



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES**  
**CAMPUS ARAGÓN**

***“DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS  
PARA LA REHABILITACIÓN Y  
MODERNIZACIÓN DE LA ESTACIÓN DE  
COMPRESIÓN Y ALMACENAMIENTO DE GAS  
NATURAL, LOS RAMONES, NUEVO LEÓN”.***

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

**P R E S E N T A :**

OSCAR JONY GARCÍA SANTIAGO

**DIRECTOR DE TESIS:**

Ing. Abel Verde Cruz.

**MÉXICO, D.F. JUNIO DE 2001**

294016



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS  
PROFESIONALES ARAGÓN - UNAM

JEFATURA DE CARRERA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

OFICIO: ENAR/JAME/400/01.

ASUNTO: **Sínodo.**

**LIC. ALBERTO IBARRA ROSAS**  
**SECRETARIO ACADÉMICO**  
**P R E S E N T E.**

Por este conducto me permito relacionar los nombres de los Profesores que sugiero integren el Sínodo del Examen Profesional del alumno, **OSCAR JONY GARCÍA SANTIAGO**, con Número de Cuenta **9005226-0**, con el tema de tesis: **“DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA LA REHABILITACIÓN Y MODERNIZACIÓN DE LA ESTACIÓN DE COMPRESIÓN Y ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL, LOS RAMONES, NUEVO LEÓN”**.

<b>PRESIDENTE:</b>	<b>ING. RAÚL BARÓN VERA</b>	<b>OCTUBRE</b>	<b>78</b>
<b>VOCAL:</b>	<b>ING. J.J. RAMÓN MEJÍA ROLDÁN</b>	<b>NOVIEMBRE</b>	<b>85</b>
<b>SECRETARIO:</b>	<b>ING. ABEL VERDE CRUZ</b>	<b>ABRIL</b>	<b>93</b>
<b>SUPLENTE:</b>	<b>ING. JUAN A. VILLANUEVA ORTEGA</b>	<b>SEPTIEMBRE</b>	<b>94</b>
<b>SUPLENTE:</b>	<b>ING. PABLO LUNA ESCORZA</b>	<b>ENERO</b>	<b>96</b>

Quiero subrayar que el Director de Tesis es el Ing. Abel Verde Cruz, el cual está incluido en base a lo que reza el Reglamento de Exámenes Profesionales de esta Escuela.

**A T E N T A M E N T E**  
**“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”**  
**San Juan de Aragón, Edo. de México 28 de mayo del 2001.**

**EL JEFE DE CARRERA**

**ING. IVÁN MUÑOZ SOLÍS**

c.c.p. Lic. Ma. Teresa Luna Sánchez.- Jefa del Depto. de Servicios Escolares.  
c.c.p Ing. Abel Verde Cruz.- Asesor.  
Alumno  
IMS/scd.



*A. Bertha Santiago Osorio:*

"Si en el mundo hay alguien capaz de ofrecer todo, incluso su vida, a cambio de la de sus hijos... es la madre"

*De usted mi querida mamá, le he aprendido ese gran espíritu de sacrificio, su carácter fuerte cuando se es necesario, y esa creencia espiritual tan fuerte...*

*A. Guillermo García García:*

*De usted mi querido papá, le he aprendido esa certeza de que no hay imposibles en esta vida, esa paciencia que siempre lo ha acompañado durante la vida, y ese Don de ayudar a todo mundo sin mirar a quien, sin esperar nada a cambio...*

Gracias a ustedes por esos sacrificios tan inmensos que han tenido que hacer durante toda su vida, esos desvelos, esos sufrimientos...

Este trabajo es un tributo a su generosidad, amor y paciencia que siempre han tenido para nosotros, sus hijos...

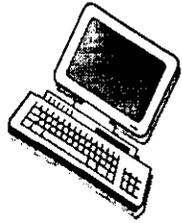
*A. Sonia Evelyn Y Erick Iván...*

*Mis queridos hermanos que la vida y mis padres me han dado.*

Espero y sea este trabajo un motivo de superación constante...

Doy gracias a la vida por haberme permitido tener una familia como la que tengo...

**¡¡ ESTOY ORGULLOSO DE USTEDES !!**



*A la memoria de mi abuelita Perfecta García Galica...*



*A la memoria de mi abuelito Bonifacio Santiago Velasco...*



*A mi abuelita Elsa Sánchez Osorio...*



*A Loito Santiago Martínez, que sin tener necesidad, siempre me ha tendido la mano cuando lo he necesitado.*



*A mis tíos Virginia, Balbina, Donald, Armando, Edgar, Edelmiro y Guillermo.*



*A mi tío Claudio García García.*

Todos ustedes, que de alguna u otra manera me han ayudado enormemente durante el transcurso de mi vida....

**!!! GRACIAS, MUCHAS GRACIAS EN VERDAD !!!**



*A la Universidad Nacional Autónoma de México...*

*Por todo lo que me ha dado y ha significado para mí.*

*A la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Aragón...*

*Por darme la oportunidad de hacer una carrera.*

*A el Instituto Mexicano del Petróleo...*

*Por otorgarme una beca para realizar este trabajo de tesis.*

*A el Honorable Cuerpo del Jurado...*

*A mis mejores amigos de la E.N.E.P., con los cuales compartí muchas experiencias a lo largo de esos 5 años en la carrera:*

*Alejandro Segura Torres*

*Héctor Cortés Fernández*

*Cruz Pelé Gómez Flores*

*Y a todos mis demás compañeros y amigos...*

*A mis compañeros, amigos y maestros del Área Eléctrica del Instituto Mexicano del Petróleo:*

*Javier Rivera Sánchez*

*Lino Ávila Osorio*

*Andrés Nuñez Martínez*

*Antelmo Salomón Castañeda*

*Salvador García López*

*Magdalena Muñoz Mosqueda*

*Especialmente a Alejandro García Ruiz, por su gran apoyo en mi estancia en el I.M.P. al asesorarme este trabajo de tesis dentro del Instituto, gracias por su valiosa ayuda...*

*A mis demás amigos de otras Áreas y Especialidades del I.M.P...*

**"GRACIAS POR SUS VALIOSOS COMENTARIOS, SU AYUDA Y SU AMISTAD"**

# INDICE

## 1. GENERALIDADES

1.1.	INTRODUCCIÓN.....	3
1.2.	OBJETIVO.....	3
1.3.	JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4.	ALCANCE.....	4
1.5.	SITUACION GEOGRÁFICA.....	5
1.5.1.	EL ESTADO DE NUEVO LEÓN.....	5
1.5.2.	MUNICIPIO LOS RAMONES.....	5
1.5.3.	ESTACION DE COMPRESIÓN Y ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL "LOS RAMONES" .....	6
1.6.	EL INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO.....	7
	BIBLIOGRAFÍA.....	8

## 2. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS

2.1.	INTRODUCCIÓN.....	11
2.2.	ALCANCES.....	11
2.3.	DEFINICIÓN DE CONCEPTOS.....	11
2.4.	CLASIFICACIÓN DE ÁREAS.....	13
2.4.1.	ÁREAS CLASE 1.....	13
2.4.2.	ÁREAS CLASE 2.....	13
2.4.3.	ÁREAS CLASE 3.....	13
2.4.4.	ÁREAS NO PELIGROSAS.....	14
2.4.5.	GRUPOS DE ATMÓSFERAS PELIGROSAS.....	14
2.5.	CARACTERÍSTICAS DEL GAS A TRANSPORTAR.....	15
2.6.	TEMPERATURA MEDIA POR MES DEL LUGAR.....	15
2.7.	LISTA DE EQUIPO PARA LA ESTACIÓN.....	16
2.8.	DESCRIPCIÓN DE LA CLASIFICACIÓN.....	17
2.8.1.	EQUIPO ELÉCTRICO.....	18
2.9.	PLANOS GENERADOS.....	24
	BIBLIOGRAFÍA.....	25

<b>3.</b>	<b>SISTEMA DE FUERZA</b>	
3.1.	INTRODUCCIÓN.....	29
3.2.	ALCANCES.....	29
3.3.	DEFINICIÓN DE CONCEPTOS.....	29
3.4.	LINEAMIENTOS PARA EL DISEÑO.....	31
	3.4.1. SELECCIÓN DE TENSIONES.....	31
	3.4.2. DIAGRAMA UNIFILAR.....	32
	3.4.3. SISTEMA DE FUERZA.....	33
	3.4.4. SISTEMA DE CONTROL.....	34
	3.4.5. SUBESTACIÓN PRINCIPAL.....	34
	3.4.6. CENTRO DE CONTROL DE MOTORES.....	35
	3.4.7. SISTEMA DE EMERGENCIA.....	36
3.5.	<b>CÁLCULO Y SELECCIÓN DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS PARA MEDIA TENSIÓN.....</b>	37
	3.5.1. CONSIDERACIONES GENERALES.....	37
	3.5.2. CÁLCULO POR CORRIENTE.....	37
	3.5.3. CÁLCULO POR REGULACIÓN DE TENSIÓN.....	38
	3.5.4. CÁLCULO POR CORTO CIRCUITO.....	40
	3.5.5. SELECCIÓN DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA.....	40
3.6.	<b>CÁLCULO Y SELECCIÓN DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS PARA BAJA TENSIÓN.....</b>	42
	3.6.1. CONSIDERACIONES GENERALES.....	42
	3.6.2. CÁLCULO POR CORRIENTE.....	42
	3.6.3. CÁLCULO POR REGULACIÓN DE TENSIÓN.....	43
	3.6.4. CÁLCULO POR CORTO CIRCUITO.....	44
	3.6.5. SELECCIÓN DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA.....	44
3.7.	<b>CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.....</b>	44
	3.7.1. TUBOS CONDUIT.....	44
	3.7.2. DUCTOS.....	46
	3.7.3. CHAROLAS.....	46
	3.7.4. BANCO DE TUBERÍAS.....	47
3.8.	<b>CONSIDERACIONES PARA MOTORES.....</b>	48
	3.8.1. CIRCUITOS DERIVADOS PARA MOTORES.....	48
	3.8.2. DISPOSITIVOS DE CONTROL PARA MOTORES.....	49
3.9.	<b>PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTES Y CORTO CIRCUITO.....</b>	51
	3.9.1. FUSIBLES.....	51

3.9.2.	INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS.....	52
3.9.3.	APLICACIONES NEMA PARA GABINETES.....	53
3.9.4.	PROTECCIÓN CONTRA CORTO CIRCUITO.....	54
3.10.	<b>EJEMPLO REPRESENTATIVO.....</b>	<b>58</b>
3.11.	<b>PLANOS GENERADOS.....</b>	<b>72</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>73</b>

