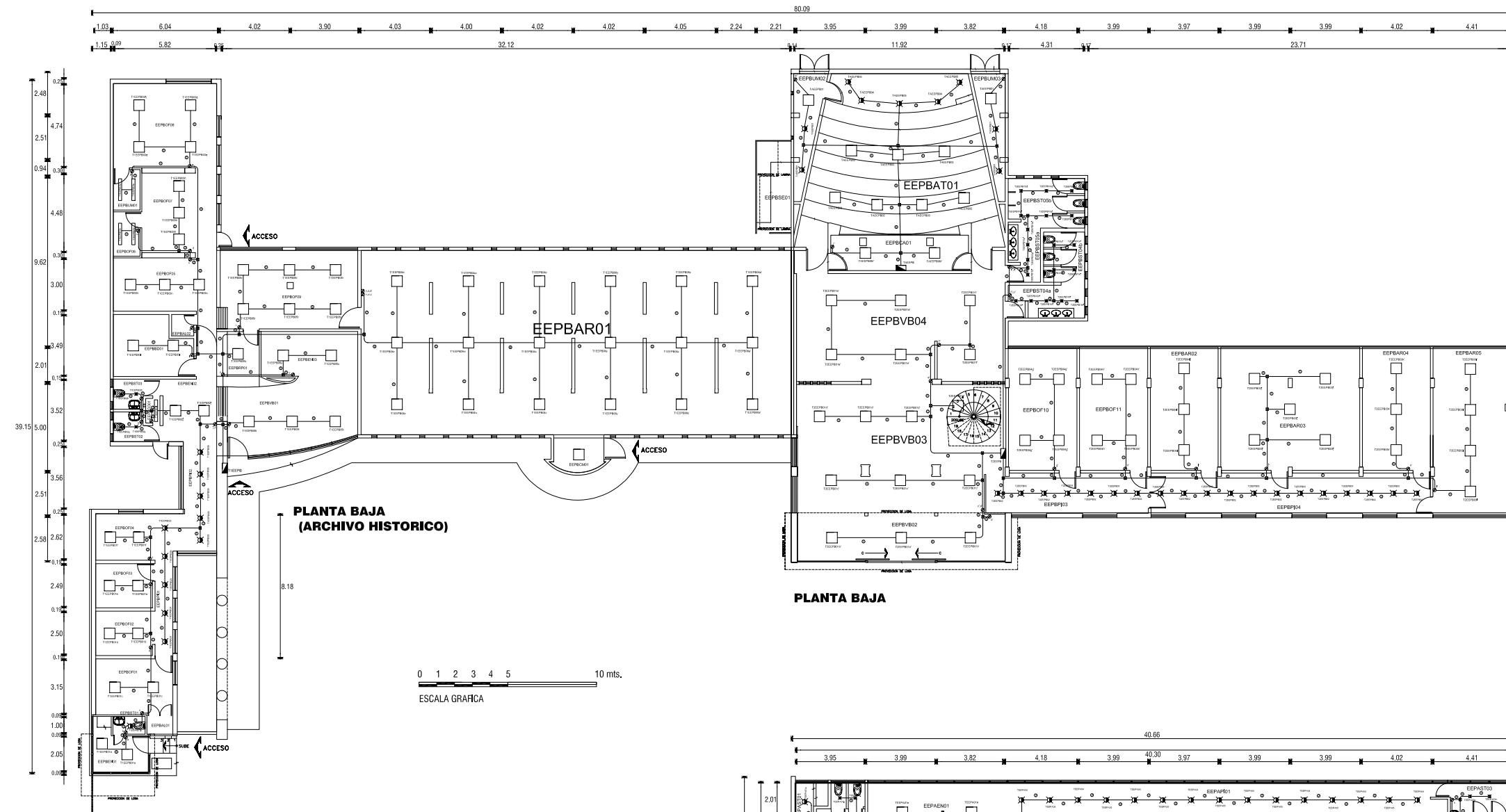
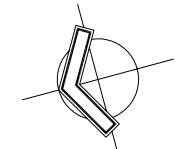




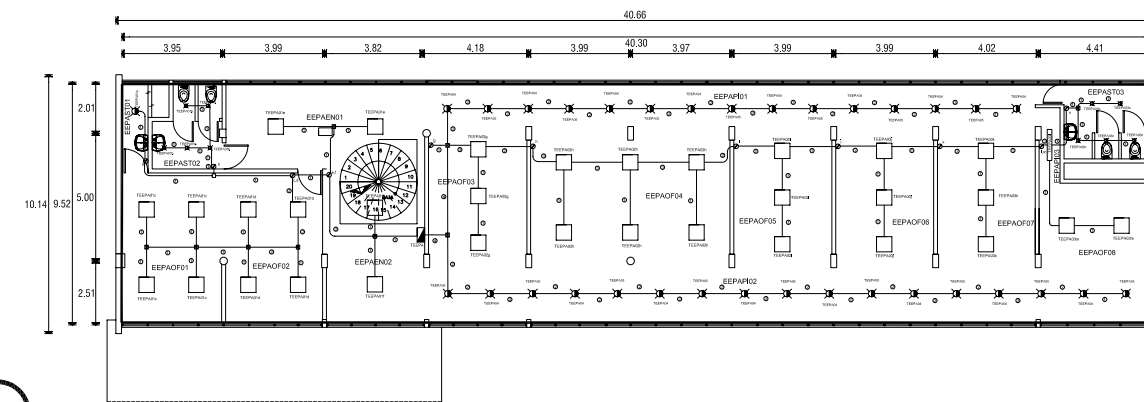
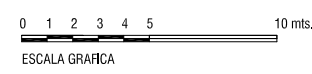
CROQUIS DE LOCALIZACION



CROQUIS DE UBICACION



PLANTA BAJA



PLANTA ALTA

**SIMBOLOGIA**

- LAMPARA FLUORESCENTE DE 2X32W T-8 ENC.RAF. 30X120CM, 127 V, 1F-2H, 60 HZ
- LAMPARA FLUORESCENTE DE 3X314W T-5 60X60 CM., 127 V, 1F-2H, 60 HZ
- LAMPARA EMPOTRABLE DE 1X24W T-4 REFABERTO 29 CM. DIAM., 127 V, 1F-2H, 60 HZ
- GEMEOS CIRCULAR 14 CM. DIAM., 127 V, 1F-2H, 60 HZ
- LAMPARA EMPOTRABLE DE 1X13W T-4
- CAJA DE CONEXIONES DE LAMINA GALVANIZADA EN PLAFOND
- APAGADOR SENCILLO
- TUBO CONDUIT PARED DELGADA GALVANIZADA POR PLAFOND
- TUBO CONDUIT PARED DELGADA GALVANIZADA POR MURO
- CENTRO DE CARGA PARA UPS TIPO
- CENTRO DE CARGA

**CODIGO DE COLORES**

ENERGIA NORMAL	
FASE A	= NEGRO
FASE B	= ROJO
FASE C	= AZUL
NEUTRO	= BLANCO
TIERRA	= DESNUDO

**NOMENCLATURA CEDULA DE CABLEADO**

② 4-3,307mm2(12AWG),1-2,082mm2 (14),T-16mmø (1/2")

INDICA DIAMETRO DE TUBERIA

INDICA CALIBRE DE CONDUCTOR DE TIERRA

INDICA CALIBRE DE CONDUCTORES ACTIVOS

INDICA No. DE CONDUCTORES

INDICA No. DE CEDULA

**CEDULA DE CABLEADO**

- ① 2-3,307mm2 (12AWG), 1-2,082mm2 (14AWG), T-16mmø (1/2")
- ② 3-3,307mm2 (12AWG), 1-2,082mm2 (14AWG), T-16mmø (1/2")
- ③ 4-3,307mm2 (12AWG), 1-2,082mm2 (14AWG), T-16mmø (1/2")
- ④ 5-3,307mm2 (12AWG), 1-2,082mm2 (14AWG), T-21mmø (3/4")
- ⑤ 6-3,307mm2 (12AWG), 1-2,082mm2 (14AWG), T-21mmø (3/4")
- ⑥ 7-3,307mm2 (12AWG), 1-2,082mm2 (14AWG), T-21mmø (3/4")
- ⑦ 8-3,307mm2 (12AWG), 1-2,082mm2 (14AWG), T-21mmø (3/4")
- ⑧ 9-3,307mm2 (12AWG), 1-2,082mm2 (14AWG), T-27mmø (1")
- ⑨ 10-3,307mm2 (12AWG), 1-2,082mm2 (14AWG), T-27mmø (1")

**NOMENCLATURA DE LUMINARIO**

- INDICA EL TIPO DE LUMINARIO
- TEJ04 INDICA No DE CIRCUITO
- INDICA No DE SECCION Y NIVEL
- INDICA NOMBRE DE TABLERO

**PROYECTO DE TESIS**

PROYECTO  
ACCESO 5 DE LA EX-REFINERIA 18 DE MARZO

UBICACION  
EDIFICIO E

CONTENIDO  
ALUMBRADO

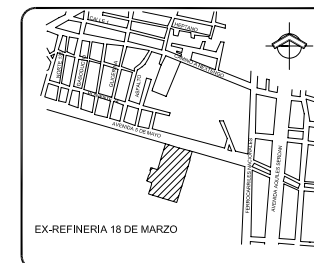
PRESENTAN  
GUILCK GUZMÁN DUARTE  
ELIEL MENDOZA LÓPEZ

5	12
No. de plano	No. total

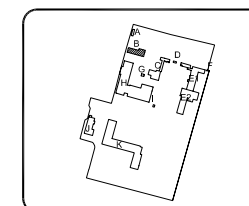
P-ALUM EE

FECHA	31 DE OCTUBRE DE 2005
ESCALA	S/E
COTAS	METROS

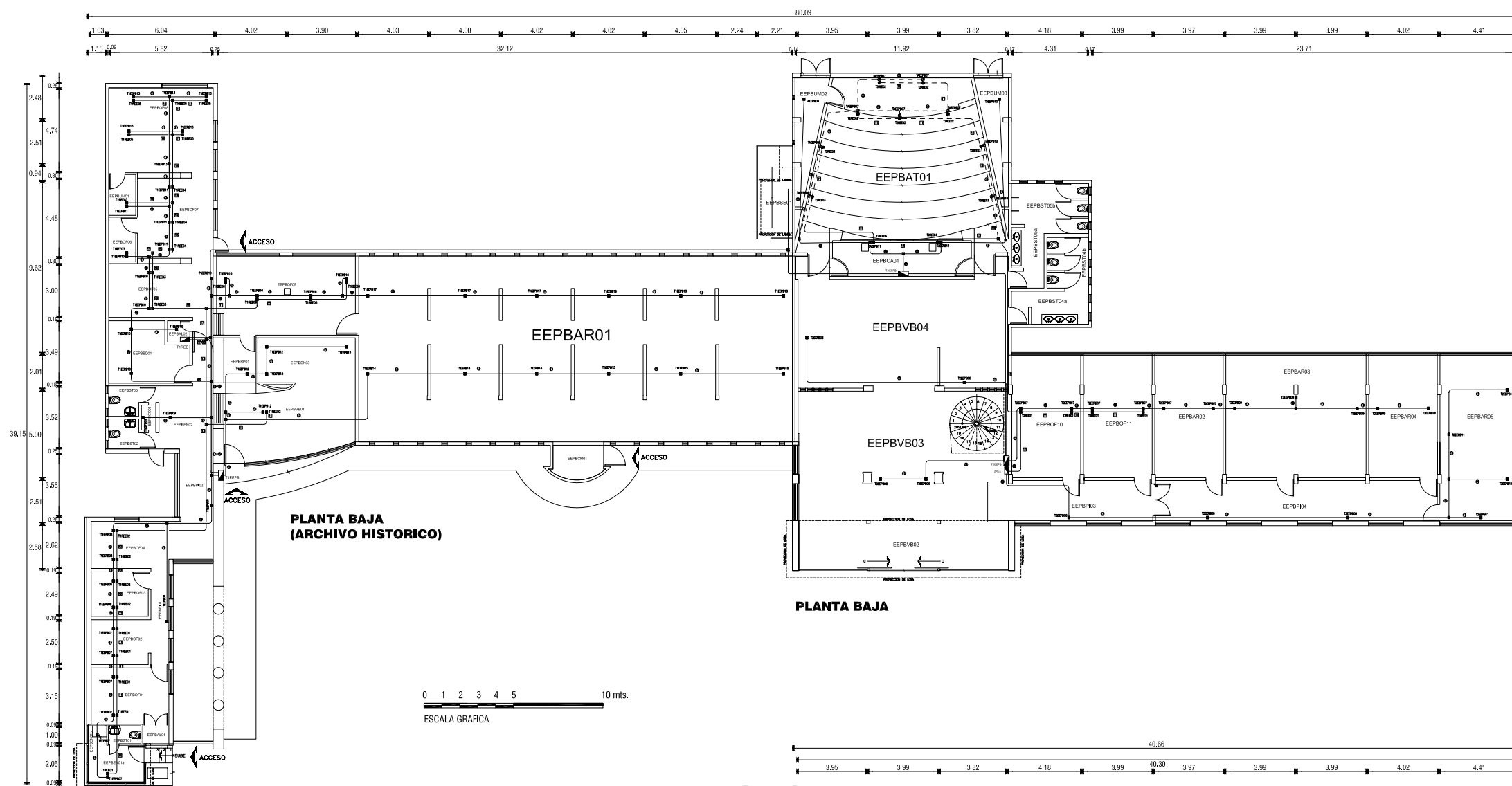
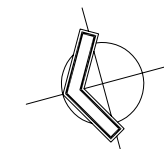




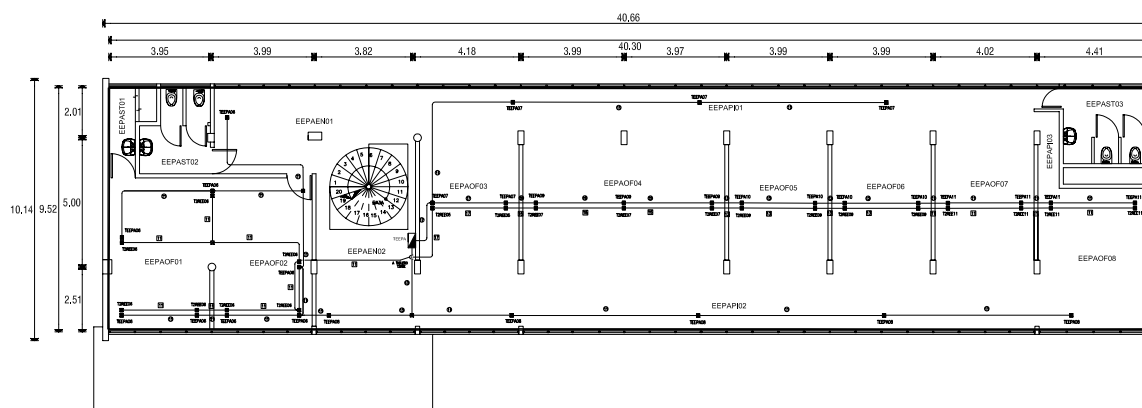
CROQUIS DE LOCALIZACION



CROQUIS DE UBICACION



PLANTA BAJA



PLANTA ALTA

**SIMBOLOGIA**

- INDICA QUE SUBE O BAJA TUBERIA
- CAJA DE CONEXIONES DE LAMINA GALVANIZADA EN PLAFOND A CONTACTO DUPLEX NORMAL O CORRIENTE REGULADA 15 A, 127 V, 1F-2H, 60 HZ.
- CAJA DE CONEXIONES DE LAMINA GALVANIZADA EN PLAFOND
- CONTACTO DUPLEX A CORRIENTE REGULADA EN MURO O MUEBLE 15A, 127V, 1F-2H, 60 HZ.
- CONTACTO DUPLEX A CORRIENTE NORMAL EN MURO O MUEBLE 15A, 127V, 1F, 2H.
- TUBO CONDUIT PARED DELGADA GALVANIZADA POR PLAFOND
- TUBO CONDUIT PARED DELGADA GALVANIZADA POR MURO
- CENTRO DE CARGA PARA UPS TIPO
- CENTRO DE CARGA

**NOM. CAJAS DE CONEXION**

- INDICA CONTACTO DUPLEX
- INDICA No DE CIRCUITO
- INDICA No DE SECCION Y NIVEL
- INDICA NOMBRE DE TABLERO

**CODIGO DE COLORES**

ENERGIA NORMAL	ENERGIA REGULADA
FASE A = NEGRO	FASE A = CAFE
FASE B = ROJO	FASE B = NARANJA
FASE C = AZUL	FASE C = AMARILLO
NEUTRO = BLANCO	NEUTRO = GRIS
TIERRA = DESNUDO	TIERRA AISLADA = VERDE
	TIERRA = DESNUDO

**NOMENCLATURA CEDULA DE CABLEADO**

4-5,26mm2(10AWG), 1-3,307mm2(12)T, 1-3,307mm2(12)T.F.A, T-21mm# (3/4")

- INDICA DIAMETRO DE TUBERIA
- INDICA CALIBRE DE CONDUCTOR DE TIERRA FISICA AISLADA
- INDICA CALIBRE DE CONDUCTOR DE TIERRA
- INDICA CALIBRE DE CONDUCTORES ACTIVOS
- INDICA No. DE CONDUCTORES
- INDICA No. DE CEDULA

**CEDULA DE CABLEADO SERV. NORMAL**

- ① 2-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-16mm# (1/2")
- ② 4-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A, T-21mm# (3/4")
- ③ 6-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-21mm# (3/4")
- ④ 8-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-27mm# (1")

**CEDULA DE CABLEADO SERV. REGULADO UPS**

- ① 2-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A, T-16mm# (1/2")
- ② 4-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A, T-21mm# (3/4")
- ③ 6-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A, T-21mm# (3/4")
- ④ 8-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A, T-27mm# (1")

**PROYECTO DE TESIS**

PROYECTO  
**ACCESO 5 DE LA EX-REFINERIA 18 DE MARZO**

UBICACION  
**EDIFICIO E**

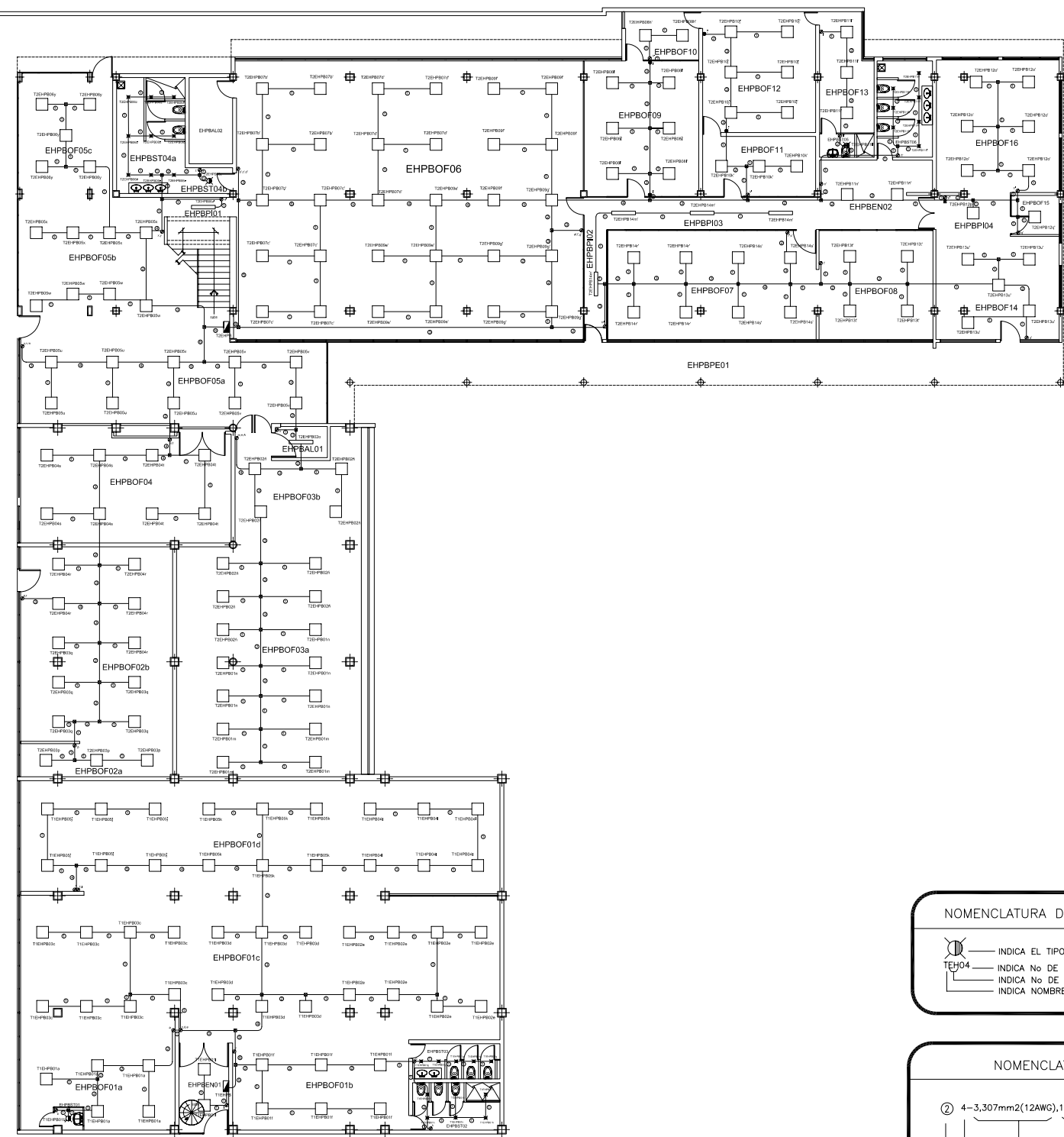
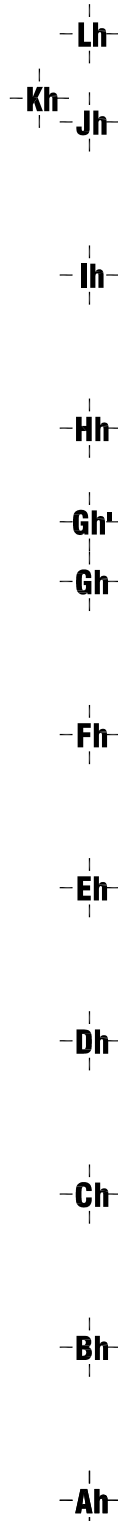
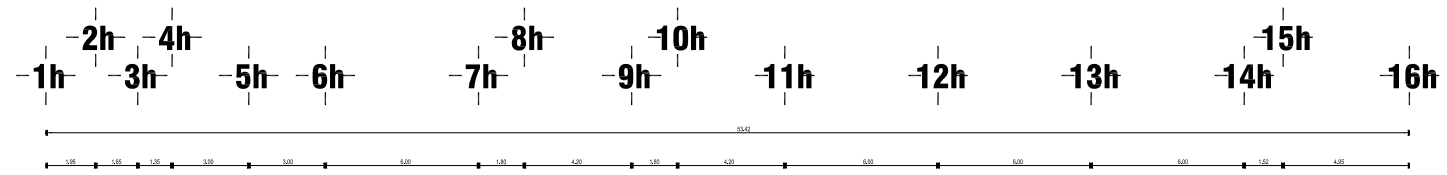
CONTENIDO  
**CONTACTOS**

PRESENTAN  
**GUILECK GUZMÁN DUARTE  
ELIEL MENDOZA LÓPEZ**

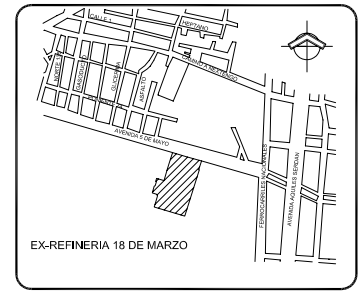
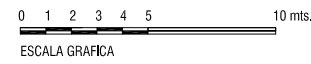
No. de plano: **6**  
No. total: **12**

**P-CONT EE**

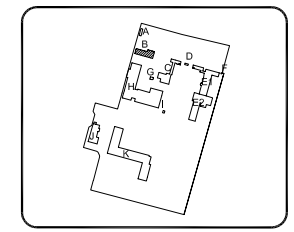
FECHA	31 DE OCTUBRE DE 2005
ESCALA	S/E
COTAS	METROS



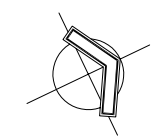
**PLANTA BAJA**



CROQUIS DE LOCALIZACION



CROQUIS DE UBICACION



SIMBOLOGIA	
	LAMPARA FLUORESCENTE DE 2X32W T-8 ENC.RAP. 30X120CM, 127 V, 1F-2H, 60 HZ
	LAMPARA FLUORESCENTE DE 1X18W COMPACTA CIRCULAR 127 V, 1F-2H, 60 HZ
	LAMPARA EMPOTRABLE DE 1X18W COMPACTA CIRCULAR 127 V, 1F-2H, 60 HZ
	LAMPARA EMPOTRABLE DE 1X24W T-4 REFABIERTO 29 CM. DIAM., 127 V, 1F-2H, 60 HZ
	GEMELOS CIRCULAR 14 CM. DIAM., 127 V, 1F-2H, 60 HZ
	LAMPARA EMPOTRABLE DE 1X13W T-4
	CAJA DE CONEXIONES DE LAMINA GALVANIZADA EN PLAFOND
	APAGADOR SENCILLO
	TUBO CONDUIT PARED DELGADA GALVANIZADA POR PLAFOND
	TUBO CONDUIT PARED DELGADA GALVANIZADA POR MURO
	CENTRO DE CARGA PARA UPS TIPO
	CENTRO DE CARGA