#### **4. SISTEMA DE TIERRAS**

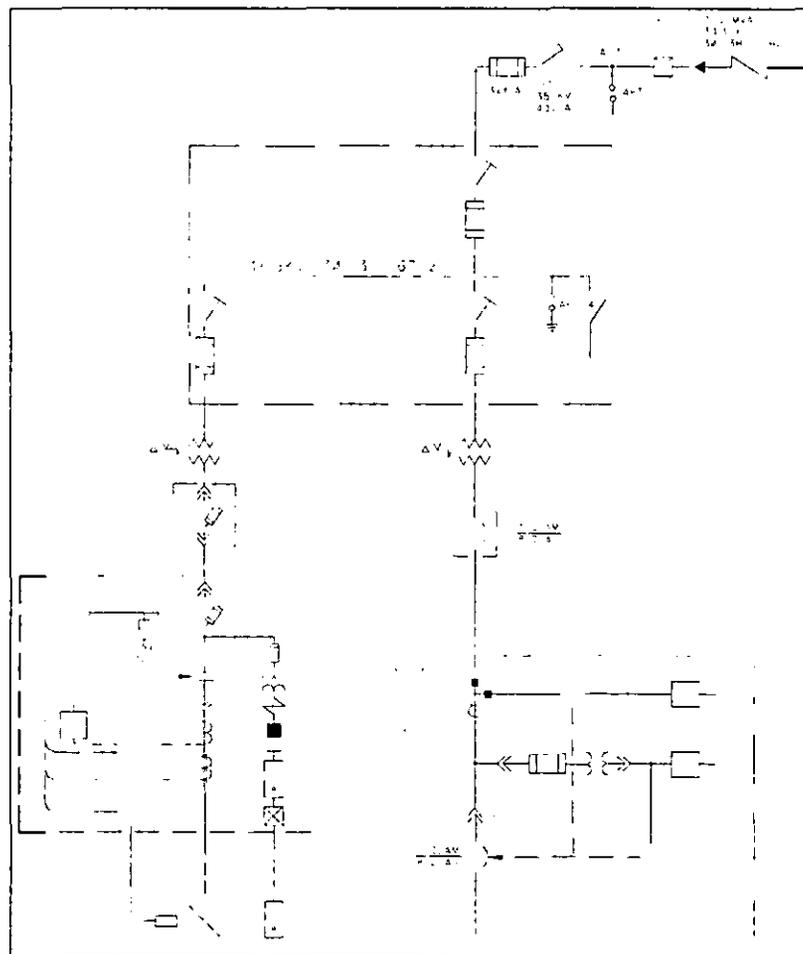
4.1.	INTRODUCCIÓN.....	77
4.2.	ALCANCES.....	77
4.3.	DEFINICIÓN DE CONCEPTOS.....	77
4.4.	LINEAMIENTOS DE DISEÑO.....	78
4.4.1.	CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO.....	78
4.4.2.	CONSIDERACIONES PRINCIPALES.....	78
4.5.	PROCEDIMIENTO DE DISEÑO.....	79
4.5.1.	CÁLCULO DEL CALIBRE DEL CONDUCTOR DE LA RED DE TIERRAS.....	79
4.5.2.	NÚMERO DE ELECTRODOS REQUERIDOS.....	80
4.5.3.	LONGITUD MÍNIMA DEL CONDUCTOR REQUERIDO EN LA RED DE TIERRAS.....	81
4.5.4.	RESISTENCIA DE LA RED DE TIERRAS.....	82
4.5.5.	CÁLCULO DEL MÁXIMO AUMENTO DE POTENCIAL EN LA RED DE TIERRAS.....	82
4.5.6.	CÁLCULO DE POTENCIALES TOLERABLES.....	82
4.5.7.	CÁLCULO DE POTENCIALES PROBABLES.....	82
4.5.8.	CONDICIONES DE SEGURIDAD.....	83
4.6.	<b>SISTEMA DE PARARRAYOS.....</b>	<b>84</b>
4.6.1.	ESPECIFICACIONES SOBRE MATERIALES.....	84
4.6.2.	ESPECIFICACIONES SOBRE INSTALACIONES.....	85
4.6.3.	PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA PARARRAYOS TIPO BAYONETA O PUNTA.....	85
4.7.	<b>EJEMPLO REPRESENTATIVO.....</b>	<b>87</b>
4.8.	<b>PLANOS GENERADOS.....</b>	<b>93</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>94</b>

<b>5.</b>	<b>SISTEMA DE ALUMBRADO</b>	
5.1.	INTRODUCCIÓN.....	97
5.2.	ALCANCES.....	97
5.3.	DEFINICIÓN DE CONCEPTOS.....	97
5.4.	CARACTERÍSTICAS DE ILUMINACIÓN DE LAS LÁMPARAS.....	99
5.4.1.	LÁMPARAS INCANDESCENTES.....	99
5.4.2.	LÁMPARAS FLUORESCENTES.....	100
5.4.3.	LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO.....	100
5.4.4.	LÁMPARAS DE ADITIVOS METÁLICOS.....	100
5.4.5.	LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO A BAJA PRESIÓN.....	101
5.4.6.	LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESIÓN.....	101
5.5.	CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LAS LÁMPARAS.....	101
5.6.	MÉTODOS PARA CÁLCULO DE ALUMBRADO.....	102
5.7.	PROCEDIMIENTO PARA CÁLCULO DE ALUMBRADO.....	102
5.7.1.	ALUMBRADO INTERIOR.....	102
5.7.2.	ALUMBRADO EXTERIOR.....	107
5.8.	EJEMPLO REPRESENTATIVO.....	109
5.9.	PLANOS GENERADOS.....	113
	BIBLIOGRAFÍA.....	114
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>119</b>
	<b>ANEXO A (TABLAS)</b> .....	<b>123</b>
	<b>ANEXO B (PLANOS GENERADOS)</b> .....	<b>165</b>

# CAPITULO 1

---

## GENERALIDADES



## 1.1.- INTRODUCCIÓN.

Actualmente la red nacional de ductos presenta limitaciones en el manejo de Gas Natural, derivadas éstas por los cruzamientos de los gasoductos con zonas urbanas densamente pobladas, puntos donde se obliga a limitar las presiones para operar dentro de las normas y en áreas donde los incrementos potenciales de consumo son frecuentes.

Esta situación además de limitar la capacidad de transporte, reduce la posibilidad de llevar el almacenamiento propio de las líneas hasta puntos permisibles de acuerdo al diseño de éstas.

Para dar solución a esta situación **PGPB** (PEMEX Gas y Petroquímica Básica) tomó la decisión de instalar estaciones de compresión en puntos estratégicos del sistema, lo cual proporcionará una mayor flexibilidad operativa en el transporte de Gas Natural.

Por lo anterior se ha considerado realizar el proyecto de "**Rehabilitación y Modernización de Instalaciones para Incrementar la Capacidad de Transporte de Gas Natural**"; el cual contempla la realización de tres obras estratégicas de Estaciones de Compresión, como se menciona a continuación:

**FASE I:** Estación de Compresión Reynosa; localizada en el Complejo Procesador de Gas, Reynosa.

**FASE II:** Estación de Compresión No.19; Km. 38 de la carretera Federal No. 40 Reynosa–Monterrey.

**FASE III:** Estación los Ramones; localizada en el municipio del mismo nombre, del Estado de Nuevo León.

Debido a la complejidad que representa un proyecto de tal magnitud, el presente trabajo se centrará en la **Fase III**, formando parte del proyecto en sí.

## 1.2.- OBJETIVO.

Mediante el presente trabajo, se pretende Proponer el Diseño de las Instalaciones Eléctricas para la Rehabilitación de la Estación, logrando con esto un mejor transporte de gas y un mayor rendimiento en la Estación , derivado de la modernización.

## 1.3.- JUSTIFICACIÓN.

Debido a las necesidades de importación y exportación del Gas Natural, es de gran importancia implementar equipo y dispositivos nuevos para sustituir a aquellos ya existentes y obsoletos, mismos que han cumplido con su tiempo de vida útil, así como cubrir las necesidades actuales de exportación e importación del país. Es por eso que la importancia de este proyecto conlleva muchas mejoras tanto para el proveedor, como para el consumidor final.

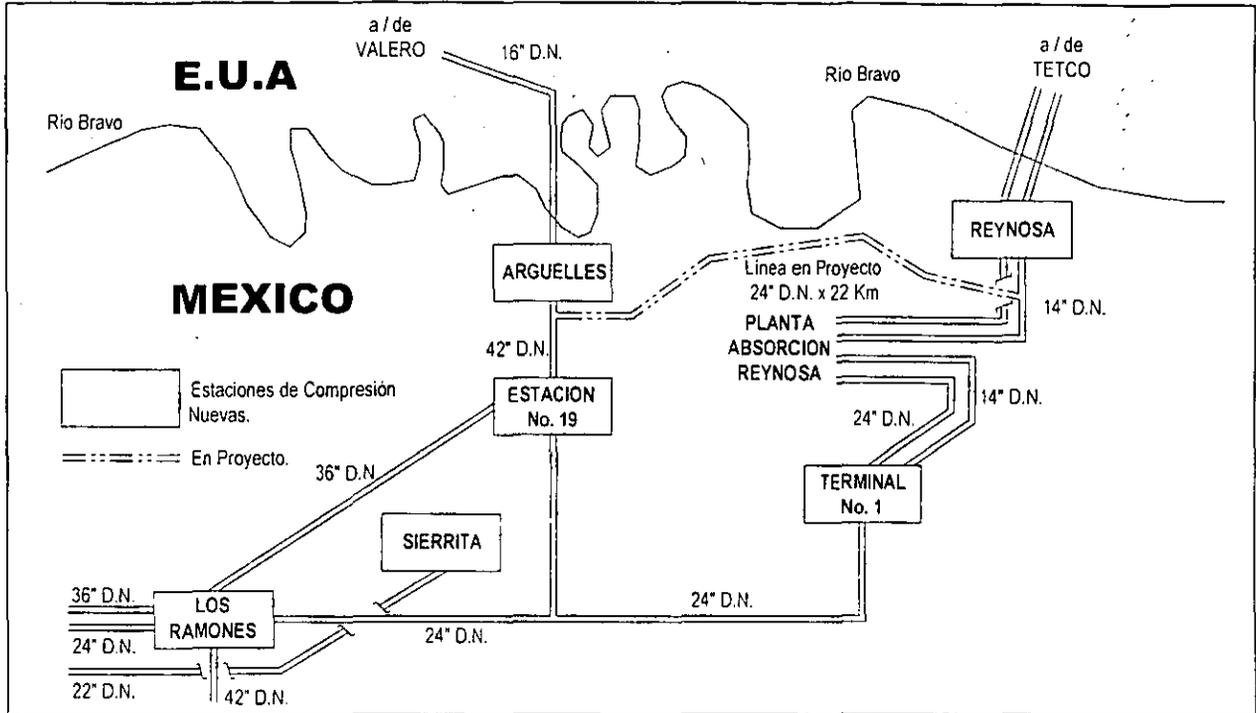


Fig. No. 1. Sistema de Transporte Actual de Gas Natural e Instalaciones Proyectadas en la Zona Norte del País.

#### 1.4.- ALCANCE.

La información que se maneja en cada uno de los proyectos desarrollados en el IMP, es demasiada como para tratar de abarcar todo lo concerniente a uno de ellos en un trabajo de tesis. Es por eso que surge la necesidad de compactar y sintetizar gran parte de la información.

Así mismo debido a la magnitud que representa este proyecto, el presente trabajo está orientado sólo a la **Fase III**.

## 1.5.- SITUACIÓN GEOGRÁFICA.

### 1.5.1.- EL ESTADO DE NUEVO LEÓN.

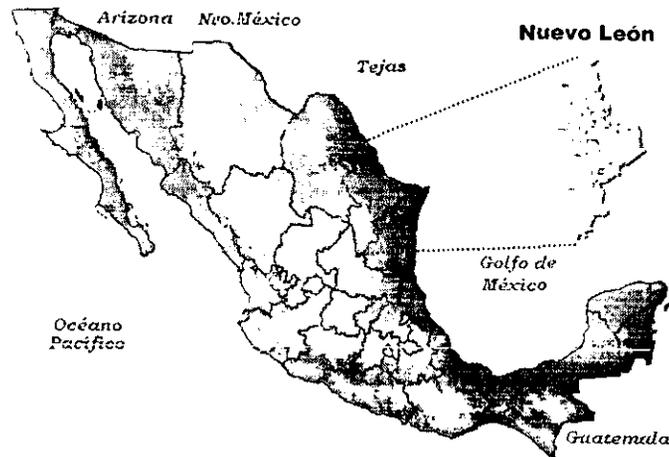


Fig. No. 2. Estado de Nuevo León.

**Ubicación Geográfica:** Coordenadas geográficas extremas: Al norte  $27^{\circ} 49'$  y al sur  $23^{\circ} 11'$  de latitud norte. Al este  $98^{\circ} 26'$  y al oeste  $101^{\circ} 14'$  de longitud oeste. Área ( $\text{km}^2$ ):  $64,210 \text{ km}^2$  que representa el 3.3% de la superficie total del país.

**Límites:** Al norte colinda con Coahuila; al sur, con San Luis Potosí y Tamaulipas, con el que comparte todo su límite por el este. Coahuila, San Luis Potosí y Zacatecas por el Oeste (en el vértice de los límites de los cuatro estados). Su zona fronteriza Colombia colinda en el Norte con los Estados Unidos de América y el estado de Tamaulipas.

**Capital:** Monterrey.

**No. de municipios:** 51

### 1.5.2.- MUNICIPIO LOS RAMONES.

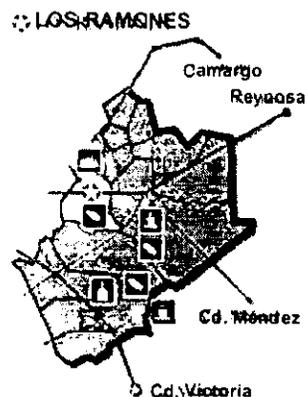


Fig. No. 3. Municipio Los Ramones, Nuevo León.

**Localización:** Los Ramones se encuentra ubicado en la región centro oriental del estado de Nuevo León, a 120 kilómetros de distancia de Monterrey. Colinda con Cerralvo al norte, con General Terán al sur, al este con China y Los Herreras y al oeste con Cadereyta Jiménez, Pesquería y Dr. González.

**Extensión:** Su superficie territorial es de 1,378.8 kilómetros cuadrados, que significa el 2.13 % de la superficie total del Estado.

**Orografía:** En la parte noreste se localiza el Cerro de Papagayos, el cual comprende la zona accidentada. Las zonas planas y semiplanas, están dispersas en todo el municipio.

### 1.5.3.- ESTACIÓN DE COMPRESIÓN Y ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL, LOS RAMONES.

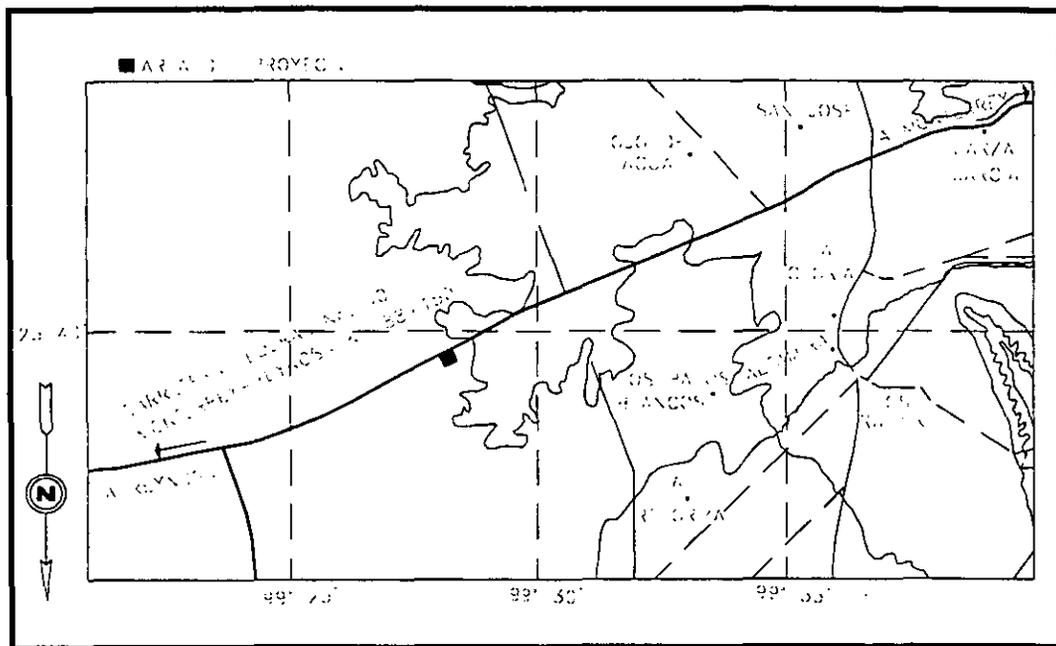


Fig. No. 4. Croquis de Localización de la Estación.

Para este proyecto (**Fase III**), se instalarán tres compresores nuevos en la Estación de Compresión Los Ramones, ubicada en el municipio del mismo nombre, en el estado de Nuevo León, la cual se encuentra actualmente operando, como estación de medición.

La función de esta estación estará dirigida a manejar los excedentes de gas natural empacados en la Red Nacional de Gasoductos para exportarlos a los Estados Unidos de América a las condiciones de operación requeridas, así mismo facilitará la importación de volúmenes mayores de gas cuando estos sean requeridos.

Adicionalmente se tiene contemplado la instalación de tanque de agua para sistemas contraincendio, tanque de agua de servicios, sistema de drenajes sanitarios y aceitosos, paquete de tratamiento de efluentes y sistema de desfogue. Todos estos sistemas estarán considerados dentro del predio existente de la Estación de Compresión Los Ramones, Nuevo León.

## 1.6.- EL INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO.

El presente trabajo se realizó con el apoyo del Instituto Mexicano del Petróleo y dentro de sus instalaciones, gracias a los comentarios, observaciones y aportaciones hechas por los integrantes del área de proyectos de diferentes especialidades en tierra, y principalmente del departamento de Ingeniería Eléctrica.

El 23 de agosto de 1965, el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) abrió sus puertas como consecuencia de la transformación industrial del país y de la necesidad de incrementar la tecnología relacionada con el desarrollo de las industrias petrolera, petroquímica básica, petroquímica derivada y química.

El presidente Gustavo Díaz Ordaz aprobó el decreto que se publicaría en el Diario Oficial, en el cual se establecen como objetivos del IMP:

- a) La investigación científica básica y aplicada;
- b) El desarrollo de disciplinas de investigación básica y aplicada;
- c) La formación de investigadores;
- d) La difusión de los desarrollos científicos y su aplicación en la técnica petrolera;
- e) La capacitación de personal obrero que pueda desempeñar labores en el nivel subprofesional, dentro de las industrias petrolera, petroquímica básica, petroquímica derivada y química.

A más de tres décadas, el IMP sigue cumpliendo con los objetivos que le dieron vida.

A 34 años de distancia, el IMP está integrado por una planta de cinco mil trabajadores y tiene 122 laboratorios en sus instalaciones sede y seis más en el Parque Industrial La Reforma, Hidalgo; seis en el desarrollo industrial de Cactus, Chiapas; tres en Dos Bocas y dos en Poza Rica, Veracruz; cuatro en Ciudad del Carmen, Campeche y dos en Ciudad Madero, Tamaulipas, con lo que mantiene el liderazgo en materia de investigación petrolera y de formación de recursos humanos.

El Departamento de Ingeniería Eléctrica del IMP, es una de las partes medulares con que dicha paraestatal cuenta en el apartado de Ingeniería de Proyectos. Desde su creación, este instituto tiene la finalidad de desarrollar, la ingeniería necesaria en instalaciones terrestres, así como marinas o costafuera; para su principal cliente PEMEX.

Este Departamento, como cualquier firma de Ingeniería; realiza Ingeniería Básica y de Detalle; abarca desde la concepción de generación, hasta los centros de consumo de energía eléctrica.

El diseño, constituye la etapa en la que el proyecto iniciado con objetivos y bases establecidas, se concreta en documentos; tales como:

1. Dibujos
2. Planos
3. Especificaciones
4. Requisiciones
5. Bases de Concurso.
6. Asistencia Técnica.

Esta actividad requiere además, de conocimiento científico, normas, reglamentos, estándares, recomendaciones, especificaciones y procedimientos de ingeniería.

Así mismo, el Departamento de Ingeniería Eléctrica realiza también funciones de supervisión en construcción, asesoría y certificación de plantas industriales petroleras y de procesos petroquímicos, relacionados con el manejo de la energía eléctrica.

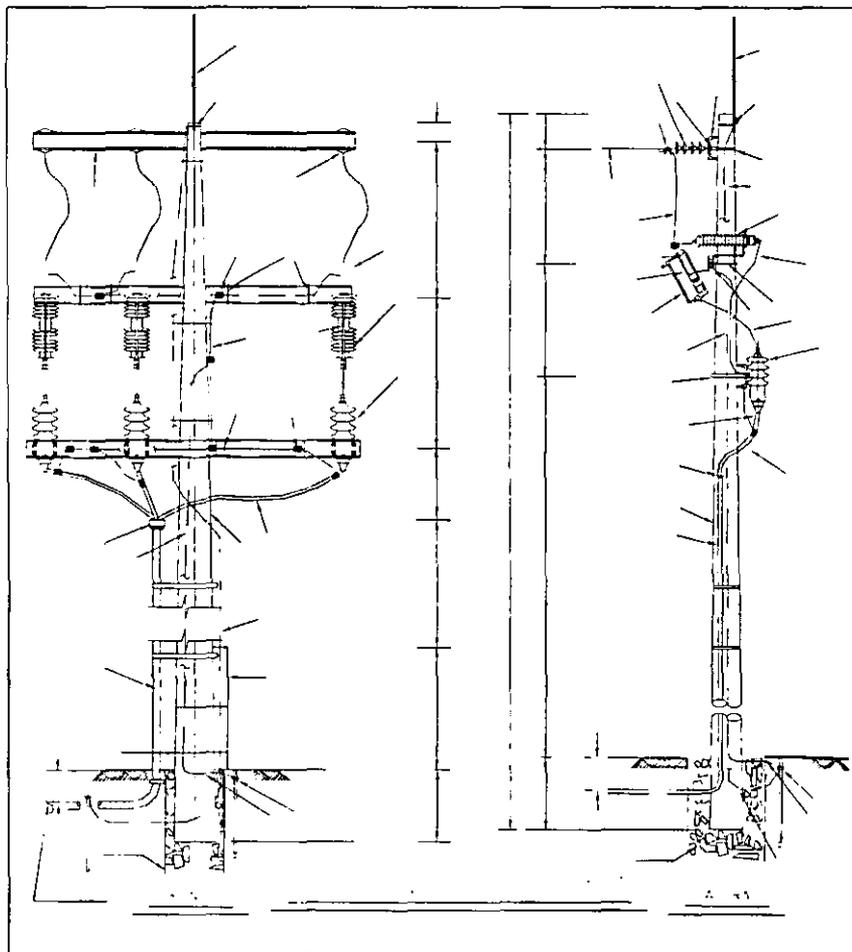
**BIBLIOGRAFIA**

- Ingeniería Básica y de Detalle para las Estaciones de Compresión. **Bases de Diseño del Proyecto para Instalar. Estación de Compresión y Almacenamiento de Gas Natural "Los Ramones"**.
- <http://www.nl.gob.mx> , página WEB del Gobierno del Estado de Nuevo León.
- <http://www.imp.mx> , página WEB del Instituto Mexicano del Petróleo.
- <http://www.pemex.com.mx> , página WEB de Petróleos Mexicanos.

# CAPITULO 2

---

## CLASIFICACIÓN DE ÁREAS



## **2.1.- INTRODUCCIÓN.**

La industria, los servicios y en general toda aquella rama de la producción a nivel nacional e internacional, buscan optimizar todos sus recursos y en donde se ha puesto especial atención y se han invertido cantidades considerables de recursos, es en la seguridad, a efecto de reducir los riesgos de sufrir algún accidente que pudiera mermar las utilidades de la actividad productiva. Incluso se ha llegado al grado de implementar estándares internacionales de seguridad, en pro de una mayor efectividad en el trabajo y seguridad de las instalaciones.

En el caso de la industria y en especial de aquellas que manejan sustancias o productos flamables, se corre un alto riesgo de sufrir un accidente de consecuencias muy difíciles de solventar o reparar; así, podemos referir los grandes riesgos a que esta expuesta la industria petrolera, dado que la característica principal de esta rama de la producción es precisamente maniobrar y comercializar con este tipo de sustancias altamente explosivas.

En la práctica, es vitalmente necesario el perfecto aislamiento de las fuentes de peligro, en obvia referencia de la presencia de gases y sustancias explosivas involucradas en los procesos propios de esta industria.

Es por eso que la Clasificación de Áreas, tiene como objetivo primordial, el realizar una división de lugares de acuerdo al tipo de sustancia peligrosa que se maneje, esto para delimitar claramente aquellas áreas donde se debe tener especial cuidado con el manejo de gases y sustancias explosivas.

## **2.2.- ALCANCES.**

- Mediante el presente capítulo se establece la clasificación de áreas para la "Estación de Compresión y Medición de Gas Natural LOS RAMONES". El procedimiento será en base a la recomendación PEMEX-2.203.01, por ser este el cliente del proyecto. Así mismo se proporcionarán los criterios de especificación y selección, de los equipos eléctricos idóneos y aprobados para ser utilizados en dichas áreas, en base a su riesgo y/o peligrosidad.