CEDULA DE CABLEADO	
①	2-3,307mm2 (12AWG), 1-2,082mm2 (14AWG), T-16mm# (1/2")
②	3-3,307mm2 (12AWG), 1-2,082mm2 (14AWG), T-16mm# (1/2")
③	4-3,307mm2 (12AWG), 1-2,082mm2 (14AWG), T-16mm# (1/2")
④	5-3,307mm2 (12AWG), 1-2,082mm2 (14AWG), T-21mm# (3/4")
⑤	6-3,307mm2 (12AWG), 1-2,082mm2 (14AWG), T-21mm# (3/4")
⑥	7-3,307mm2 (12AWG), 1-2,082mm2 (14AWG), T-21mm# (3/4")
⑦	8-3,307mm2 (12AWG), 1-2,082mm2 (14AWG), T-21mm# (3/4")
⑧	9-3,307mm2 (12AWG), 1-2,082mm2 (14AWG), T-27mm# (1")
⑨	10-3,307mm2 (12AWG), 1-2,082mm2 (14AWG), T-27mm# (1")

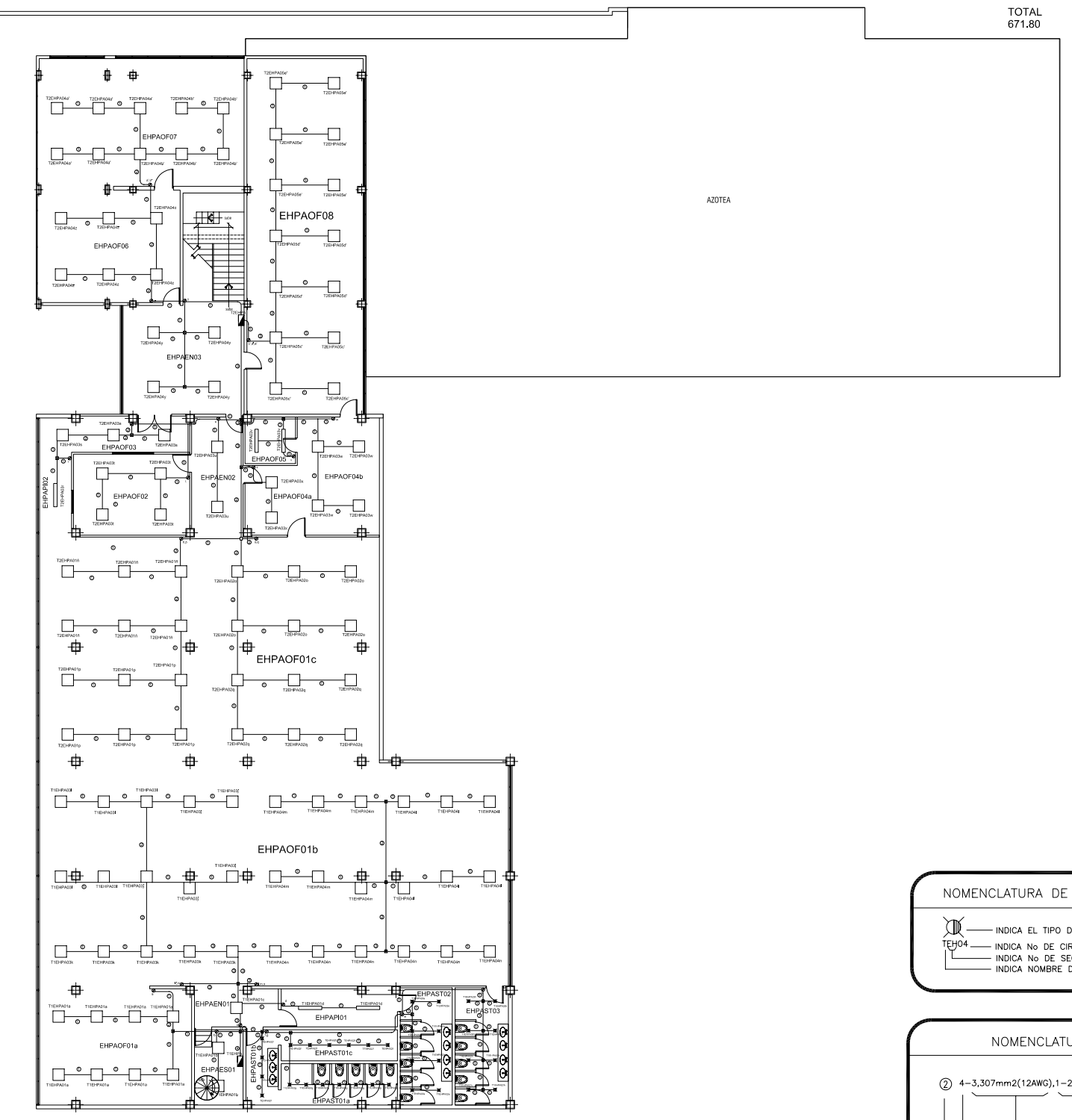
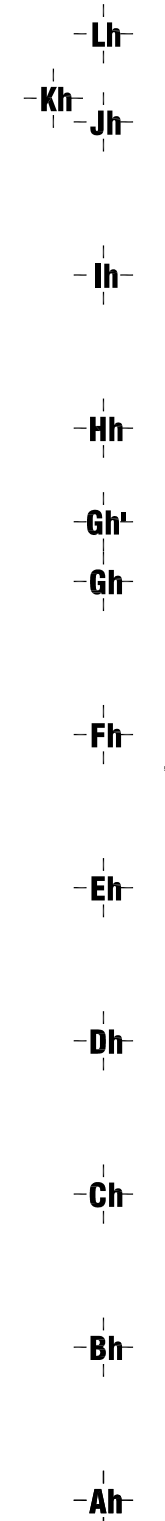
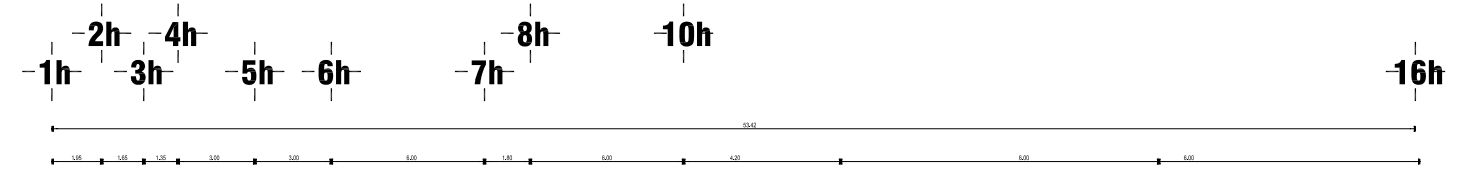
NOMENCLATURA DE LUMINARIO	
	INDICA EL TIPO DE LUMINARIO
TEH04	INDICA No DE CIRCUITO
—	INDICA No DE SECCION Y NIVEL
—	INDICA NOMBRE DE TABLERO

NOMENCLATURA CEDULA DE CABLEADO	
②	4-3,307mm2(12AWG),1-2,082mm2 (14),T-16mm# (1/2")
—	INDICA DIAMETRO DE TUBERIA
—	INDICA CALIBRE DE CONDUCTOR DE TIERRA
—	INDICA CALIBRE DE CONDUCTORES ACTIVOS
—	INDICA No. DE CONDUCTORES
—	INDICA No. DE CEDULA

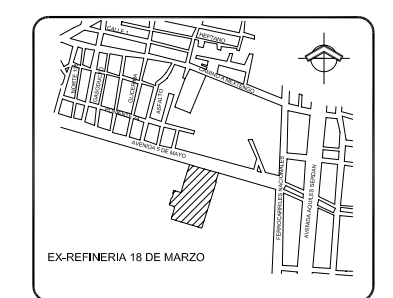
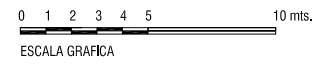
CODIGO DE COLORES	
ENERGIA NORMAL	
FASE A	= NEGRO
FASE B	= ROJO
FASE C	= AZUL
NEUTRO	= BLANCO
TIERRA	= DESNUDO

PROYECTO DE TESIS	
PROYECTO	ACCESO 5 DE LA EX-REFINERIA 18 DE MARZO
UBICACION	EDIFICIO H PLANTA BAJA
CONTENIDO	ALUMBRADO
PRESENTAN	GUILECK GUZMÁN DUARTE ELIEL MENDOZA LÓPEZ

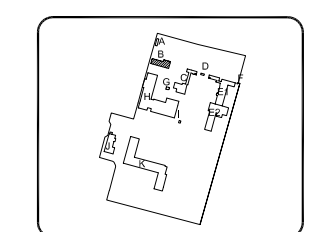
No. de plano	7	No. total	12
FECHA	31 DE OCTUBRE DE 2005		
ESCALA	S/E		
COTAS	METROS		



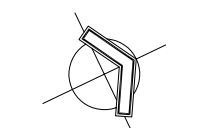
**PLANTA ALTA**



CROQUIS DE LOCALIZACION



CROQUIS DE UBICACION



SIMBOLOGIA	
	LAMPARA FLUORESCENTE DE 2X32W T-8 ENC.RAP. 30X120CM, 127 V, 1F-2H, 60 HZ
	LAMPARA FLUORESCENTE DE 3X314W T-5 60X60 CM, 127 V, 1F-2H, 60 HZ
	LAMPARA EMPOTRABLE DE 1X18W COMPACTA CIRCULAR 127 V, 1F-2H, 60 HZ
	LAMPARA EMPOTRABLE DE 1X24W T-4 REFABIERTO 29 CM. DIAM., 127 V, 1F-2H, 60 HZ
	GEMEOS CIRCULAR 14 CM. DIAM., 127 V, 1F-2H, 60 HZ
	LAMPARA EMPOTRABLE DE 1X13W T-4
	CAJA DE CONEXIONES DE LAMINA GALVANIZADA EN PLAFOND
	APAGADOR SENCILLO
	TUBO CONDUIT PARED DELGADA GALVANIZADA POR PLAFOND
	TUBO CONDUIT PARED DELGADA GALVANIZADA POR MURO
	CENTRO DE CARGA PARA UPS TIPO
	CENTRO DE CARGA

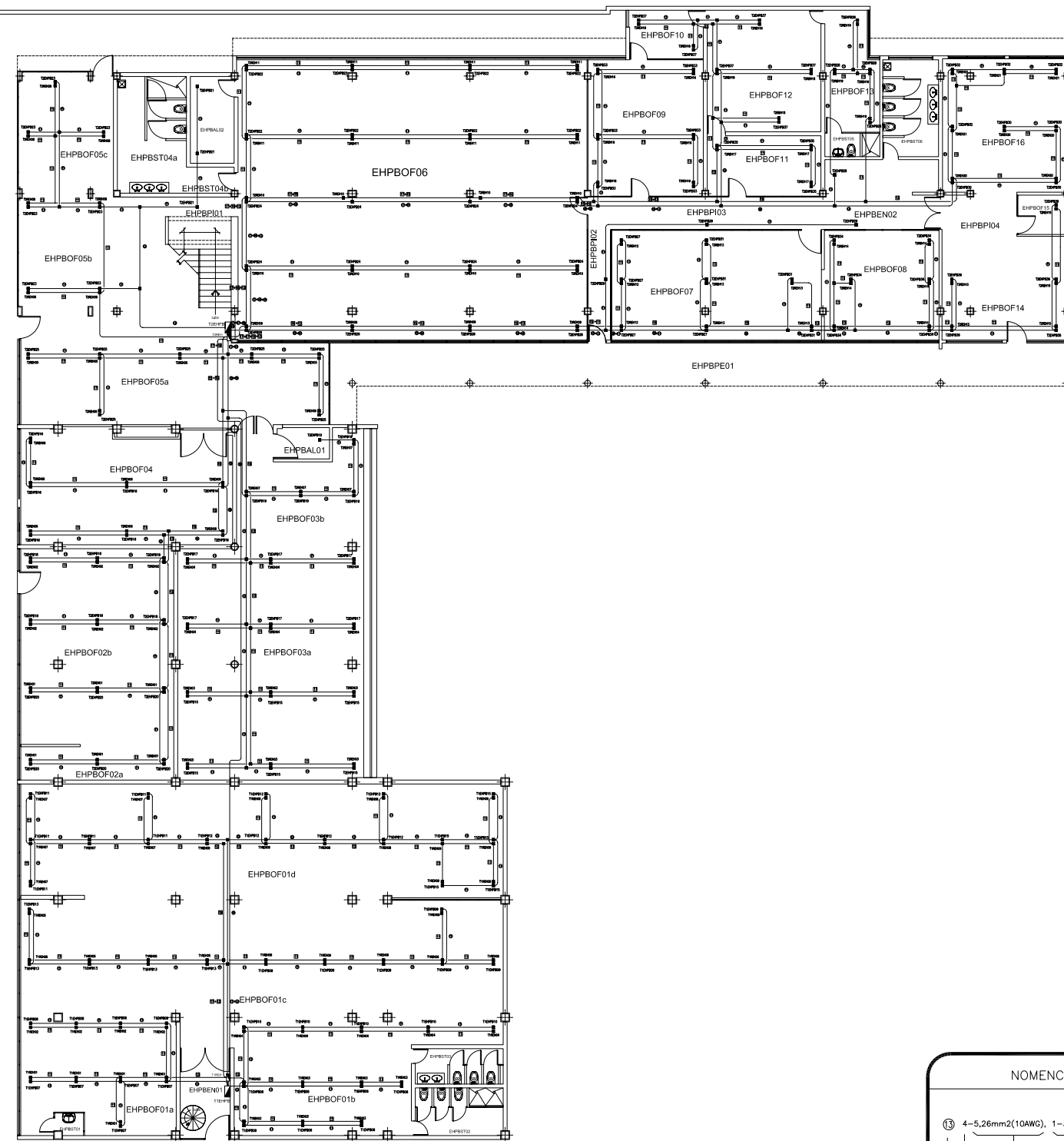
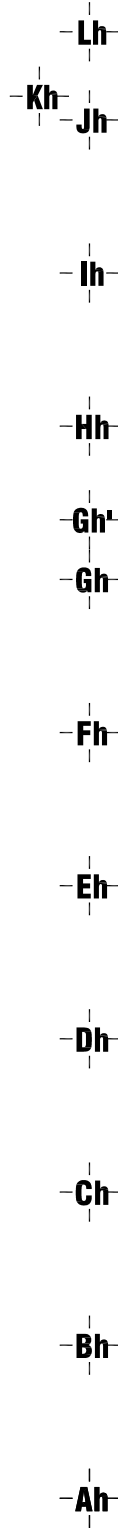
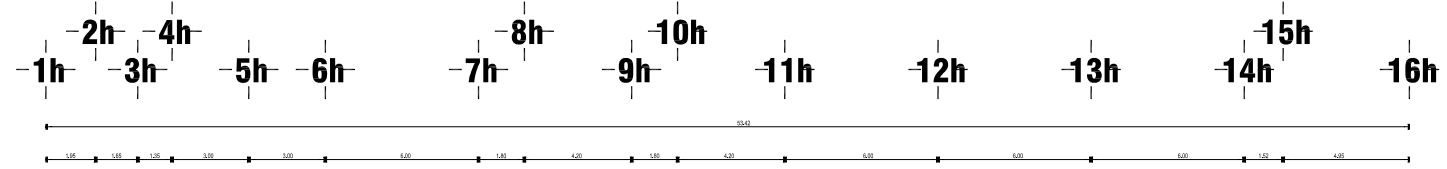
CEDULA DE CABLEADO	
①	2-3,307mm <sup>2</sup> (12AWG), 1-2,082mm <sup>2</sup> (14AWG), T-16mm $\varnothing$ (1/2")
②	3-3,307mm <sup>2</sup> (12AWG), 1-2,082mm <sup>2</sup> (14AWG), T-16mm $\varnothing$ (1/2")
③	4-3,307mm <sup>2</sup> (12AWG), 1-2,082mm <sup>2</sup> (14AWG), T-16mm $\varnothing$ (1/2")
④	5-3,307mm <sup>2</sup> (12AWG), 1-2,082mm <sup>2</sup> (14AWG), T-21mm $\varnothing$ (3/4")
⑤	6-3,307mm <sup>2</sup> (12AWG), 1-2,082mm <sup>2</sup> (14AWG), T-21mm $\varnothing$ (3/4")
⑥	7-3,307mm <sup>2</sup> (12AWG), 1-2,082mm <sup>2</sup> (14AWG), T-21mm $\varnothing$ (3/4")
⑦	8-3,307mm <sup>2</sup> (12AWG), 1-2,082mm <sup>2</sup> (14AWG), T-21mm $\varnothing$ (3/4")
⑧	9-3,307mm <sup>2</sup> (12AWG), 1-2,082mm <sup>2</sup> (14AWG), T-27mm $\varnothing$ (1")
⑨	10-3,307mm <sup>2</sup> (12AWG), 1-2,082mm <sup>2</sup> (14AWG), T-27mm $\varnothing$ (1")

NOMENCLATURA DE LUMINARIO	
	INDICA EL TIPO DE LUMINARIO
TEH04	INDICA No DE CIRCUITO
—	INDICA No DE SECCION Y NIVEL
—	INDICA NOMBRE DE TABLERO

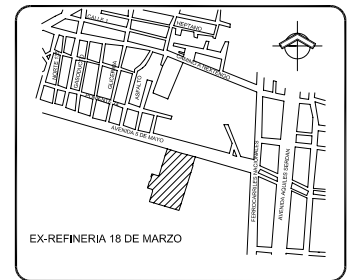
NOMENCLATURA CEDULA DE CABLEADO	
②	4-3,307mm <sup>2</sup> (12AWG),1-2,082mm <sup>2</sup> (14),T-16mm $\varnothing$ (1/2")
—	INDICA DIAMETRO DE TUBERIA
—	INDICA CALIBRE DE CONDUCTOR DE TIERRA
—	INDICA CALIBRE DE CONDUCTORES ACTIVOS
—	INDICA No. DE CONDUCTORES
—	INDICA No. DE CEDULA

CODIGO DE COLORES	
ENERGIA NORMAL	
FASE A	= NEGRO
FASE B	= ROJO
FASE C	= AZUL
NEUTRO	= BLANCO
TIERRA	= DESNUDO

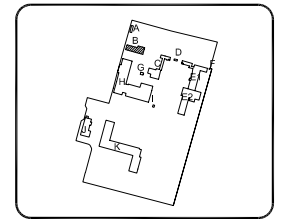
PROYECTO DE TESIS			
PROYECTO <b>ACCESO 5 DE LA EX-REFINERIA 18 DE MARZO</b>			
UBICACION <b>EDIFICIO H</b>		PLANTA ALTA	
CONTENIDO <b>ALUMBRADO</b>	7	12	
PRESENTAN <b>GUILLECK GUZMÁN DUARTE ELIEL MENDOZA LÓPEZ</b>	No. de plano	No. total	
	<b>P-ALUM EH PA</b>		
FECHA	31 DE OCTUBRE DE 2005		
ESCALA	S/E		
COTAS	METROS		



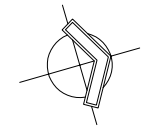
**PLANTA BAJA**



CROQUIS DE LOCALIZACION



CROQUIS DE UBICACION



**SIMBOLOGIA**

- INDICA QUE SUBE O BAJA TUBERIA
- CAJA DE CONEXIONES DE LAMINA GALVANIZADA EN PLAFOND A CONTACTO DUPLEX NORMAL O CORRIENTE REGULADA 15 A, 127 V, 1F-2H, 60 HZ.
- CAJA DE CONEXIONES DE LAMINA GALVANIZADA EN PLAFOND
- TUBO CONDUIT PARED DELGADA GALVANIZADA POR PLAFOND
- TUBO CONDUIT PARED DELGADA GALVANIZADA POR MURO
- CENTRO DE CARGA PARA UPS TIPO
- CENTRO DE CARGA

**CODIGO DE COLORES**

ENERGIA NORMAL		ENERGIA REGULADA	
FASE A = NEGRO	FASE A = CAFE	FASE B = NARANJA	FASE B = NARANJA
FASE B = ROJO	FASE B = AZUL	FASE C = AMARILLO	FASE C = AMARILLO
FASE C = AZUL	NEUTRO = GRIS	TIERRA = DESNUDO	TIERRA = VERDE
NEUTRO = BLANCO	TIERRA = DESNUDO	TIERRA = DESNUDO	TIERRA = DESNUDO

**CEDULA DE CABLEADO SERV. NORMAL**

- ① 2-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-16mmø (1/2")
- ② 4-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-21mmø (3/4")
- ③ 6-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-21mmø (3/4")
- ④ 8-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-27mmø (1")

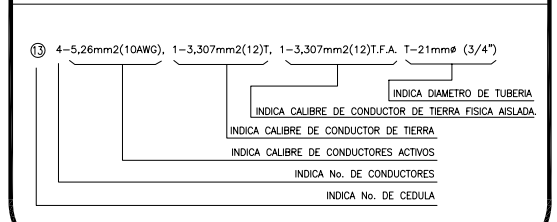
**CEDULA DE CABLEADO SERV. REGULADO UPS**

- ① 2-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A., T-16mmø (1/2")
- ② 4-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A., T-21mmø (3/4")
- ③ 6-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A., T-21mmø (3/4")
- ④ 8-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A., T-27mmø (1")

**NOM. CAJAS DE CONEXION**

- INDICA CONTACTO DUPLEX
- INDICA No DE CIRCUITO
- INDICA No DE SECCION Y NIVEL
- INDICA NOMBRE DE TABLERO

**NOMENCLATURA CEDULA DE CABLEADO**



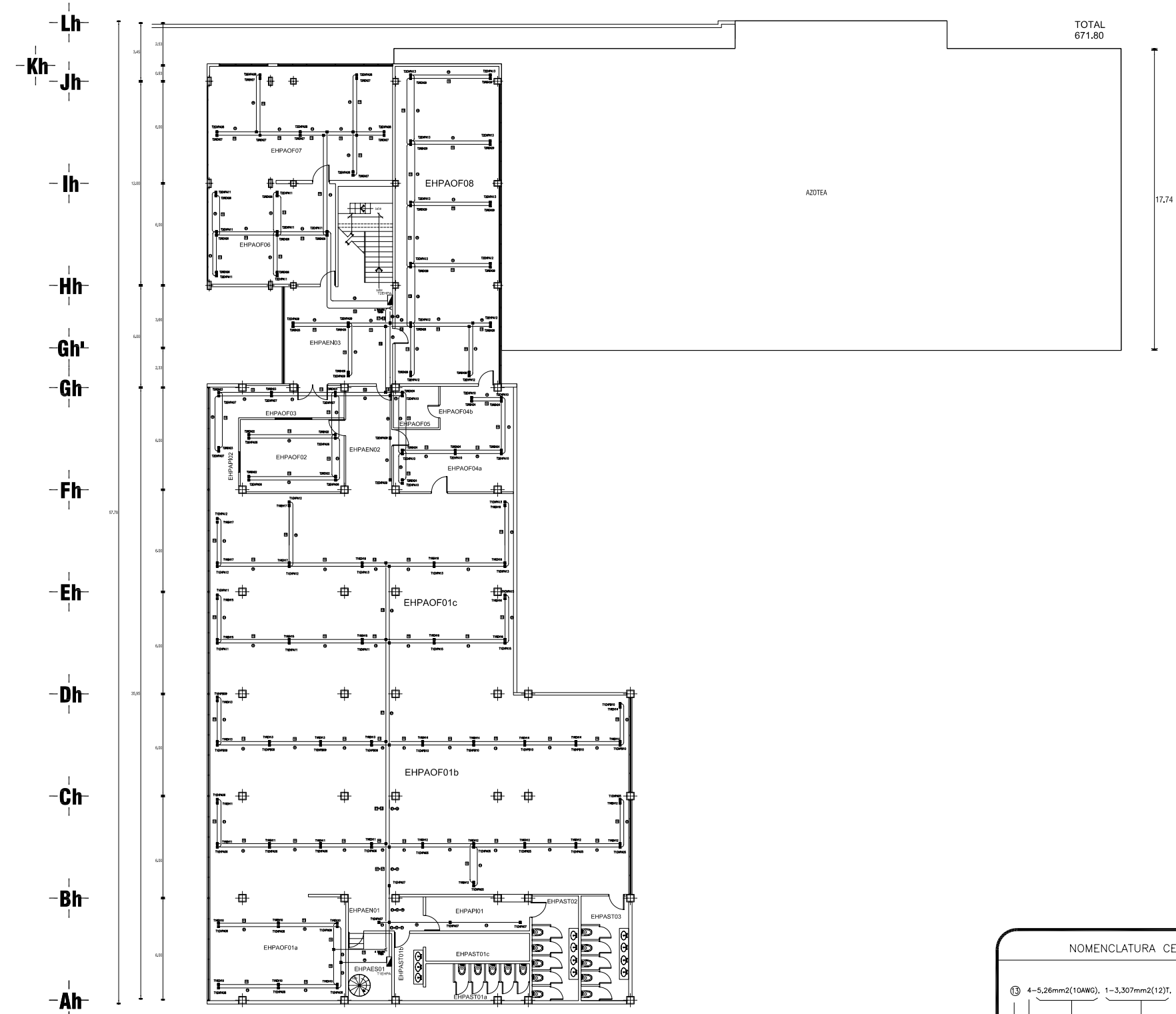
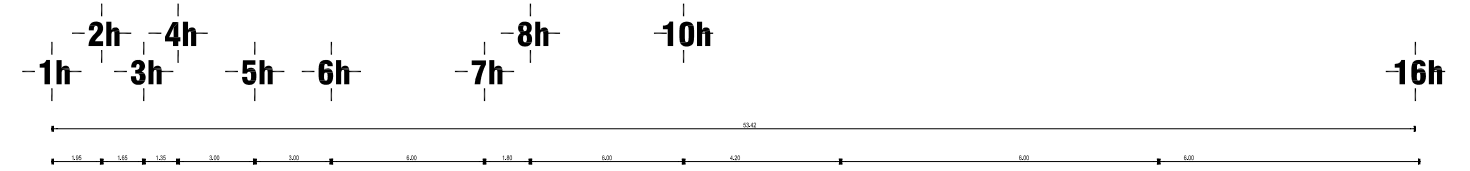
**PROYECTO DE TESIS**