## **2.3.- DEFINICIÓN DE CONCEPTOS.**

### **Áreas peligrosas.**

Se consideran áreas peligrosas, donde el peligro de fuego o explosión puede existir debido a la presencia de gases o vapores inflamables, líquidos inflamables o fibras o pelusas volátiles fácilmente inflamables.

### **Equipo intrínsecamente seguro.**

Es el que en condiciones normales o anormales de operación, no libera energía calorífica suficiente para inflamar cualquier mezcla adyacente para el que ha sido aprobado.

### **Equipo a prueba de explosión.**

Es el equipo eléctrico que se instala dentro de una caja metálica, la cual es capaz de soportar la explosión que pueda ocurrir dentro de ella, de un gas o vapor específico y evitar que la atmósfera inflamable que la rodea se encienda debido a chispas, arcos o explosión interior de dicho gas o vapor.

### **Equipo de seguridad aumentada.**

Es un equipo de uso general, al que se incorporan protecciones para asegurar que no producirá calentamientos excesivos, arcos, ni chispas.

**Equipo sumergido en aceite.**

Es el equipo que mantiene sus partes energizadas que puedan producir arcos o chispas en operación normal o anormal, sumergidas en aceite, para evitar que inflamen cualquier mezcla adyacente.

**Equipo encapsulado en arena.**

Es el que mantiene sus partes energizadas, que pueden producir arcos o chispas en operación normal o anormal sumergidas en arena para evitar que inflamen cualquier mezcla adyacente.

**Equipo a prueba de ignición de polvo.**

Encerrado de manera que se impida la penetración, a su interior, de polvo en cantidades tales que hagan a este susceptible de inflamarse o que afecten el funcionamiento o capacidad del equipo; y protegiendo en tal forma que la generación de arcos, chispas o calor en su interior no provoque la ignición de acumulaciones o suspensiones, del polvo de que se trate, en la atmósfera externa del equipo mismo, sobre o en las cercanías de la cubierta.

**Fuente de peligro.**

Es la parte o partes de un equipo y sus instalaciones, por donde escapen sustancias explosivas o inflamables al medio ambiente durante su operación o mantenimiento.

**Gases más ligeros que el aire.**

Desde un orificio, frecuentemente se disipan rápido, debido a su baja densidad relativa y no afecta usualmente un área tan extensa como la que abarcan los vapores de líquidos inflamables o más pesados que el aire. Excepto en lugares cerrados, donde los gases más ligeros que el aire produzcan mezclas inflamables en zonas cercanas a instalaciones eléctricas. Se consideran como gases o vapores más ligeros que el aire únicamente a aquellos cuya densidad sea menor del 75% de la densidad del aire, bajo condiciones normales. Los gases o vapores que tengan una densidad mayor de este vapor, deben considerarse como productos más pesados que el aire.

**Líquidos inflamables.**

Se consideran líquidos inflamables aquellos que contengan una temperatura de ignición menor de 37.8°C (100°F), bajo una presión absoluta de vapor que no exceda de 2.81 kg/cm<sup>2</sup> (2,068 mm Hg) (40 lbs/pulg<sup>2</sup>) a 37.8°C (100 °F).

**Líquidos combustibles.**

Se consideran líquidos combustibles aquellos que tengan una temperatura de ignición de 37.8°C (100°F) o mayor.

**Mezcla explosiva o inflamable.**

Es la mezcla de aire y vapores o gases explosivos, o de aire y polvos combustibles en tales proporciones que, en contacto con la fuente calorífica, ocasiona una explosión o fuego.

**Temperatura de evaporación.**

Es la temperatura mínima en la que un líquido explosivo genera suficiente vapor para formar una mezcla inflamable con el aire que entra en contacto.

**Temperatura de ignición.**

Es la más baja temperatura que aplicada a una mezcla explosiva puede producir el encendido de dicha mezcla, ocasionando una explosión o fuego continuo.

## **2.4.- CLASIFICACIÓN DE ÁREAS.**

### **2.4.1.- ÁREAS CLASE I.**

Son aquellas en las cuales están o pueden estar presentes en el aire, gases o vapores inflamables en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables.

#### **Áreas Clase I División I.**

- a) Pueden existir continuamente bajo condiciones normales de operación, concentraciones de gas o vapores explosivos o inflamables debido a trabajos de reparación o mantenimiento o por causa de fugas.
- b) Existen intermitentemente o periódicamente concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables en condiciones normales de operación.
- c) Una interrupción o una falla en la operación de los equipos o del proceso que pueda provocar la formación de concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables y simultáneamente provocar también la falla del equipo eléctrico.

#### **Área Clase I División II.**

- a) Se manejan, procesan o usan líquidos volátiles gases o vapores inflamables, que están normalmente confinados en recipientes o sistemas cerrados, pero de los cuales puedan escapar en un caso de ruptura o avería accidental de los recipientes o sistemas, o en caso del funcionamiento anormal de los equipos por medio de los cuales se manejan dichos líquidos, gases o vapores.
- b) Una adecuada ventilación de presión positiva impide normalmente la concentración de gases o vapores inflamables, pero que pueden convertirse en peligrosos por falla o funcionamiento anormal del equipo de ventilación.
- c) Estén contiguos a los de Clase I, División I, a los cuales pueden llegar ocasionalmente concentraciones de gases o vapores inflamables, a menos de que pueda evitarse tal comunicación, por medio de un sistema de ventilación adecuada de presión positiva de una fuente de aire limpio y se provean dispositivos seguros contra fallas del sistema de ventilación.

### **2.4.2.- ÁREAS CLASE II.**

Son aquellas que son peligrosas debido a la presencia de polvos combustibles o eléctricamente conductores.

### **2.4.3.- ÁREAS CLASE III.**

Son aquellas que son peligrosas por la presencia de fibras o pelusas fácilmente inflamables, pero en los que no es probable que dichas fibras o pelusas estén suspendidas en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas inflamables.

#### 2.4.4.- ÁREAS NO PELIGROSAS.

En las instalaciones de Petróleos Mexicanos existen áreas en que la liberación de sustancias inflamables ocurren tan raramente en algunas operaciones y equipos que no justifica considerar como áreas peligrosas alrededores, por lo que deben considerarse como áreas no peligrosas las siguientes:

- a) Áreas libremente ventiladas en las que se tengan las sustancias inflamables dentro de sistemas cerrados de tubería que estén formados únicamente por los tubos, conexiones, bridas y medidores siempre y cuando se les proporcione un mantenimiento adecuado.
- b) Áreas con ventilación restringida, en las que los sistemas de tubería para las sustancias inflamables no contengan válvulas, conexiones, bridas ni otros accesorios.
- c) Áreas de almacenamiento de gases licuados o comprimidos, o líquidos inflamables en recipientes sellados, siempre que tales recipientes no estén expuestos a otras condiciones peligrosas.
- d) Áreas donde existen permanentemente fuentes de ignición tales como calentadores de fuego directo, quemadores, etc., siempre y cuando su localización esté de acuerdo con lo establecido en la recomendación PEMEX 2.203.01.

#### 2.4.5.- GRUPOS DE ATMÓSFERAS PELIGROSAS.

Para propósitos de prueba, aprobación y clasificación de áreas, del equipo eléctrico, varias mezclas (no enriquecidas con oxígeno) han sido agrupadas en base a sus características, con las siguientes designaciones:

##### **Atmósfera grupo A.**

Atmósferas que contiene acetileno.

##### **Atmósfera grupo B.**

Atmósferas tales como butadieno, oxido de etileno, oxido de propileno, hidrógeno (o gases o vapores equivalentes en peligrosidad al hidrógeno).

##### **Atmósfera grupo C.**

Atmósferas tales como ciclopropano, éter etílico o gases o vapores de peligrosidad equivalente.

##### **Atmósfera grupo D.**

Atmósferas tales como acetona, alcohol, amoniaco, benceno, benzol, butano, gasolina, hexano, petróleo, nafta, gas natural, propano, vapores de barniz solvente o gases o vapores de peligrosidad equivalente.

Se tiene que tomar en cuenta los gases más pesados así como los más ligeros que el aire.

**2.5.- CARACTERÍSTICA DEL GAS A TRANSPORTAR.**

GAS	Grupo al que pertenece	Temperatura de ignición (°C)	Temperatura de ignición (°F)
Metano	D	537	999
Etano	D	472	882
Propano	D*	450	842
N-butano	D*	404	760
N-exano	D*	232	450
Nitrógeno	D	---	---

Datos tomados de las Bases de Diseño del Proyecto

\* Elementos que constituyen menor peso en la mezcla del gas.

**2.6- TEMPERATURA MEDIA POR MES DEL LUGAR.**

MES	TEMPERATURA (°C)
Enero	14.0
Febrero	16.6
Marzo	19.9
Abril	24.7
Mayo	27.4
Junio	27.4
Julio	29.5
Agosto	29.9
Septiembre	27.5
Octubre	23.6
Noviembre	18.1
Diciembre	15.1

Datos tomados de las Bases de Diseño del Proyecto

**2.7.- LISTA DE EQUIPO PARA LA ESTACIÓN.**

CLAVE	DESCRIPCION
CB-2700	Fosa de quemado
FA-2401	Separador de drenaje a presión.
FA-2500	Acumulador de aire de planta.
FA-2501	Acumulador de agua de instrumentos.
FB-2000	Tanque de agua contraincendio.
FB-2301	Cisterna de agua de servicios.
FB-2302	Tanque de agua de servicios.
FE-2400	Fosa de separación de aguas aceitosas.
GA-2000 A/B	Bombas principales contraincendio.
GA-2001 A/B	Bombas Jockey para contraincendio.
GA-2301 /R	Bomba de agua de servicios.
GB-2100	Módulo de compresión "A".
GB-2101	Módulo de compresión "B".
GB-2102	Módulo de compresión "C".
GB-2500	Compresor de aire de planta (Eléctrico).
GB-2501	Compresor de aire de instrumentos (Gas).
GE-2100 /R	Motogenerador.
HR-2100	Lanzador/receptor de diablos.
HR-2101	Lanzador/receptor de diablos.
HR-2102	Lanzador de diablos.
HR-2103	Receptor de diablos.
HR-2104	Lanzador de diablos.
HR-2105	Receptor de diablos.
HR-2106	Lanzador de diablos.
PA-2500	Paquete de secado de aire de instrumentos.
PA-2600	Paquete de tratamiento de aguas negras y jabonosas.