PROYECTO  
**ACCESO 5 DE LA EX-REFINERIA 18 DE MARZO**  
UBICACION  
**EDIFICIO H PLANTA BAJA**

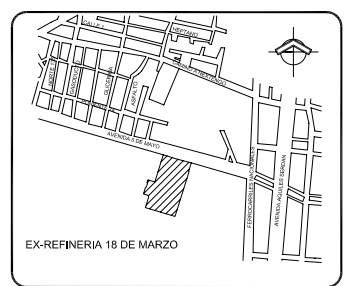
CONTENIDO  
**CONTACTOS**  
PRESENTAN  
**GUILIECK GUZMÁN DUARTE**  
**ELIEL MENDOZA LÓPEZ**

8 No. de plano  
12 No. total  
**P-CONT EH PB**

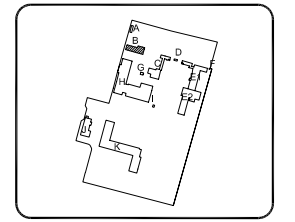
FECHA	31 DE OCTUBRE DE 2005
ESCALA	S/E
COTAS	METROS



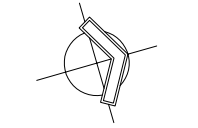
**PLANTA ALTA**



CROQUIS DE LOCALIZACION



CROQUIS DE UBICACION



**SIMBOLOGIA**

- INDICA QUE SUBE O BAJA TUBERIA
- CAJA DE CONEXIONES DE LAMINA GALVANIZADA EN PLAFOND A CONTACTO DUPLEX NORMAL O CORRIENTE REGULADA 15 A, 127 V, 1F-2H, 60 HZ.
- CAJA DE CONEXIONES DE LAMINA GALVANIZADA EN PLAFOND
- TUBO CONDUIT PARED DELGADA GALVANIZADA POR PLAFOND
- TUBO CONDUIT PARED DELGADA GALVANIZADA POR MURO
- CENTRO DE CARGA PARA UPS TIPO
- CENTRO DE CARGA

**CEDULA DE CABLEADO SERV. NORMAL**

- ① 2-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-16mm $\phi$  (1/2")
- ② 4-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-21mm $\phi$  (3/4")
- ③ 6-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-21mm $\phi$  (3/4")
- ④ 8-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-27mm $\phi$  (1")

**CODIGO DE COLORES**

ENERGIA NORMAL	ENERGIA REGULADA
FASE A = NEGRO	FASE A = CAFE
FASE B = ROJO	FASE B = NARANJA
FASE C = AZUL	FASE C = AMARILLO
NEUTRO = BLANCO	NEUTRO = GRIS
TIERRA = DESNUDO	TIERRA AISLADA = VERDE
	TIERRA = DESNUDO

**CEDULA DE CABLEADO SERV. REGULADO UPS**

- ① 2-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A., T-16mm $\phi$  (1/2")
- ② 4-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A., T-21mm $\phi$  (3/4")
- ③ 6-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A., T-21mm $\phi$  (3/4")
- ④ 8-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A., T-27mm $\phi$  (1")

**NOM. CAJAS DE CONEXION**

- INDICA CONTACTO DUPLEX
- INDICA No DE CIRCUITO
- INDICA No DE SECCION Y NIVEL
- INDICA NOMBRE DE TABLERO

**NOMENCLATURA CEDULA DE CABLEADO**

① 4-5,26mm2(10AWG), 1-3,307mm2(12)T, 1-3,307mm2(12)T.F.A. T-21mm $\phi$  (3/4")

- INDICA DIAMETRO DE TUBERIA
- INDICA CALIBRE DE CONDUCTOR DE TIERRA FISICA AISLADA.
- INDICA CALIBRE DE CONDUCTOR DE TIERRA
- INDICA CALIBRE DE CONDUCTORES ACTIVOS
- INDICA No. DE CONDUCTORES
- INDICA No. DE CEDULA

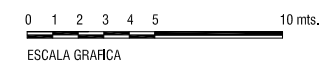
**PROYECTO DE TESIS**

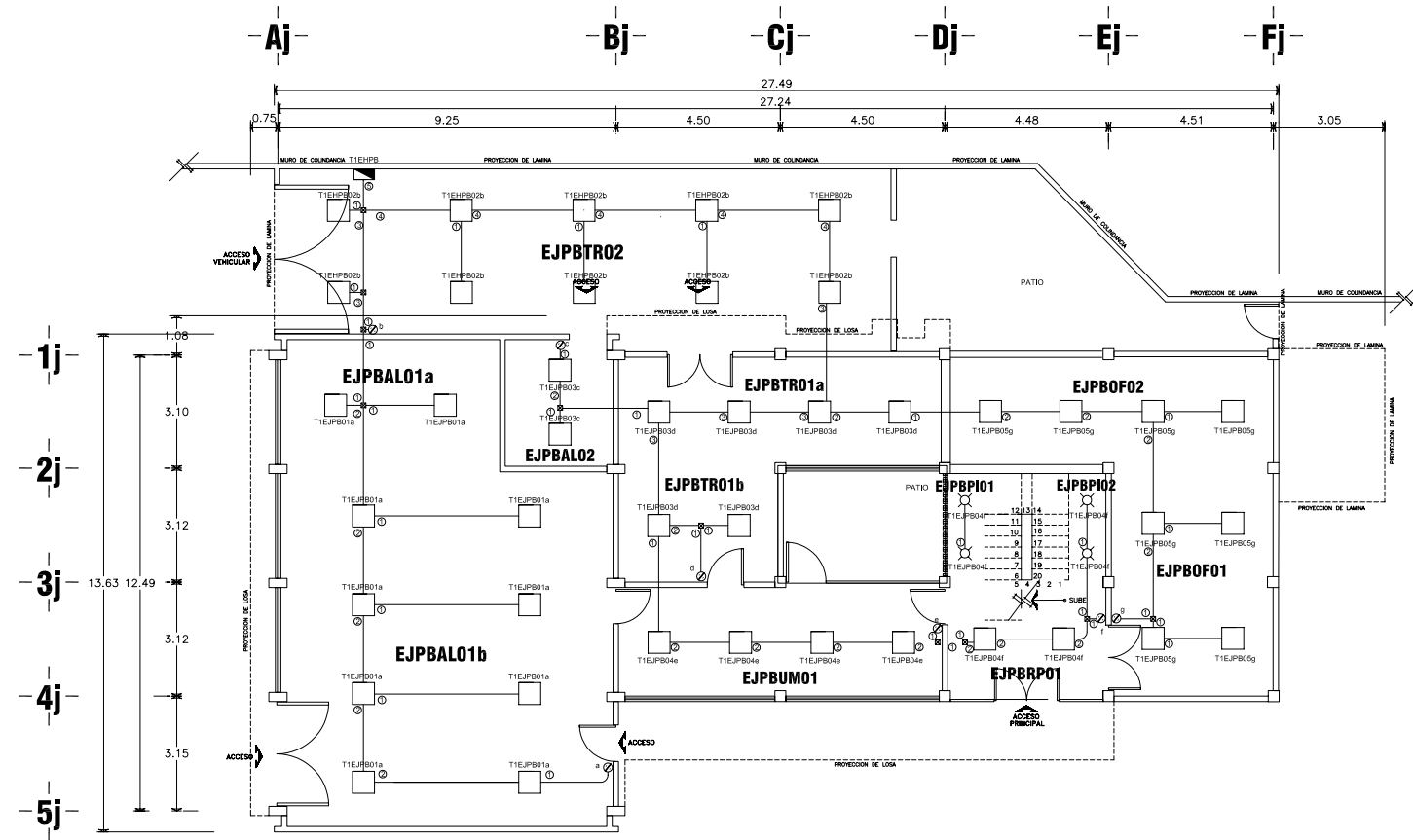
PROYECTO: ACCESO 5 DE LA EX-REFINERIA 18 DE MARZO

UBICACION: EDIFICIO H PLANTA ALTA

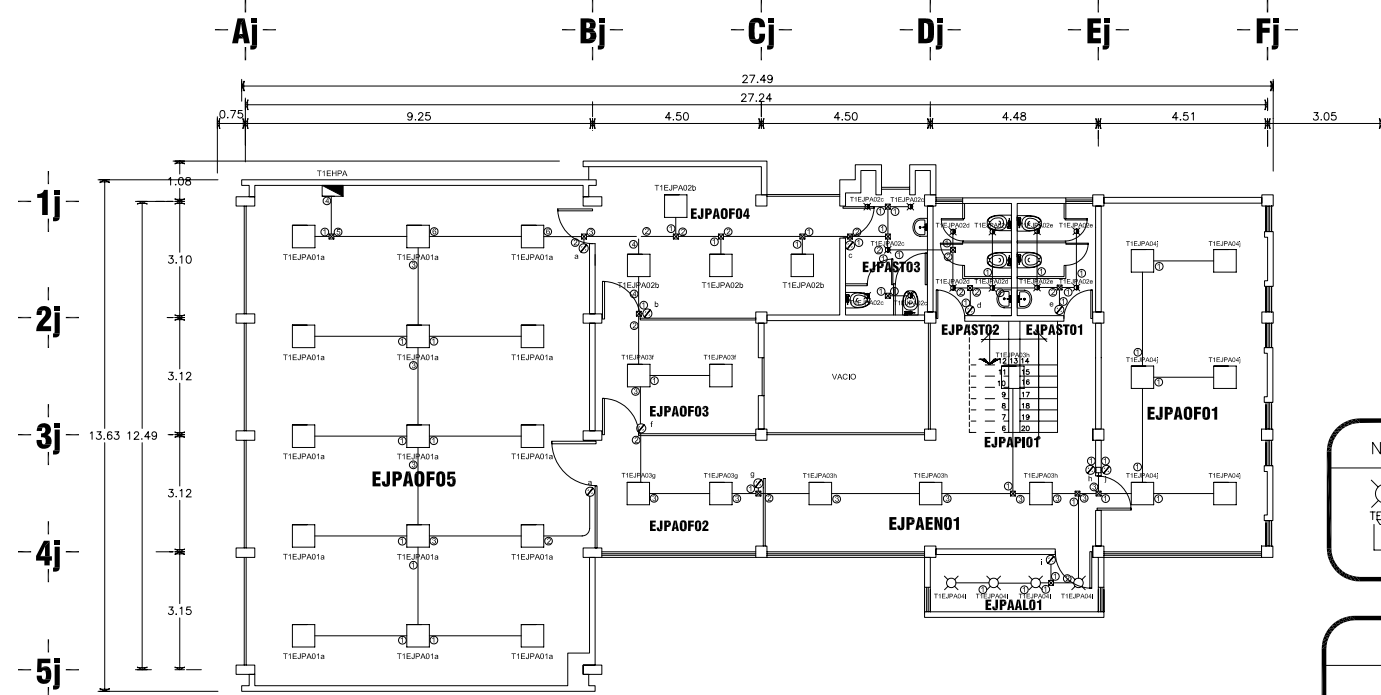
CONTENIDO: CONTACTOS	8 No. de plano	12 No. total
PRESENTAN: GUILCK GUZMÁN DUARTE ELIEL MENDOZA LÓPEZ	P-CONT EH PA	

FECHA: 31 DE OCTUBRE DE 2005
ESCALA: S/E
COTAS: METROS

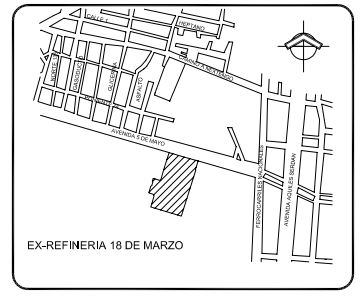
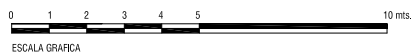




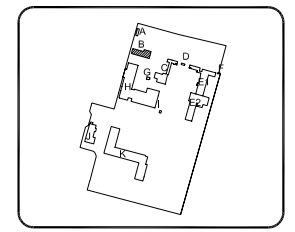
PLANTA BAJA



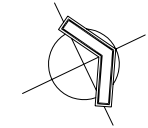
PLANTA ALTA



CROQUIS DE LOCALIZACION



CROQUIS DE UBICACION



**SIMBOLOGIA**

	LAMPARA FLUORESCENTE DE 3X314W T-5 60X60 CM., 127 V., 1F-2H., 60 HZ
	LAMPARA EMPOTRABLE DE 1X15W COMPACTA CIRCULAR 127 V., 1F-2H., 60 HZ
	LAMPARA EMPOTRABLE DE 1X24W T-4 REF-ABIERTO 29 CM. DIAM., 127 V., 1F-2H., 60 HZ
	LAMPARA EMPOTRABLE DE 1X13W T-4 GEMELOS CIRCULAR 14 CM. DIAM., 127 V., 1F-2H., 60 HZ
	CAJA DE CONEXIONES DE LAMINA GALVANIZADA EN PLAFOND
	APAGADOR SENCILLO
	TUBO CONDUIT PARED DELGADA GALVANIZADA POR PLAFOND
	TUBO CONDUIT PARED DELGADA GALVANIZADA POR MURO
	CENTRO DE CARGA PARA UPS TIPO
	CENTRO DE CARGA