**2.8.- DESCRIPCIÓN DE LA CLASIFICACIÓN.**

CLAVE:	DESCRIPCIÓN:
CB-2700	<p>Se considera contenida dentro de un área clasificada como <b>Clase I División I</b>, hasta una distancia de <b>6 m</b> en todas direcciones a partir de la fuente de peligro, rodeada de otra área perteneciente a la <b>División II</b> que llega hasta <b>12 m</b> de dicha superficie.</p> <p style="text-align: right;">Referencia PEMEX 2.203.01, pág 18, punto 6.16. (Fig. 6, pág. 59)</p>
FA-2401	<p>A los tanques separadores con ventilación libre, se les considera rodeados por un área <b>Clase I División II</b>, hasta <b>3m</b> de su superficie y partes componentes.</p> <p style="text-align: right;">Referencia PEMEX 2.203.01, pág 33, punto 6.14. (Fig 33, pág 86)</p>
FE-2400	<p>Queda inmerso en un área <b>Clase I, División II</b>, con <b>3 m</b> de norma a partir de los extremos de la fosa.</p> <p style="text-align: right;">Referencia PEMEX 2.203.01, pág 25, punto 6.4.2. (Fig de ref. 36, pág 89)</p>
GB-2100 GB-2101 GB-2102	<p>El módulo de compresión será clasificado como un área <b>Clase I</b>. El interior del cobertizo, desde el techo hasta la altura en que exista la pared, pertenece a la <b>División I</b>. Existe un área de <b>División II</b> hasta una distancia de <b>3 m</b> en todas direcciones a partir de la superficie exterior del área de compresión.</p> <p style="text-align: right;">Referencia PEMEX 2.203.01, pág 28, punto 6.8.3. y 6.8.4 (Fig 18, pág 71)</p>
GB-2500 GB-2501	<p>Se considerará el interior del Cuarto de Compresores como un área <b>Clase I División I</b>.</p> <p style="text-align: right;">Referencia PEMEX 2.203.01, pág 28, punto 6.8.3.</p>
GE-2100 /R	<p>Se considerará el interior del Cuarto del Motogenerador como un área <b>Clase I División I</b>. Para venteos, desfuegos o purgas de gases o vapores inflamables, debe considerarse, alrededor de éstos, bocas de respiración con un cubo de la <b>División I</b> de <b>3 m</b> por lado, <b>1.5 m</b> a partir de la salida o de la superficie descubierta del líquido.</p> <p style="text-align: right;">Referencia PEMEX 2.203.01, pág 33, punto 6.15. (Fig 34, pág 87)</p>
HR-2100 al HR-2106	<p>Considerada dentro de la <b>Clase I División II</b>, pero a su vez considerada en la parte de la cubeta y la válvula como una <b>División I</b> con un radio de <b>1.5 m</b>, encerrado en otra área de la <b>División II</b> de <b>3 m</b> por lado a partir del mismo sitio.</p> <p style="text-align: right;">Referencia PEMEX 2.203.01, pág 33, punto 6.15. (Fig 34, pág 87)</p>
PA-2600	<p>Alrededor de cualquier dispositivo o mecanismo por medio del cual se transvasan líquidos volátiles e inflamables a chorro abierto, debe considerarse en todas direcciones una distancia de <b>1 m</b> a partir de la superficie descubierta del líquido como área de la <b>División I</b> y una distancia adicional de <b>50 cm</b> como área de la <b>División II</b>. Esto último se aplica también a las bocas de respiración o llenado de tanques de almacenamiento de subterráneos de productos combustibles volátiles.</p> <p style="text-align: right;">Referencia PEMEX 2.203.01, pág 27, punto 6.7.3. (Fig 32, pág 85)</p>

Equipo no clasificado en el plano por quedar fuera del área de proyecto.

**Notas:**

1. A partir del Plano de Localización General (PLG), se realiza la clasificación de áreas.
2. Todas las válvulas, bridas y aparatos de medición de tuberías que lleven líquidos o gases inflamables, se consideran confinadas en una esfera de **1.5 m.** de radio siendo **Clase I División I**, encerrados dentro de un área **Clase I División II** de **3 m** de radio.
3. Todos los equipos restantes y por ende las áreas que los contienen, se consideran como áreas no clasificadas (para equipo eléctrico no a prueba de explosión).

**2.8.1.- EQUIPO ELÉCTRICO.****División 1.**

En las áreas de la División 1, el equipo y las instalaciones eléctricas deben ser a prueba de explosión. Debe emplearse tubo conduit metálico de acero galvanizado roscado y los receptáculos y clavijas de los aparatos o instrumentos deben contar con un medio para conectar el conductor de tierra del cable.

Las fuentes de ignición que provocan chispas, tales como interruptores, fusibles, contactores y relevadores de control, deben instalarse en cajas a prueba de explosión.

Los aparatos eléctricos, que en condiciones normales de servicio, no provocan chispas o arcos, tales como terminales y cajas de terminales, transformadores de control, equipo de medición, de señalización y control, construidos bajo el principio de seguridad aumentada pueden instalarse en cajas normales.

**División 2.**

En las áreas de la División 2, deben ser a prueba de explosión los receptáculos, clavijas, extensiones de alumbrado, y todo el equipo que posea contactos o dispositivos capaces de producir arco eléctrico o altas temperaturas.

**Marcas en el Equipo Eléctrico.**

El equipo a prueba de explosión aprobado para usarse en lugares peligrosos, debe tener marcas que indiquen la clase del lugar y atmósfera (gas o vapor), para los que han sido aprobados.

**Partes Energizadas (Divisiones 1 y 2).**

No debe haber partes energizadas al descubierto.

**Temperatura Máxima en Superficies de Equipos.**

La máxima temperatura que deben alcanzar los equipos en sus superficies, en condiciones normales de operación o con sobrecargas, no deben exceder del 80% de la temperatura de ignición de las mezclas explosivas adyacentes. En los equipos de combustión interna se consideran únicamente las superficies externas.

### Canalizaciones (Divisiones 1 y 2).

Las canalizaciones se harán con tubo metálico rígido, pared gruesa roscado, tipo 2, calidad A, o con otro material que cumpla con el requisito de ser a prueba de explosión.

### Cople Metálico Flexible.

El cople metálico flexible, hermético a líquidos y vapores aprobado para usarse en áreas peligrosas Clase I, se usa para terminales de equipo eléctrico y entre el disparo subterráneo y la instalación eléctrica a tanques de almacenamiento, torres de proceso y estructuras metálicas pesadas, que tengan probabilidades de asentamiento o vibraciones del equipo, que puedan dañar a las conexiones de las instalaciones eléctricas.

Las instalaciones del cople metálico flexible, preferentemente será vertical, la distancia ( $d$ ) entre los ejes del disparo y la instalación eléctrica no es mayor de 50 mm y la distancia ( $L$ ) entre los extremos de las tuberías es entre 300 y 500 mm.

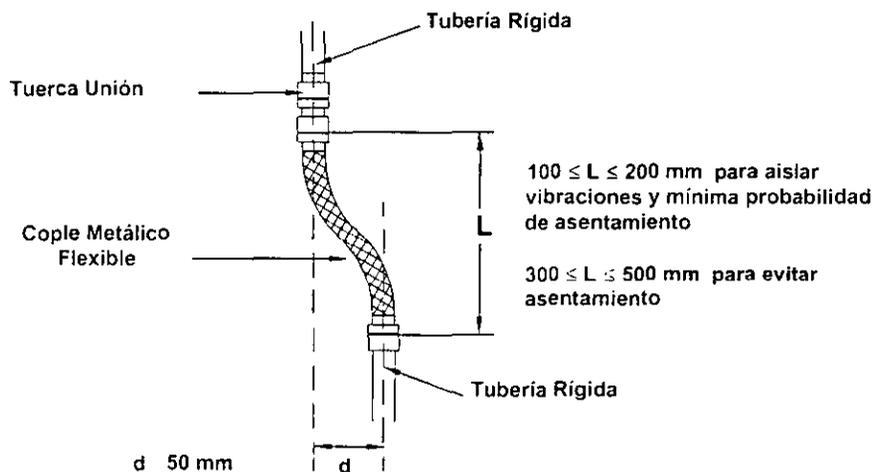


Fig. No. 5. Características del Cople Metálico Flexible.

La instalación del cople metálico flexible se debe hacer en donde tenga menos probabilidad de recibir golpes durante la construcción, las maniobras de equipo pesado y el mantenimiento.

En estructuras y tanques pequeños, sin vibraciones, puede prescindirse del cople metálico flexible.

En áreas y locales peligrosos no debe usarse:

- Tubo de plástico.
- Tubo metálico flexible.
- Ductos metálicos con tapa.
- Ductos para piso.
- Soportes continuos rígidos, a menos que los cables sean aprobados para usarse en áreas peligrosas Clase I.

Al instalarse la tubería metálica rígida, sus uniones roscadas, con los accesorios, deben ser fuertemente apretadas con herramientas apropiadas, para eliminar los chisporroteos que puedan ocurrir cuando fluya la corriente eléctrica a través de la tubería, debido a una falla o accidente en el sistema eléctrico. Cuando por las condiciones de la construcción, no puedan apretarse fuertemente las herramientas, debe instalarse un puente de unión entre 2 tubos o, entre un tubo y accesorio, con malla de cobre soldada en ambas piezas.

### **Cajas de Conexiones, de Paso y Uniones.**

#### **División 1.**

Los accesorios deben ser a prueba de explosión, roscados para su conexión con el tubo, por lo menos 5 vueltas completas de rosca y aplicar compuesto sellador especial.

#### **División 2.**

Los accesorios deben ser a prueba de explosión, roscados su conexión con el tubo, por lo menos 5 vueltas completas de rosca, con tablillas terminales u otro sistema para fijar y conectar los conductores.

### **Tomas de Corriente (Divisiones 1 y 2).**

Los receptáculos para tomas de corriente, así como las clavijas que se conectan a ellos, deben ser a prueba de explosión y contar con un conector fijo para el conductor de tierra del cable.

### **Cajas de Registro (Divisiones 1 y 2).**

Debe evitarse que los registros de los ductos subterráneos queden localizados dentro de áreas peligrosas, pero cuando no sea posible deben construirse a prueba de explosión, con una varilla de cobre para conectar a tierra.

### **Conductores (Divisiones 1 y 2).**

Los conductores no deben localizarse en lugares donde están expuestos a líquidos, gases o vapores inflamables, que tengan efectos dañinos, ni donde estén expuestos a temperaturas excesivas.

Cuando se juzgue que los líquidos o las condensaciones de vapores inflamables puedan depositarse sobre o ponerse en contacto con el aislante de los conductores, éste debe estar protegido por una cubierta de plomo o medios similares aprobados por áreas Clase I.

Los conductores con aislamiento que soporte tensiones mayores de 600 volts, con cubierta metálica flexible pueden emplearse en instalaciones con soportes continuos rígidos.

Los conductores de un circuito intrínsecamente seguro, no deben instalarse en la misma canalización, caja de conexión o de salida, u otro accesorio, con conductores de otro circuito, a menos que pueda instalarse una barrera adecuada, que separe los conductores de los circuitos.

**Sellos.****Sellado de tubos, División 1.**

Deben colocarse en el interior de los tubos, para evitar el paso de gases, vapores o líquidos de una parte a otra de la instalación eléctrica, en los siguientes casos:

1. Tubos que entren a cubiertas que contengan interruptores manuales o automáticos, fusibles, relevadores, resistencias y demás aparatos que puedan producir arcos, chispas o temperaturas elevadas. El sello debe colocarse lo más cerca posible de la cubierta, pero en ningún caso a más de 45 cm de ella. Entre la cubierta y el accesorio para sellado sólo debe haber uniones, cajas o accesorios que sean a prueba de explosión.
2. Tubos de 51 mm o más de diámetro nominal que entre a cubierta o a cajas de terminales, empalmes o derivaciones. Los sellos deben quedar a una distancia no mayor de 45 cm de la cubierta o caja.

**Sellado de tubos, División 2.**

Deben colocarse en el interior de los tubos, en el siguiente caso:

1. Tubos que entren a cubiertas que requieran ser a prueba de explosión. El sello debe colocarse lo más cerca de la cubierta, pero en ningún caso a más de 45 cm de ella. El tramo de tubo o cople, localizado entre el sello y la cubierta.

**Sistema de Tierras (Divisiones 1 y 2).**

Debe considerarse al sistema de tierras, las estructuras metálicas de edificios (plataformas y de soporte, tanques de proceso y almacenamiento, torres, tuberías y equipo metálico de proceso, así como equipos y sistemas eléctricos, en los lugares en donde se manejen y procesen productos inflamables y explosivos.

Debe haber continuidad de eléctrica en los sistemas de canalizaciones metálicas y sus accesorios.

**Drenajes (Divisiones 1 y 2).**

Cuando exista la posibilidad de acumulación de líquidos o vapores condensados dentro de las cubiertas del equipo eléctrico o en algún punto de las canalizaciones deben proveerse drenajes adecuados para evitar dicha acumulación.

**Apartarrayos.**

Los conductores de las acometidas áreas en áreas peligrosas deben protegerse con apartarrayos.

Las estructuras de edificios, las torres de proceso, tanques de almacenamiento y los sistemas eléctricos de alimentación de energía que se localicen en áreas peligrosas deben protegerse contra descargas peligrosas por medio de apartarrayos.

**Interruptores, Controles de Motores.****División 1.**

Los interruptores, controles de motores y fusibles incluyendo estación de botones, relevadores medidores y dispositivos similares deben suministrarse dentro de cajas para cada caso, junto con los aparatos contenidos en ellas deben ser aprobados como un conjunto, para usarse en áreas Clase I.

**División 2.**

Estos deben estar instalados dentro de cajas probadas para usarse en áreas Clase I. Podrán ser de uso general, si la interrupción de corriente ocurre dentro de un gabinete herméticamente sellado junto a la entrada de gases o vapores, o los contactos estén sumergidos en aceite.