**CEDULA DE CABLEADO**

①	2-3,307mm2 (12AWG), 1-2,082mm2 (14AWG), T-16mm# (1/2")
②	3-3,307mm2 (12AWG), 1-2,082mm2 (14AWG), T-16mm# (1/2")
③	4-3,307mm2 (12AWG), 1-2,082mm2 (14AWG), T-16mm# (1/2")
④	5-3,307mm2 (12AWG), 1-2,082mm2 (14AWG), T-21mm# (3/4")
⑤	6-3,307mm2 (12AWG), 1-2,082mm2 (14AWG), T-21mm# (3/4")
⑥	7-3,307mm2 (12AWG), 1-2,082mm2 (14AWG), T-21mm# (3/4")
⑦	8-3,307mm2 (12AWG), 1-2,082mm2 (14AWG), T-21mm# (3/4")
⑧	9-3,307mm2 (12AWG), 1-2,082mm2 (14AWG), T-27mm# (1")
⑨	10-3,307mm2 (12AWG), 1-2,082mm2 (14AWG), T-27mm# (1")

**NOMENCLATURA DE LUMINARIO**

	INDICA EL TIPO DE LUMINARIO
	INDICA No DE CIRCUITO
	INDICA No DE SECCION Y NIVEL
	INDICA NOMBRE DE TABLERO

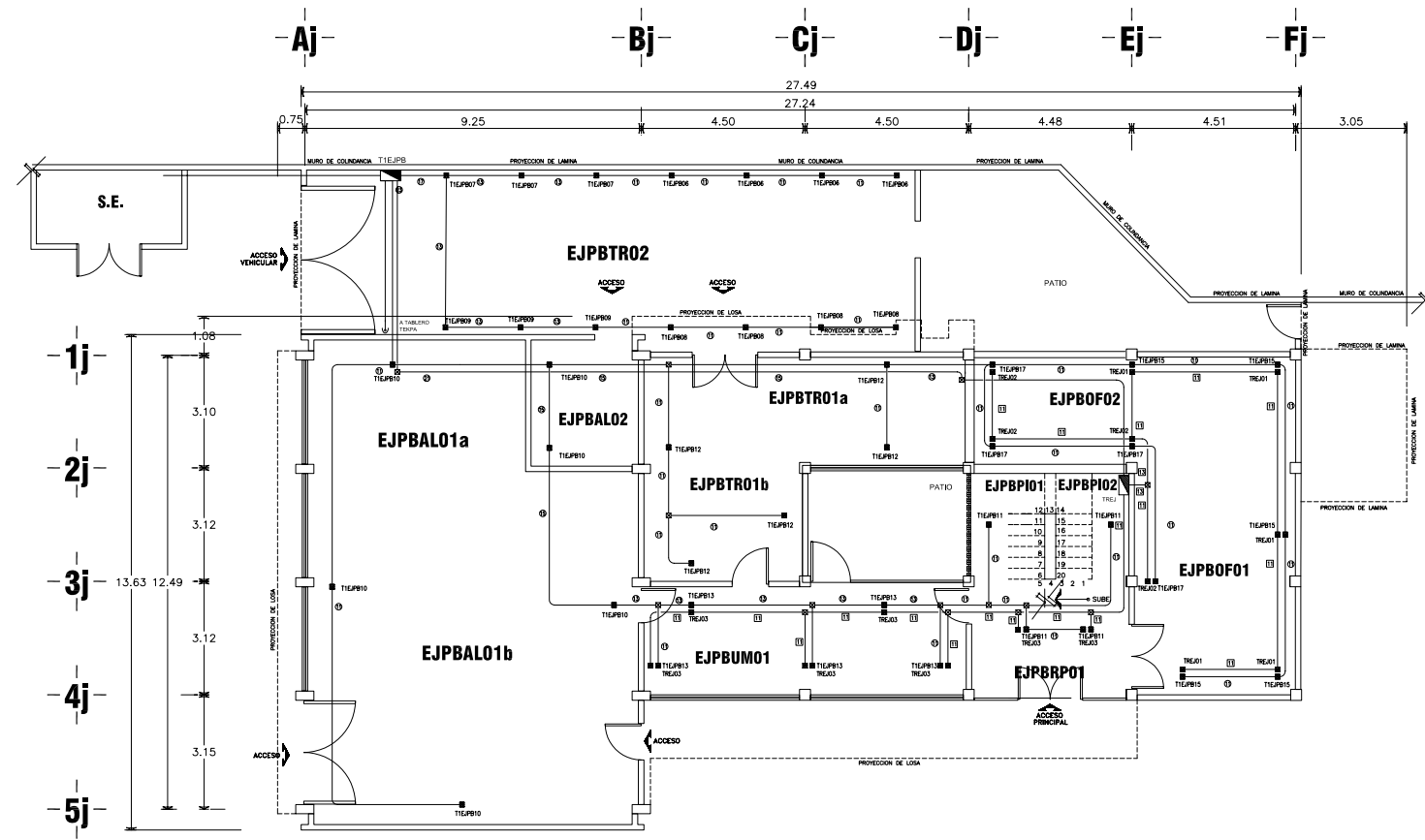
**NOMENCLATURA CEDULA DE CABLEADO**

②	4-3,307mm2(12AWG),1-2,082mm2 (14),T-16mm# (1/2")
	INDICA DIAMETRO DE TUBERIA
	INDICA CALIBRE DE CONDUCTOR DE TIERRA
	INDICA CALIBRE DE CONDUCTORES ACTIVOS
	INDICA No. DE CONDUCTORES
	INDICA No. DE CEDULA

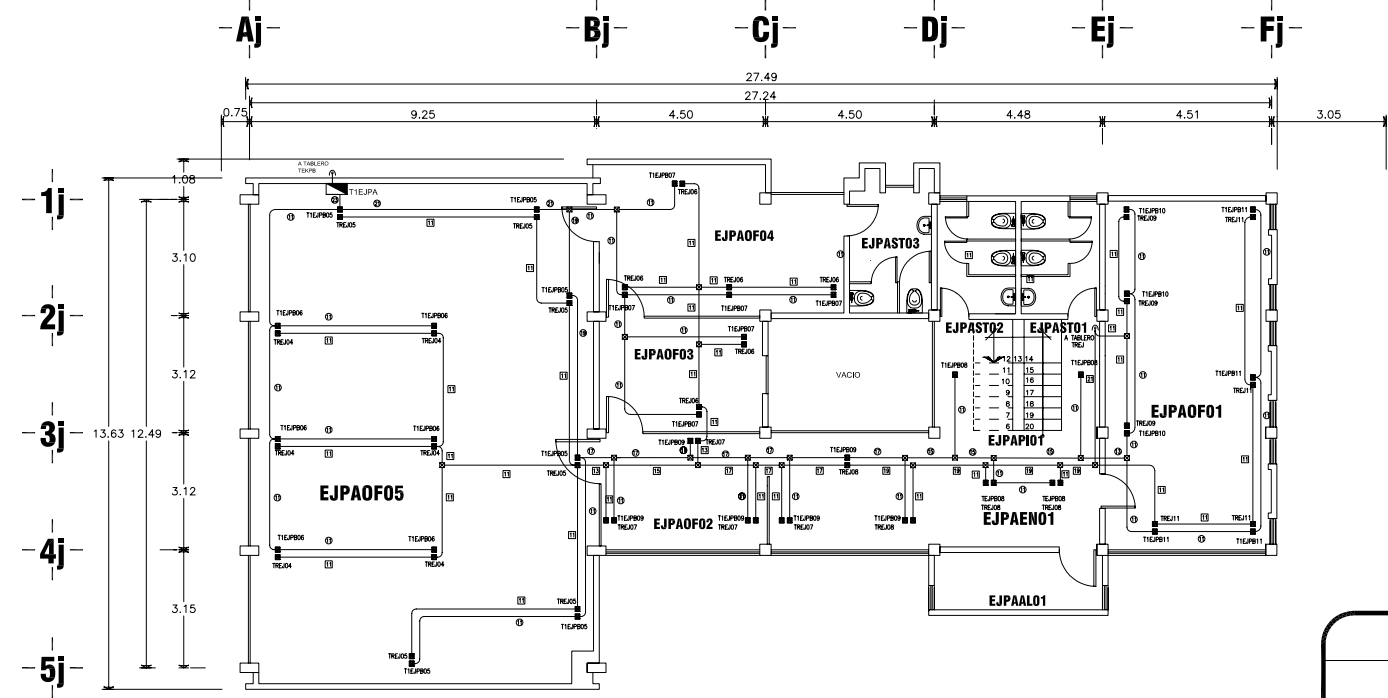
**PROYECTO DE TESIS**

PROYECTO		ACCESO 5 DE LA EX-REFINERIA 18 DE MARZO	
UBICACION		EDIFICIO J	
CONTENIDO	9	12	
ALUMBRADO	No. de plano	No. total	
PRESENTAN	GUILCK GUZMÁN DUARTE		
	ELIEL MENDOZA LÓPEZ		
	P-ALUM EJ		

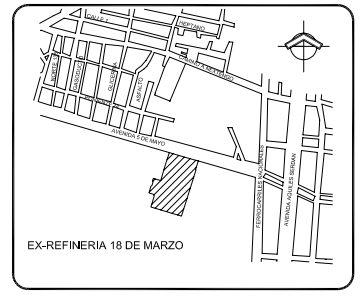
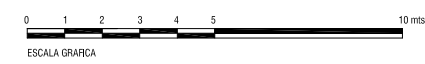
FECHA	31 DE OCTUBRE DE 2005
ESCALA	S/E
COTAS	METROS



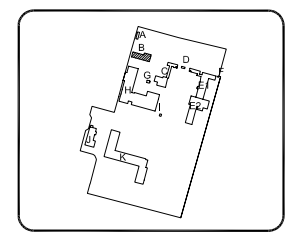
**PLANTA BAJA**



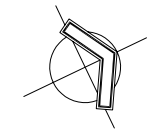
**PLANTA ALTA**



CROQUIS DE LOCALIZACION



CROQUIS DE UBICACION



**SIMBOLOGIA**

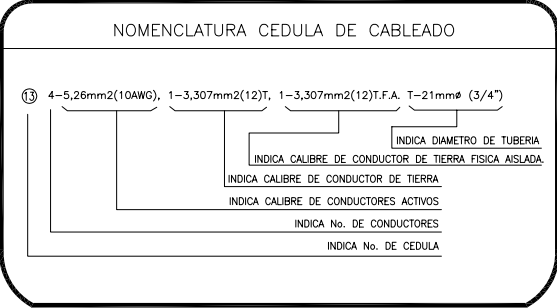
- INDICA QUE SUBE O BAJA TUBERIA
- CAJA DE CONEXIONES DE LAMINA GALVANIZADA EN PLAFOND A CONTACTO DUPLEX NORMAL O CORRIENTE REGULADA 15 A, 127 V, 1F-2H, 60 HZ.
- ⊠ CAJA DE CONEXIONES DE LAMINA GALVANIZADA EN PLAFOND
- TUBO CONDUIT PARED DELGADA GALVANIZADA POR PLAFOND
- TUBO CONDUIT PARED DELGADA GALVANIZADA POR MURO
- ▨ CENTRO DE CARGA PARA UPS TIPO
- ▩ CENTRO DE CARGA

- CEDULA DE CABLEADO SERV. NORMAL**
- ① 2-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-16mmø (1/2")
  - ② 4-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-21mmø (3/4")
  - ③ 6-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-21mmø (3/4")
  - ④ 8-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-27mmø ( 1" )
  - ⑤ 10-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-27mmø ( 1" )
  - ⑥ 12-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-35mmø ( 1 1/4" )
  - ⑦ 14-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-35mmø ( 1 1/4" )

- CEDULA DE CABLEADO SERV. REGULADO UPS**
- ① 2-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A., T-16mmø (1/2")
  - ② 4-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A., T-21mmø (3/4")
  - ③ 6-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A., T-21mmø (3/4")
  - ④ 8-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A., T-27mmø ( 1" )
  - ⑤ 10-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A., T-27mmø ( 1" )
  - ⑥ 12-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A., T-35mmø ( 1 1/4" )
  - ⑦ 14-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A., T-35mmø ( 1 1/4" )

- CODIGO DE COLORES**
- |                  |                        |
|------------------|------------------------|
| ENERGIA NORMAL   | ENERGIA REGULADA       |
| FASE A = NEGRO   | FASE A = CAFE          |
| FASE B = ROJO    | FASE B = NARANJA       |
| FASE C = AZUL    | FASE C = AMARILLO      |
| NEUTRO = BLANCO  | NEUTRO = GRIS          |
| TIERRA = DESNUDO | TIERRA AISLADA = VERDE |
|                  | TIERRA = DESNUDO       |

- NOM. CAJAS DE CONEXION**
- INDICA CONTACTO DUPLEX
  - TEJ04 INDICA No DE CIRCUITO
  - INDICA No DE SECCION Y NIVEL
  - INDICA NOMBRE DE TABLERO