**Fusibles.****División 1.**

Deben ser a prueba de explosión.

**División 2.**

Los fusibles de mayor capacidad de 3 amperes, 120 volts deben ser a prueba de explosión, a menos que la interrupción de la corriente ocurra dentro de una cámara herméticamente sellada, que impida entrada de gases y vapores, o se encuentren sumergidos en aceite.

**Transformadores y Condensadores.****División 1.**

Los transformadores y capacitores que contengan líquido aislante combustible, deben instalarse fuera del lugar peligroso, además no tener comunicación con el lugar peligroso por puertas o cualquier otro medio; deben tener amplia ventilación; las ventanas o ductos de ventilación deben ser suficientes para aliviar presiones que puedan representar riesgo de explosión.

Los transformadores y capacitores secos o que contengan líquido aislante incombustible deben instalarse en locales separados que cumplan lo indicado en el punto anterior, además de ser aprobados para lugares Clase I.

**División 2.**

Los transformadores y capacitores pueden ser de uso general, provistos de medios adicionales para aumentar la seguridad contra la producción de temperaturas excesivas y de arcos o chispeo en el exterior del mismo.

**Subestaciones.**

Las subestaciones y los cuartos de control, deben localizarse en una trayectoria de aire limpio, de modo que los vientos dominantes impulsen cualquier escape de gas o vapor inflamable en la planta alejándolo del equipo eléctrico.

**División 1.**

No se deben instalar.

**División 2.**

No se deben instalar, a menos que se encuentren dentro de un recinto con puertas de cierre automático y con ventilación positiva tomada de un área no peligrosa.

**Motores y Generadores.****División 1.**

Los equipos rotatorios como motores y generadores deben ser del tipo a prueba de explosión o del tipo totalmente cerrado con ventilación de presión positiva, el control de la máquina debe tener un arreglo tal que la misma no sea energizada hasta que la ventilación halla sido establecida y la cubierta halla sido purgada, contar con un sistema que desenergice automáticamente a falla de suministro de aire, o del tipo totalmente cerrado lleno de gas inerte.

El equipo auxiliar debe ser de un tipo aprobado en el lugar donde se instale conteniendo alarmas de temperatura.

**División 2.**

Los motores o generadores y otras máquinas rotatorias que contengan contactos deslizantes, mecanismos de interrupción del tipo centrífugo o de otro tipo, deben ser del tipo aprobado para lugares Clase I División I.

La superficie expuesta a los aparatos calefactores usados para prevenir la condensación de mezclas durante cortos periodos no deben exceder el 80% de la temperatura de ignición en grados centígrados del gas o vapor que lo rodea.

Los motores que no contengan escobillas, mecanismos de interrupción o dispositivos similares que produzcan arcos, tales como motores de inducción de jaula de ardilla, pueden ser abiertos o del tipo cerrado que no sean a prueba de explosión.

**Luminarias.****División 1.**

Cada luminario fijo o portátil debe ser del tipo aprobado para lugares Clase I y tener marcada claramente la máxima capacidad de la lámpara con que puede operar. Cada luminario fijo debe estar protegido contra daño mecánico. Los luminarios del tipo colgante, deben soportarse con tubo metálico rígido tipo pesado o semipesado.

Para el caso de equipo construido bajo la técnica de seguridad aumentada su alimentación se puede hacer con tubo conduit normal, o bien con cable multipolar con cubierta de PVC a través de conector glándula.

La selección de las luminarias se hará en función de las necesidades de iluminación y de las restricciones por la clasificación de áreas.

Las cajas o accesorios usados para soportar luminarios deben ser para lugares Clase I.

#### **División 2.**

Las lámparas fijas deben estar protegidas contra daño mecánico. Estos luminarios pueden no ser del tipo aprobado para lugares Clase I, pero deben tener cubiertas u otros medios efectivos para evitar que se puedan encender concentraciones localizadas de gases o vapores inflamables.

Los luminarios podrán ser a prueba de vapor, excepto cuando alcancen en su exterior temperaturas que excedan el 80% de la temperatura de ignición del gas o vapor que lo rodea.

Los apagadores que forman parte integral de luminarios o portalámparas deben cumplir con la Clase I División 2.

Los luminarios de tipo colgante deben soportarse con tubo metálico rígido tipo pesado o semipesado o por otros medios adecuados.

Las herramientas, extensiones de alumbrado y equipos portátiles deben ser aprobados para la división donde se quieran utilizar.

\*\*\*\*\*

Las especificaciones antes citadas, están referidas principalmente a las recomendaciones PEMEX, pues es finalmente el cliente principal del proyecto. Cabe hacer la aclaración que la clasificación antes citada cumple con otras normas y recomendaciones de organismos nacionales e internacionales como los siguientes:

1. NOM-001
2. API
3. NFPA
4. IEC

#### **2.9.- PLANOS GENERADOS.**

Se generan los planos siguientes:

- |          |                                |
|----------|--------------------------------|
| No. 0010 | Plano de Localización General. |
| No. 1050 | Clasificación de Áreas.        |

**Nota:** Ver Anexo B; "Planos Generados".

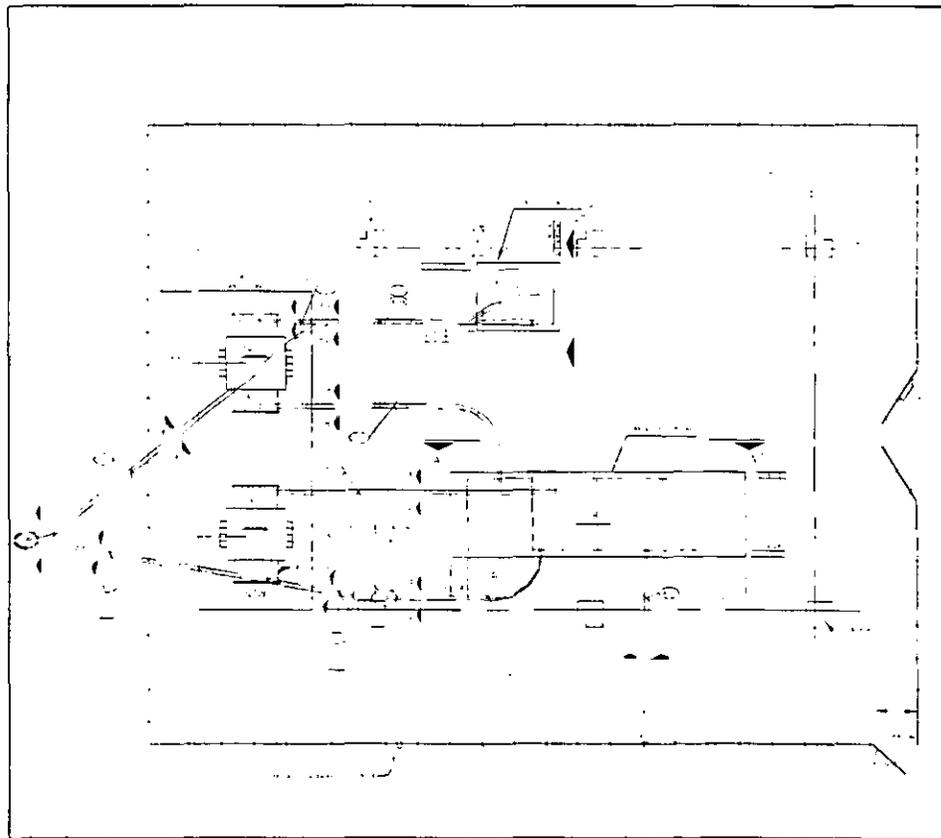
**BIBLIOGRAFIA**

- ❑ Ingeniería Básica y de Detalle para las Estaciones de Compresión. **Bases de Diseño del Proyecto para Instalar. Estación de Compresión y Almacenamiento de Gas Natural “Los Ramones”.**
- ❑ **Procedimientos de Cálculo para el Diseño de Proyectos Eléctricos en Mediana y Baja Tensión para la Industria Petrolera.** López Portillo Alberto, Trujillo Jacobo Gerardo. Tesis Profesional, ESIME, IPN, México 1997.
- ❑ **NFPA 497** Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas.
- ❑ **API-RP 14F** Recommended Practice for Design and Installation of Electrical System for Fixed and Floating Offshore Petroleum Facilities for Unclassified and Class I, Division I and Division II Locations.
- ❑ **Manual de Procedimientos Ingeniería de Diseño (PEMEX)**, Subdirección de Proyectos y Construcción de Obras.
- ❑ **NOM-001-SEDE-1999.** “Instalaciones Eléctricas (Utilización)”. Capítulo 4.5 Ambientes Especiales. Artículo 500 al 510.
- ❑ **PEMEX-2.203.01** Clasificación de Áreas Peligrosas y Selección de Equipo Eléctrico, 3ª Edición 1999.
- ❑ **Procedimientos de Trabajo FA-0001.** Departamento de Ingeniería Eléctrica, Instituto Mexicano del Petróleo.
- ❑ **IMP A0.590.01,** Símbolos y Notas para Clasificación de Áreas. Estándares de Ingeniería, 1981.

# CAPITULO 3

---

## SISTEMA DE FUERZA



### **3.1.- INTRODUCCIÓN.**

El sistema de fuerza es el conjunto de equipos, materiales y accesorios de una instalación eléctrica que se encargan de llevar la energía eléctrica desde el punto de servicio del usuario hasta el punto de utilización final, con seguridad y eficiencia.

La importancia de hacer una buena selección del conductor para alimentar a los equipos, radica en que puede repercutir en la continuidad de servicio en una instalación, previniendo posibles fallas.

Para llevar a cabo el diseño y distribución del sistema de fuerza es necesaria información generada por otras especialidades como son:

- Ingeniería de Sistemas.
- Ingeniería de Tuberías.
- Ingeniería Civil Concreto.
- Ingeniería de Recipientes.
- Ingeniería Mecánica
- Ingeniería de Seguridad.

### **3.2.- ALCANCES.**

- Mediante el presente capítulo, se pretende dar de manera general una breve descripción del procedimiento para el cálculo y selección de los diversos elementos que componen en su conjunto el sistema de fuerza. No se profundizará demasiado en el análisis de cada uno de ellos debido a la extensión que pudiera resultar.

### **3.3.- DEFINICIÓN DE CONCEPTOS.**

#### **Acometida Eléctrica:**

Por acometida se comprende el punto donde se hace la conexión entre la red, propiedad de la compañía suministradora, y el alimentador que abastece al usuario. La acometida también puede entenderse como la línea (aérea o subterránea) que por un lado entronca con la red eléctrica de alimentación y por el otro tiene conectado el sistema de medición.

#### **Alimentador:**

Es el conjunto de conductores de un circuito en una instalación de utilización que se encuentra entre el medio principal de desconexión y la carga.

#### **Batería:**

Dispositivo que proporciona energía al inversor durante un cierto periodo de tiempo.

#### **Canalizaciones:**

Es el medio o medios que se usan para alojar los conductores de una instalación eléctrica y que son diseñados, construidos y utilizados solamente para tal fin. Pueden ser de tubería o charola, dependiendo del tipo de área.

#### **Carga Eléctrica:**

Potencia que demanda, en un momento dado, un aparato o máquina conectados a un circuito eléctrico.

**Carga Conectada:**

Es la suma de potencias nominales de aparatos o máquinas que consumen energía eléctrica conectados al sistema eléctrico.

**Carga Continua:**

Carga cuya corriente máxima se espera que se conserve durante tres horas o más.

**Centro de Control de Motores (CCM):**

Gabinete de frente muerto que contiene combinaciones de interruptor y arrancador en forma centralizada.

**Diagrama Unifilar:**

Es el que indica mediante líneas sencillas (una línea en vez de dos o tres) y símbolos simplificados, el trayecto y las partes o equipos que forman un circuito o sistema de circuitos eléctricos.

**Equipo Eléctrico:**

Término general que comprende aparatos, máquinas, que se usan en las instalaciones eléctricas para generación, conversión, transformación o utilización de energía eléctrica.

**Frente Muerto:**

Sin partes vivas expuestas hacia una persona en el lado de accionamiento del equipo.

**Interruptor Automático:**

Dispositivo que abre automáticamente por una sobrecorriente en el circuito incluyendo condiciones de corto circuito.

**Inversor:**

Dispositivo que convierte corriente directa en corriente alterna.

**Partes Vivas:**

Conductores, barras conductoras, terminales o componentes eléctricas sin aislar o expuestos que representan riesgo de choque eléctrico.

**Rectificador-Cargador:**

Dispositivo capaz de mantener activa la batería y a su vez suministrar corriente al inversor.

**Sistema de Distribución de Energía:**

Es el encargado de suministrar la energía desde la subestación hasta los diferentes puntos donde sea necesario.

**Sistema de Distribución Primario:**

Es el sistema que conduce la energía desde la acometida hasta el primario del transformador. Se origina en la acometida de la compañía suministradora y termina en los interruptores principales del transformador en el gabinete de alta tensión.

**Sistema de Distribución Secundario:**

Es el sistema que distribuye la energía en media tensión dentro de un local o edificio. Se origina en los interruptores derivados del tablero de distribución y termina en los devanados primarios de los transformadores que reducen la tensión a menos de 600 V y en los motores de media tensión.

**Sistema de Fuerza Ininterrumpible (UPS):**

Es aquel dispositivo que suministra energía eléctrica libre de interrupciones.

**Sobrecarga:**

Condición de operación de un equipo en el que se demanda una potencia en exceso de la nominal, de un conductor por el que circula una corriente mayor al valor permisible.

**Subestación Eléctrica:**

Es el conjunto de equipos y materiales eléctricos que sirven para transformar, controlar y regular la energía eléctrica para facilitar su transporte y manejo.

**Tablero de Distribución:**

Gabinete metálico de frente muerto donde se colocan equipos de medición, protección (interruptores electromagnéticos, termomagnéticos), dispositivos de control, etc., para lograr una instalación segura, confiable y ordenada.

**Tensión Nominal:**

Valor que se asigna a un circuito o sistema para designar convenientemente su clase de tensión.

**3.4.- LINEAMIENTOS PARA EL DISEÑO.****3.4.1.- SELECCIÓN DE TENSIONES.****Tensiones Normalizadas.**

Las tensiones de acuerdo a la clasificación de la norma NMX-J-098-1999-ANCE se tiene como:

Baja Tensión:	Sistemas de voltaje nominal entre 100 y 1000 V.
Media Tensión:	Sistemas con voltaje nominal igual a 1000 V y de menos de 34.5 kV.
Alta Tensión:	Sistemas con voltaje nominal igual a 34.5 kV y menor a 230 kV.
Extra Alta Tensión:	Sistemas con voltajes mayores de 230 kV.

**Tensiones de Utilización por parte de la Compañía Suministradora.**

Los valores utilizados para el suministro de energía por la compañía suministradora son:

Media Tensión:	13,800 V 23,000 V 34,500 V
Baja Tensión:	440/220-127 V (Tensión de utilización por subestación propia)

### Sistemas más Utilizados para el Suministro de Energía Eléctrica en Plantas Industriales.

La tensión para la distribución de una instalación depende principalmente de la carga instalada y de las características de los equipos que se instalarán.

La siguiente tabla nos muestra una guía general para determinar el voltaje más conveniente a utilizar en una instalación de acuerdo a la carga total instalada.

CARGA EN kVA	VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN EN V (TRES FASES)
0-112.5 <sup>1</sup>	220/127
0-2,000	480
0-3,000 <sup>2</sup>	2,400 ó 4,160
10,000-20,000 <sup>3</sup>	4,160 ó 13,800
Más de 20,000	13,800 ó 23,000 ó 34,500

El sistema de 440 ó 480 V es menos costoso que el de 220 V ya que maneja corrientes menores, repercutiendo esto en calibres de conductores más delgados y menor capacidad en las protecciones. En éste sistema se pueden manejar transformadores auxiliares para el alumbrado con secundario para tensiones nominales de 220/127 V.

#### 3.4.2.- DIAGRAMA UNIFILAR.

Los diagramas unifilares se usan básicamente para mostrar las relaciones generales entre los elementos componentes de los circuitos y entre los circuitos mismos. Se pueden usar los diagramas unifilares para mostrar estas relaciones en casi cualquier circuito. Sin embargo, para los sistemas más complejos de control, cuya naturaleza es más bien la de una red eléctrica que la de una transferencia directa de energía, se obtiene mayor claridad y precisión usando los diagramas elementales. Por consiguiente, el objetivo del diagrama unifilar se ha limitado a la representación de los circuitos principales de energía, de excitación, de medición y los correspondientes a los relevadores de potencia.

El diagrama unifilar es la mejor herramienta disponible para registrar información de tal manera que tanto el futuro usuario como el fabricante puedan usarla con efectividad para determinar de común acuerdo las características de cada gabinete y cuántos se van a necesitar. En dicho diagrama debemos asentar información vital como:

- Trayectoria deseada de los circuitos principales de potencia.
- Voltaje, frecuencia, conexiones a tierra y la capacidad de aportación a un posible corto circuito de todas las fuentes de energía eléctrica involucradas.

<sup>1</sup> Se utilizará 220/127 V para alumbrado, motores fraccionarios cuando no se tengan motores mayores a los 15 CP, si no se empleará 480 V preferentemente.

<sup>2</sup> Por ser más económico es preferible utilizar cuando sea posible el voltaje en 4,160 V.

<sup>3</sup> Cuando se tengan cargas de esta magnitud hay que realizar un estudio técnico-económico contemplando posibles ampliaciones ya que a futuro podría resultar la tensión más adecuada la de 13,800 V

"Diseño de Instalaciones Eléctricas para la Rehabilitación y Modernización de la Estación de Compresión y Almacenamiento de Gas Natural, Los Ramones, Nuevo León".

- Capacidades de todos los motores, generadores, transformadores y equipos relacionados con dichos circuitos.
- Longitud, sección y tipo de conductores en las líneas de transmisión, cables y barras colectoras.
- El tipo y magnitud de las cargas conectadas a los circuitos alimentadores.
- El equipo de medición que se requiera.
- El sistema de relevadores de protección que se requiera.

Al ordenarse los tableros de maniobras, el fabricante debe recibir más información; entre otros detalles, las condiciones bajo las cuales va a operar el equipo, las características del resto del equipo con el que va a estar relacionado, las cargas de los diferentes circuitos, etc.

### **Procedimiento de Diseño.**

Para iniciar con la elaboración del diagrama unifilar es fundamental considerar los criterios indicados en las bases de diseño donde establecen las características eléctricas de suministro y/o generación propia, nivel primario de voltaje, número de alimentadores, fases, frecuencia, además se deberá tener una lista de la carga eléctrica estimada para definir el voltaje de utilización y así establecer los niveles de transformación que requiera el sistema.

A continuación se distribuye la carga, es decir el bus de nivel primario lo dividimos en dos partes, denominándole bus "A" y bus "B", dependiendo de los requerimientos de operación, carga eléctrica, podemos alimentar los transformadores de distribución en forma directa o cruzada (dos unidades de la misma capacidad) para que cada sección pueda manejar el 100% de la carga estimada, si bajo este arreglo es necesario alimentar algunos equipos eléctricos, estos serán alimentados a través de interruptores de potencia hasta los centros de control de motores (CCM's).

Para el nivel secundario (480 V) se considera la tensión de utilización donde se distribuye la carga eléctrica en el cual se deberán considerar aquellas que sean críticas y no críticas de acuerdo con el proceso de la planta y así definir el equipo a instalar, para el caso de cargas críticas es común la utilización de un tablero de transferencia automática con alimentación normal y de emergencia que a su vez alimenta al centro de control de motores para cargas críticas.

La carga restante quedará distribuida uniformemente en uno o más CCM's. La capacidad de las barras principales de estos, no serán mayores a 1200 amperes. El ó los CCM's restantes serán alimentados del tablero de distribución del nivel secundario mediante interruptores del tipo electromagnético.

### **3.4.3.- SISTEMA DE FUERZA.**

El sistema de distribución a 220/127 volts, 3 fases, 4 hilos, 60 Hz, con neutro a tierra generalmente es para servicios de alumbrado y motores fraccionarios.

El tamaño mínimo de conduit deberá ser de 19 mm (3/4"). Los tamaños normales son; 19 mm (3/4"), 25 mm (1"), 38 mm (1 1/2"), 51 mm (2"), 76 mm (3") y 101 mm (4"). Las curvas de 90° de conduits de 38 mm (1 1/2") y mayores deberán ser prefabricadas.

Los alimentadores para motores de 440 volts, de 21 mm<sup>2</sup> de sección (4 AWG) máximo, irán junto con su correspondiente alambrado de control de la estación de botones e irán instalados en el mismo conduit. Para los motores que requieran alimentador de sección mayor deberá proveerse un conduit separado para los hilos de control.

En general se utilizarán conductores de cobre para alimentadores de fuerza, control y alumbrado. Los tamaños mínimos de cables serán; para circuitos de control de motores sección 2 mm<sup>2</sup> (14 AWG), para alimentadores de motores de 440 volts, sección 3 mm<sup>2</sup> (12 AWG).

Podrán usarse canalizaciones subterráneas o aéreas para alimentadores de fuerza, alimentadores para distribución de alumbrado y estaciones de botones para control de motores.

Las tuberías metálicas subterráneas hasta de 101 mm de diámetro, deben ser de acero galvanizado por inmersión en caliente, cédula 40, con rosca y cople, deberán ser instalados recubriéndolos con una envolvente rectangular de concreto armado, deberá colorearse de rojo para identificación. La parte superior de los bancos de concreto deberán ir a un mínimo de 50 cm bajo nivel de piso terminado y deberán tener el menor número de cruces posibles. Los bancos que contengan uno y dos conduits deberán ser localizados a escala. Los bancos de 3 o más conduits deberán ser localizados en planta y elevación. La distancia máxima entre registros será de 60 m, siempre y cuando no existan deflexiones apreciables de dirección.

Los conductores que operen en temperaturas ambientes de 40°C o menores, deben tener un aislamiento termoplástico de PVC con cubierta de nylon y temperatura de operación de 75°C, para 600 V, tipo THWN.

#### 3.4.4.- SISTEMA DE CONTROL.

Cada motor deberá controlarse y protegerse desde un arrancador combinado instalado en centros de control de motores.

Los motores monofásicos podrán tener arrancador manual en caja de la denominación NEMA (National Electrical Manufacturers Association) correspondiente al área que se trate.

Cada motor se deberá controlar mediante una estación de botones localizada junto al motor, siendo esta de la denominación NEMA correspondiente.

La estación de botones "arrancar-parar" deberán ser del tipo contacto momentáneo.

#### 3.4.5.- SUBESTACIÓN PRINCIPAL.

Para el diseño de arreglo de equipo eléctrico en cuarto de control y subestación se requiere de la siguiente información:

- Diagrama unifilar.
- Clasificación de áreas.
- Dibujo arquitectónico del cuarto de control y subestación.
- Arreglo de tuberías de canalizaciones eléctricas a la llegada al cuarto de control.
- Catálogos de fabricantes de tableros de distribución, CCM's, transformadores, UPS.
- Catálogos de fabricantes de cables.
- Catálogo de fabricantes de charolas.
- Normas y recomendaciones.

La subestación de distribución será del tipo compacta con los tableros de media y baja tensión en el interior y los transformadores en el exterior.

Los tableros de distribución en media tensión, deberán ser blindados para servicio pesado, en interior, tipo frente muerto, que contengan interruptores de potencia, removibles, en aire, pequeño volumen de aceite o vacío, y/o contactores con fusibles para arrancadores de motores, debiendo especificarse en base a la tensión, corriente nominal y capacidad interruptiva.

Los tableros de distribución en baja tensión y centros de control de motores, deberán ser tableros blindados para servicio pesado en interior, tipo frente muerto, empleando interruptores electromagnéticos, formando una sola unidad, debiendo especificarse en base a la tensión, corriente nominal y capacidad interruptiva.

En el cuarto de control, los tableros de distribución en media y baja tensión se localizarán en el mismo cuarto de control eléctrico, presurizado, en el cual se localizarán, además, el banco de baterías y el cargador cuando se requieran y los transformadores de alumbrado con tableros para servicio al área de la subestación.