**PROYECTO DE TESIS**

PROYECTO: ACCESO 5 DE LA EX-REFINERIA 18 DE MARZO

UBICACION: EDIFICIO J

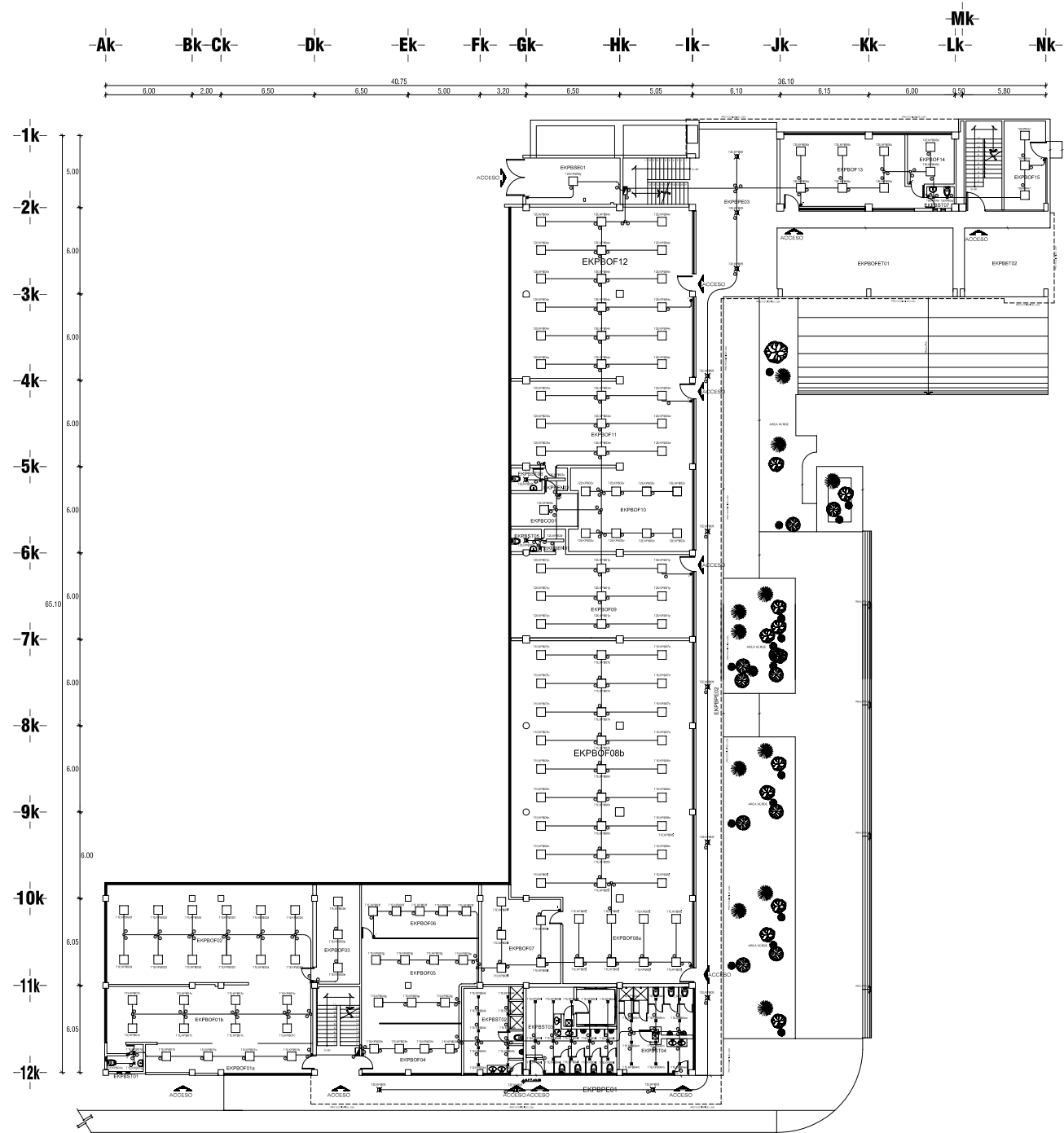
CONTENIDO: CONTACTOS

PRESENTAN: GUILIECK GUZMÁN DUARTE, ELIEL MENDOZA LÓPEZ

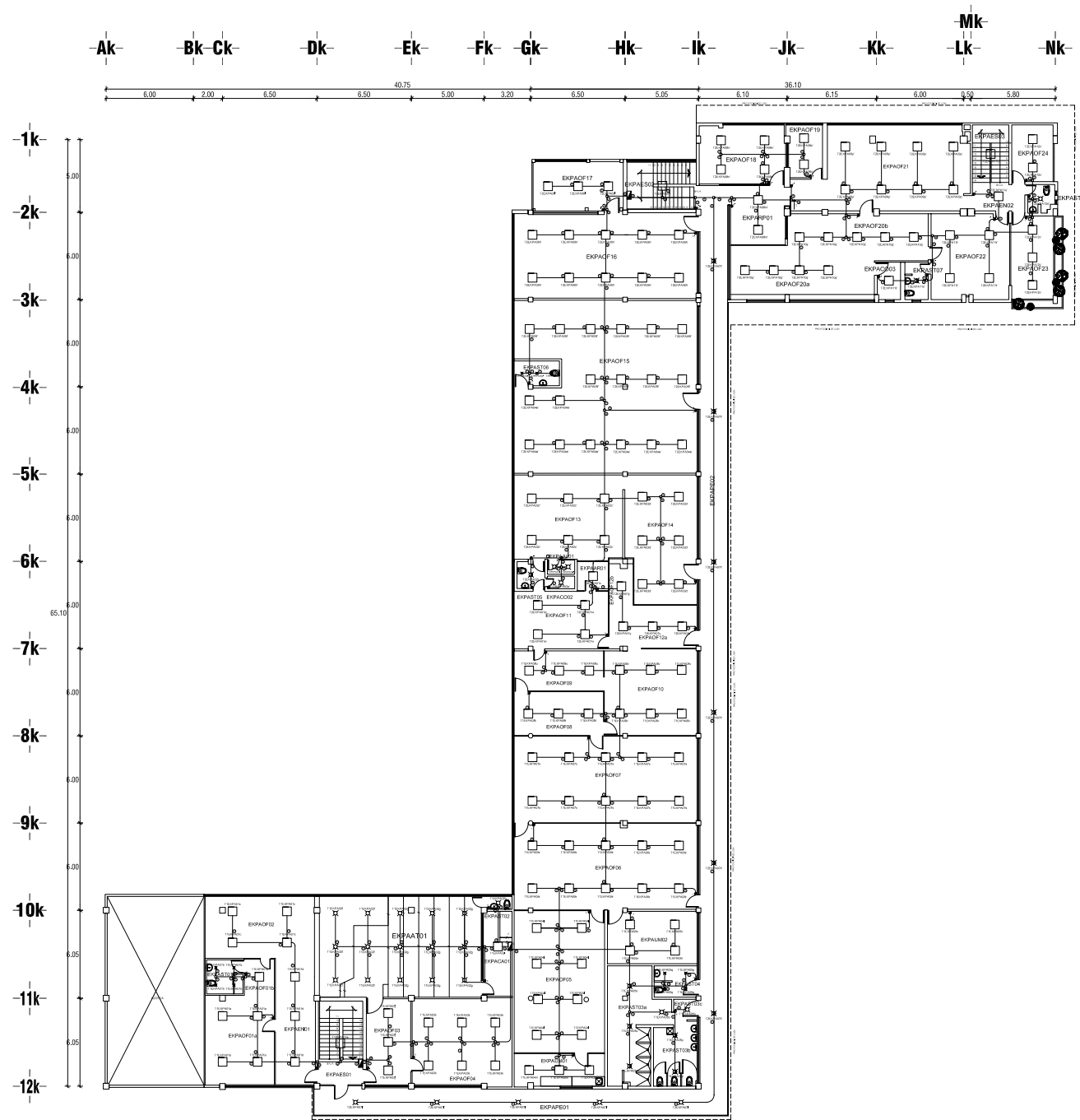
No. de plano: 10, No. total: 12

P-CONT EJ

FECHA:	31 DE OCTUBRE DE 2005
ESCALA:	S/E
COTAS:	METROS



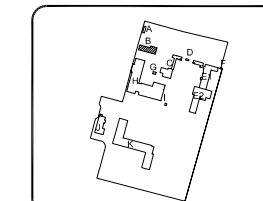
**PLANTA BAJA**



**PLANTA PRIMER NIVEL**



CROQUIS DE LOCALIZACION



CROQUIS DE UBICACION

**SIMBOLOGIA**

- LAMPARA FLUORESCENTE DE 3x314W T-5 60X60 CM., 127 V., 1F-2H, 60 HZ
- LAMPARA EMPOTRABLE DE 1x24W T-4 REFABRIDO 29 CM. DIAM., 127 V., 1F-2H, 60 HZ
- LAMPARA EMPOTRABLE DE 1x13W T-4 GEMELOS CIRCULAR 14 CM. DIAM., 127 V., 1F-2H, 60 HZ
- CAJA DE CONEXIONES DE LAMINA GALVANIZADA EN PLAFOND
- APAGADOR SENCILLO
- TUBO CONDUIT PARED DELGADA GALVANIZADA POR PLAFOND
- TUBO CONDUIT PARED DELGADA GALVANIZADA POR MURO
- CENTRO DE CARGA PARA UPS TIPO
- CENTRO DE CARGA

**CODIGO DE COLORES**

ENERGIA NORMAL	= NEGRO
FASE B	= ROJO
FASE C	= AZUL
NEUTRO	= BLANCO
TIERRA	= DESNUDO

**NOMENCLATURA DE LUMINARIO**

INDICA EL TIPO DE LUMINARIO

INDICA No. DE CIRCUITO

INDICA No. DE SECCION Y NIVEL

INDICA NOMBRE DE TABLERO

**NOMENCLATURA CEDULA DE CABLEADO**

② 4-3,307mm<sup>2</sup>(12AWG), 1-2,082mm<sup>2</sup> (14), T-16mm<sup>ø</sup> (1/2")

INDICA DIAMETRO DE TUBERIA

INDICA CALIBRE DE CONDUCTOR DE TIERRA

INDICA CALIBRE DE CONDUCTORES ACTIVOS

INDICA No. DE CONDUCTORES

INDICA No. DE CEDULA

**CEDULA DE CABLEADO**

- ① 2-3,307mm<sup>2</sup> (12AWG), 1-2,082mm<sup>2</sup> (14AWG), T-16mm<sup>ø</sup> (1/2")
- ② 3-3,307mm<sup>2</sup> (12AWG), 1-2,082mm<sup>2</sup> (14AWG), T-16mm<sup>ø</sup> (1/2")
- ③ 4-3,307mm<sup>2</sup> (12AWG), 1-2,082mm<sup>2</sup> (14AWG), T-16mm<sup>ø</sup> (1/2")
- ④ 5-3,307mm<sup>2</sup> (12AWG), 1-2,082mm<sup>2</sup> (14AWG), T-21mm<sup>ø</sup> (3/4")
- ⑤ 6-3,307mm<sup>2</sup> (12AWG), 1-2,082mm<sup>2</sup> (14AWG), T-21mm<sup>ø</sup> (3/4")
- ⑥ 7-3,307mm<sup>2</sup> (12AWG), 1-2,082mm<sup>2</sup> (14AWG), T-21mm<sup>ø</sup> (3/4")
- ⑦ 8-3,307mm<sup>2</sup> (12AWG), 1-2,082mm<sup>2</sup> (14AWG), T-21mm<sup>ø</sup> (3/4")

**PROYECTO DE TESIS**

PROYECTO  
**ACCESO 5 DE LA EX-REFINERIA 18 DE MARZO**

UBICACION  
**EDIFICIO K**

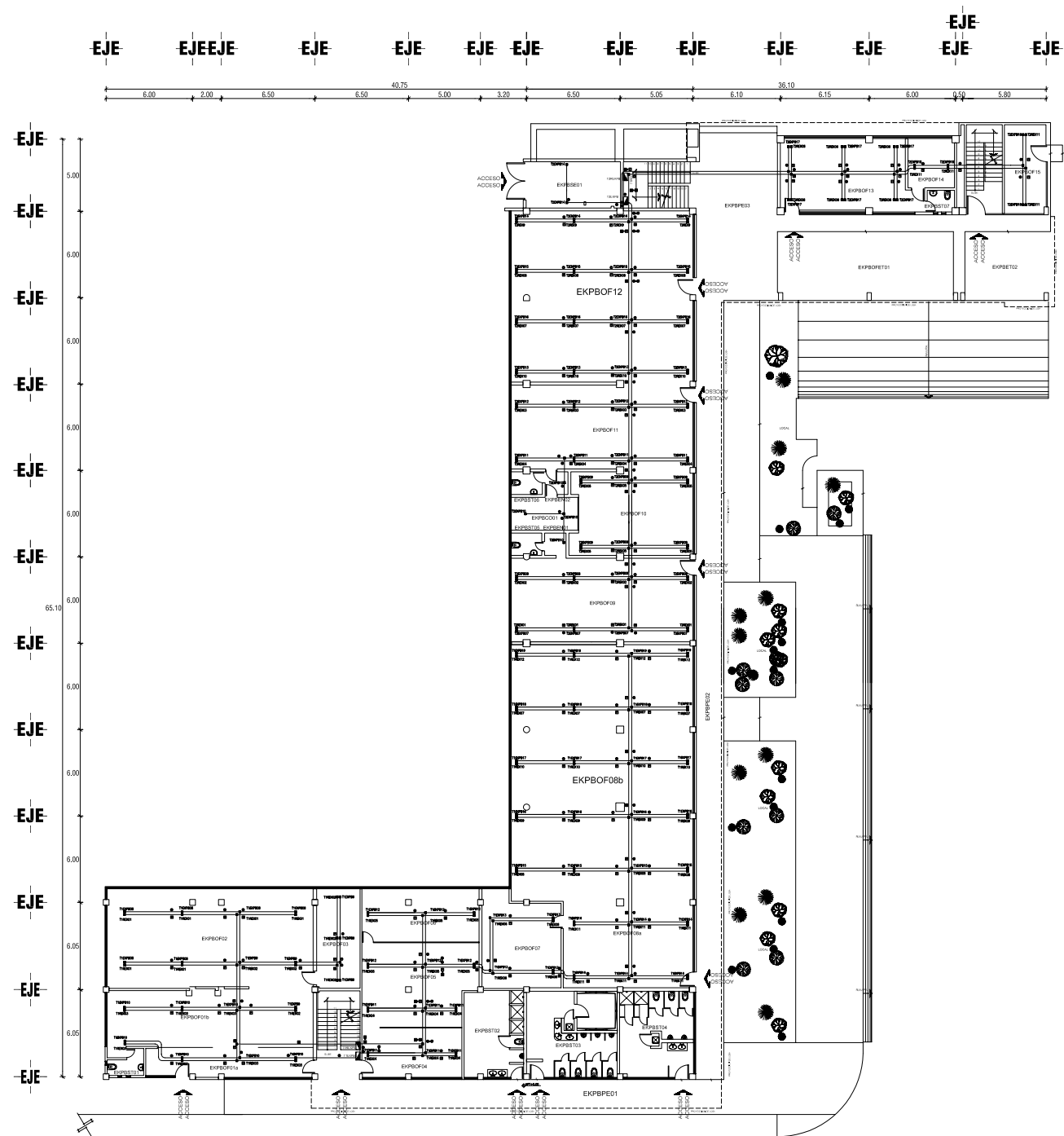
**ALUMBRADO**

PRESENTAN  
**GUILECK GUZMÁN DUARTE**  
**ELIEL MENDOZA LÓPEZ**

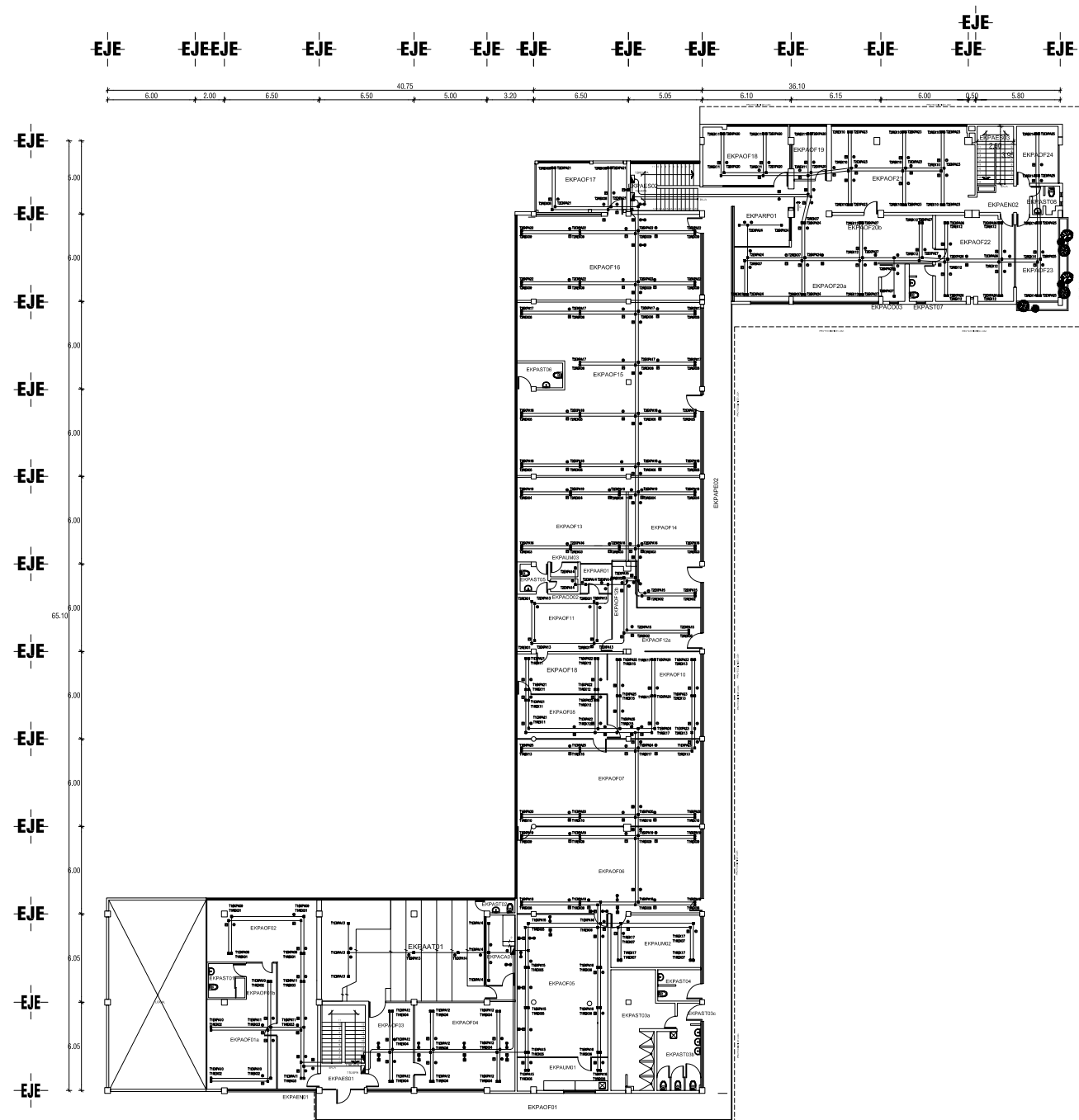
11	12
No. de plano	No. total
<b>P-ALUM EK</b>	

FECHA	31 DE OCTUBRE DE 2005
ESCALA	S/E
COTAS	METROS

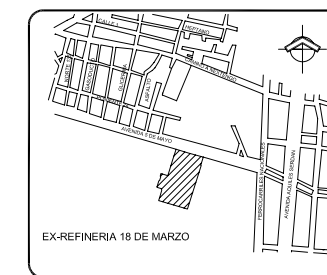




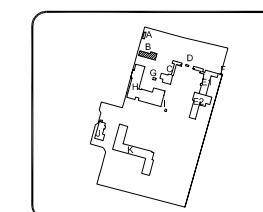
**PLANTA BAJA**



**PLANTA PRIMER NIVEL**



CROQUIS DE LOCALIZACION



CROQUIS DE UBICACION

**SIMBOLOGIA**

- INDICA QUE SUBE O BAJA TUBERIA
- CAJA DE CONEXIONES DE LAMINA GALVANIZADA EN PLAFOND A CONTACTO DUPLEX NORMAL O CORRIENTE REGULADA 15 A, 127 V, 1F-2H, 60 HZ.
- ⊠ CAJA DE CONEXIONES DE LAMINA GALVANIZADA EN PLAFOND
- TUBO CONDUIT PARED DELGADA GALVANIZADA POR PLAFOND
- - - TUBO CONDUIT PARED DELGADA GALVANIZADA POR MURO
- ▒ CENTRO DE CARGA PARA UPS TIPO
- ▓ CENTRO DE CARGA

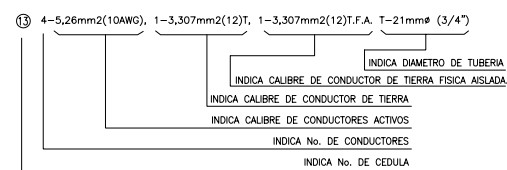
**CODIGO DE COLORES**

ENERGIA NORMAL		ENERGIA REGULADA	
FASE A = NEGRO	FASE A = CAFE	FASE B = ROJO	FASE B = NARANJA
FASE C = AZUL	FASE C = AMARILLO	NEUTRO = BLANCO	NEUTRO = GRIS
TIERRA = DESNUDO	TIERRA AISLADA = VERDE	TIERRA = DESNUDO	TIERRA = DESNUDO

- NOM. CAJAS DE CONEXION**
- INDICA CONTACTO DUPLEX
  - TEX04 INDICA No DE CIRCUITO
  - INDICA No DE SECCION Y NIVEL
  - INDICA NOMBRE DE TABLERO



**NOMENCLATURA CEDULA DE CABLEADO**



**CEDULA DE CABLEADO SERV. REGULADO UPS**

- 11 2-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A., T-16mmø (1/2")
- 12 4-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A., T-21mmø (3/4")
- 13 6-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A., T-21mmø (3/4")
- 14 8-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A., T-27mmø (1")
- 15 10-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A., T-27mmø (1")
- 16 12-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A., T-35mmø (1 1/4")
- 17 14-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T.F.A., T-35mmø (1 1/4")

**CEDULA DE CABLEADO SERV. NORMAL**

- 1 2-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-16mmø (1/2")
- 2 4-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-21mmø (3/4")
- 3 6-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-21mmø (3/4")
- 4 8-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-27mmø (1")
- 5 10-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-27mmø (1")
- 6 12-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-35mmø (1 1/4")
- 7 14-5,26mm2 (10AWG), 1-3,307mm2 (12AWG)T, T-35mmø (1 1/4")

**PROYECTO DE TESIS**

PROYECTO  
**ACCESO 5 DE LA EX-REFINERIA 18 DE MARZO**  
UBICACION  
**EDIFICIO K**

CONTENIDO  
**CONTACTOS**  
PRESENTAN  
**GUILICK GUZMÁN DUARTE**  
**ELIEL MENDOZA LÓPEZ**

12 12  
No. de plano No. total

**P-CONT EK**

FECHA  
31 DE OCTUBRE DE 2005  
ESCALA  
S/E  
COTAS  
METROS

---

## BIBLIOGRAFÍA

Kaufman, Jonh E., *IES Lighting Handbook*, 4ta. Edición, IESNA,1987.

Thumann, Albert, *Lighting Efficiency Applications*, 2da. Edición, Ed. Prentice Hall, 1991.

Lindsey, Jack L., *Applied Illumination Engineering*, 2da. Edición, Ed. The Fairmount Press, Inc., 1997.

Murdoch, R. Harrold, *IESNA Lighting Ready Reference*, IESNA,1987.

Industrias CONELEC, *Manual Eléctrico*, 3ra. Edición, Ed. Impredit, 1981.

NFPA, *Manual NEC 1999*, 8va. Edición, NFPA, 1999.

Mike Holt, *Understanding NEC Calculations*, 3ra. Edición, Ed. Delmar Publisher, 1999.

COOPER BUSSMANN, *Engineering Dependable Protection for an Electrical Distribution System "part 1 A Simple Approach to Short Circuit Calculations"*, Bulletin Edp-1 (2004-1), COOPER BUSSMANN.

COOPER BUSSMANN, *Engineering Dependable Protection for an Electrical Distribution System "Part 2 Selective Coordination of Overcurrent Protective Devices for Low Voltage Systems"*, Bulletin Edp-2 (2004-2), COOPER BUSSMANN.

Bratu Serbán, Neagu y Campero Littlewood, Eduardo, *Instalaciones Eléctricas Conceptos Básicos y Diseño*, Ed. Alfaomega, 1990.

Enríquez Harper, *Guía para el Diseño de Instalaciones Eléctricas Residenciales, Industriales y Comerciales*, 2da. Edición, Ed. Limusa, 2003.

Enríquez Harper, *Manual de Instalaciones Eléctricas Residenciales e Industriales*, 2da. Edición, Ed. Limusa, 2002.

Mc. Donald, Jonh D., *Electric Power Substations Engineering*, Ed. CRC Press, 2003.

Lorenzo Bautista, Rodolfo, *Sistemas de Tierra en Subestaciones Eléctricas*, 2001.

General Electric, *Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica*, Ed. GE

Grainder, John J. y Stevenson, William D. Jr, *Análisis de Sistemas de Potencia*, Ed. Mc Graw Hill, 1995.

ANSI/IEEE, *IEEE Std. 80-2000 "IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding"*, IEEE, 2000.

ANSI/IEEE, *IEEE Std. 142-1983 "IEEE Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems"*, IEEE, 1983.

Ibbetson, *Instalaciones Eléctricas* Ed. CECSA.

Stallcup, James, *Stallcup's Electrical Design Book*, NFPA, 1999.

NOM-001-SEDE-1999 "*Instalaciones eléctricas (utilización)*", Ed. Alfaomega, 2da reimpresión, 2002.

NOM-007-ENER-1995 "Eficiencia Energética para Sistemas de Alumbrado en Edificios no Residenciales", 1995.

NOM-025-STPS 1999 "*Condiciones de iluminación en los centros de trabajo*" publicada en el Diario Oficial de la Federación, 1999.