Los centros de control de motores (CCM's) contendrán interruptores termomagnéticos derivados y combinaciones de interruptor termomagnético y contactores magnéticos para el control de los motores de baja tensión.

Tanto la subestación como los tableros de distribución y el cuarto de control, deberán diseñarse considerando que en un futuro se añadan secciones nuevas. En general deberá preverse un incremento de un 25% de la carga normal en operación y de acuerdo a la capacidad final del transformador.

En dibujo arquitectónico, de acuerdo a simbología se hace la distribución de equipo en cuarto de control eléctrico (tableros de distribución, CCM's, cargadores, inversores y en área anexa, baterías) y subestación (transformadores), los detalles de acometida de tuberías de canalizaciones eléctricas, la interconexión entre tableros y subestación por medio de tuberías y/o arreglos de charolas, en forma directa o a través de un sótano (si existe).

#### 3.4.6.- CENTRO DE CONTROL DE MOTORES.

Un Centro de Control de Motores (CCM), es esencialmente un tablero que se usa en primer término para montar las componentes del alimentador de los motores y de sus circuitos derivados. Sin embargo, no todas las componentes se deben incluir en el CCM. Por ejemplo; la protección del alimentador se puede instalar en el tablero principal, o bien; la estación de botones se puede localizar en algún lugar más conveniente.

El Centro de Control de Motores ofrece las siguientes ventajas;

- Permite que los aparatos de control se alejen de lugares peligrosos.
- Permite centralizar el equipo en el lugar más apropiado.
- Facilita el mantenimiento y el costo de la instalación es menor.

Las especificaciones principales para un CCM, son las siguientes:

- **Características del gabinete y dimensiones principales:** Generalmente son del tipo auto soportado de frente muerto para montaje en piso con puertas al frente para permitir el acceso a equipo.
- **Arrancadores:** Normalmente son del tipo magnético, con control remoto y/o local por medio de botones y elementos térmicos para protección de los motores.

- **Interruptores:** Por lo general son del tipo termomagnético en caja moldeada de plástico con operación manual y disparo automático y que pueden ser accionados exteriormente por medio de palancas. Frecuentemente se instala para cada motor una combinación de interruptor y arrancador.
- **Barra de conexiones:** Cada CCM tiene sus barras alimentadoras que son normalmente de cobre electrolítico. Estas barras se encuentran en la parte superior y las conexiones se hacen en la parte inferior.

#### Aspectos de diseño:

- Soportes y aisladores suficientemente robustos y fijados rigidamente para soportar posibles corrientes de corto circuito.
- Distancia de seguridad tanto interiores como exteriores al tablero.
- Adecuada sección transversal de las barras para las corrientes que circulan por ellas.
- Protecciones adecuadas.
- En la fabricación y operación de los tableros de media tensión se debe tener presente la inclusión de mecanismos y letreros que restrinjan el acceso.
- Equipos e instrumentos aislados para evitar corrientes indeseables y suficientes rigidez mecánica para evitar deformaciones.

#### 3.4.7.- SISTEMA DE EMERGENCIA.

Tiene la función de suministrar energía cuando falla el sistema principal de alimentación de energía eléctrica. Está constituida principalmente por un grupo motor-generador. Su capacidad queda comprendida entre 30 y 1000 kW, debido a que se considera que estas plantas alimentan cargas estrictamente de emergencia y por lapsos relativamente cortos.

Por lo general son accionadas por motores de combustión interna diesel, gasolina o gas. Se prefiere el diesel como combustible por ser relativamente económico; ser menos inflamable y tener un mayor poder calorífico que otros combustibles. La planta generadora debe contar con abastecimiento de combustible suficiente para su operación a plena carga durante dos horas como mínimo.

Las plantas eléctricas de emergencia, pueden ser para uso de hasta durante ocho horas con carga continua y admitir en forma eventual, sobrecargas por lapsos de  $\frac{1}{2}$  a 1 hora, siempre y cuando no excedan al 10 o 20% de su capacidad.

En el caso de motores de combustión interna, diesel o gasolina, se deberán instalar calentadores de aceite para que el arranque sea en el tiempo mínimo y calentadores de agua si se requieren. La temperatura mínima de aceite para el arranque en máquina de combustión interna debe ser de 25°C y la del agua de 18°C.

Debe contarse con el equipo de transferencia, manual o automática, necesario para hacer el cambio de alimentación normal a la alimentación con el sistema de emergencia propio de los circuitos que lo requieran. Dicho equipo debe ser de características adecuadas para el uso a que se va a destinar y estar construido e instalado de que no haya manera de interconectar inadvertidamente la red de abastecimiento normal con el sistema propio del usuario.

Si se utilizan bancos de baterías, es recomendable que sean del tipo plomo-ácido.

En las tabla C3-27 y C3-28 del Anexo A, podemos observar las capacidades de generadores para plantas de emergencia a 60 Hz.

### 3.5.- CÁLCULO Y SELECCIÓN DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS PARA MEDIA TENSIÓN.

#### 3.5.1.- CONSIDERACIONES GENERALES.

Características físicas de la instalación del conductor.

- Tipo de Instalación (al aire libre o subterránea).
- Tipo de canalización (en conduit, charola, directamente enterrado o en banco de ductos).
- Temperatura (ambiente y del terreno), humedad relativa, explosiva.
- Trayectoria (longitud y profundidad).

Selección de cables de energía.

- Utilizar "EP" en locales húmedos y secos y directamente enterrados.
- Utilizar "EP" dentro de edificios, subestaciones y en general, en cualquier trayectoria de instalación con una longitud hasta de 150 metros.
- Utilizar "XLP" para trayectorias de instalación con longitudes mayores a los 150 metros.

Niveles de aislamiento.

- Si los cables de energía se instalan en sistemas protegidos con relevadores que liberen fallas a tierra lo más rápido posible, en un tiempo no mayor a un minuto, o si el sistema tiene neutro a tierra utilizar un nivel de aislamiento del 100%.
- Si los cables de energía se instalan en sistemas con neutro aislado o si el tiempo de liberación de falla no excede en más de una hora utilizar un nivel de aislamiento del 133%.

#### 3.5.2.- CÁLCULO POR CORRIENTE.

Nota: Todas las tablas a las que se hace referencia en este capítulo se encuentran en el Anexo A, en el grupo de tablas comprendido para este capítulo; C3-número de tabla.

a) Calcular el valor de la corriente nominal ( $I_n$ ) de los equipos.

Recabar características eléctricas de los equipos a alimentar y aplicar las fórmulas correspondientes indicadas en la tabla C3-1.

b) Determinar los factores de corrección de acuerdo al tipo y forma de instalación.

Para el factor de corrección de temperatura ( $FCT$ ), aplicar tablas C3-2 y/o C3-3.

Considerar la temperatura del conductor de 90°C.

Para el factor de corrección por profundidad ( $FCP$ ), aplicar tabla C3-5.

Para el factor de corrección por agrupamiento ( $FCA$ ), aplicar tablas C3-4, C3-6, C3-7, C3-8.

c) Corrección del valor de corriente nominal.

Considerando los factores indicados en el inciso (b) anterior, aplicar la siguiente fórmula:

$$I_c = \frac{I_n}{(FCT)(FCP)(FCA)}$$

Donde:

$I_c$  = Corriente corregida en amperes.

$I_n$  = Corriente nominal del equipo en amperes.

( $FCA$ ) = Factor de corrección por agrupamiento.

( $FCT$ ) = Factor de corrección por temperatura.

( $FCP$ ) = Factor de corrección por profundidad.

En caso de motores de servicio continuo aplicar un factor del 125% de la corriente nominal del motor a plena carga. Según art. 430-22 y art. 430-23 NOM-001-SEDE-1999.

En caso de motores de servicio no continuo ver tabla C3-9, según art. 430-23(b) NOM-001-SEDE-1999.

Cuando se alimenten varios motores o motor y otras cargas deberán tener una capacidad de conducción de corriente, igual a la suma de las corrientes a plena carga nominales de todos los motores, más el 25% de la corriente nominal del motor mayor del grupo, más la corriente nominal de otras cargas, según art. 430-24, NOM-001-SEDE-1999.

d) Determinación del calibre del conductor por corriente.

Con el valor de corriente calculado en el inciso (c) y catálogos de fabricante, seleccionar el calibre del conductor que conduzca una corriente superior a la calculada.

Para elegir el calibre emplee las curvas o datos de fabricante a un factor de carga del 75%. Considerar que el factor de carga está definido como la corriente de carga promedio dividida entre la máxima corriente de carga para un periodo dado. Consultar el manual técnico de cables de energía CONDUMEX, o curvas de algún otro fabricante.

Si el valor de la corriente corregida es superior a la capacidad permisible de conducción del cable de energía calibre 750 MCM (en cualquier forma de instalación), utilizar conductores paralelos del calibre resultante, verificar que el factor de corrección por agrupamiento ( $FCA$ ) sea adecuado a esta nueva situación, si no lo es, repetir este procedimiento, según el inciso (b) en este capítulo.

### 3.5.3.- CÁLCULO POR REGULACIÓN DE TENSIÓN.

a) Verificar calibre por regulación de tensión.

Aplicar la siguiente expresión:

$$(\%R) = \frac{\Delta V}{V_n} \times 100\%$$

Donde:

$\Delta V$  = Caída de tensión al neutro.

$V_n$  = Tensión al neutro en kV.

b) Para calcular ( $\Delta V$ ) realizar lo siguiente:

- Determinar el valor de resistencia ( $R$ ) en C.A. del conductor seleccionado en el inciso (d) del punto 3.8.1. Aplicar tabla C3-10 y la temperatura de operación del conductor a 90°C.
- Calcular el radio medio geométrico ( $RMG$ ) del conductor. Utilizar tablas C3-11 y C3-12.
- Calcular la distancia media geométrica ( $DMG$ ) e inductancia ( $L$ ) del conductor. Aplicar tabla C3-13.
- Calcular la reactancia inductiva ( $X_L$ ) del conductor. Aplicar la siguiente fórmula:

$$X_L = 2\pi(fL)$$

Donde:

- $X_L$  = Reactancia inductiva del cable en  $\text{ohms}_{km}$ .
- $f$  = Frecuencia en Hz (aplicar el valor de 60 Hz).
- $L$  = Inductancia en  $\text{Hz}_{km}$ .

- Calcular el valor de impedancia ( $Z$ ) del conductor. Aplicar fórmula:

$$Z = (R - jXL)(\ell)$$

Donde:

- $Z$  = Impedancia del cable en  $\text{ohms}$ .
- $R$  = Resistencia en CA del cable en  $\text{ohms}_{km}$ .
- $XL$  = Reactancia inductiva del cable en  $\text{ohms}_{km}$ .
- $\ell$  = Longitud del cable en  $km$ .

- Obtener el valor de caída de tensión al neutro ( $\Delta V$ ). Aplicar fórmula:

$$\Delta V = Z(I_n)$$

Donde:

- $\Delta V$  = Caída de tensión al neutro en  $\text{ohms}$ .
- $Z$  = Impedancia del cable en  $\text{ohms}$ .
- $I_n$  = Corriente nominal del equipo.
- $\theta = \cos^{-1}(FP)$  (para efectos de cálculo en este procedimiento)
- $FP = 09(-)$  y  $\theta = -25.84^\circ$

Si se desea se pueden utilizar los valores absolutos de  $I_n$ , y  $Z$ .

- Obtener el valor de tensión al neutro ( $V_n$ ). Aplicar fórmula:

$$V_n = \frac{\text{Tensión de línea en volts}}{3}$$

- c) Determinar el valor del % de regulación mediante;

$$e = \frac{\Delta V}{V_n} \times 100$$

Si este valor excede del 3% (en un circuito derivado) verificar el calibre del conductor y repetir el procedimiento en este punto (3.5.3).

### 3.5.4.- CÁLCULO POR CORTO CIRCUITO.

a) Verificar calibre del conductor por corto circuito.

- Determinar la máxima corriente de falla que deberá soportar el conductor antes de que operen los dispositivos de protección. Aplicar fórmula:

$$I_{cc} = \frac{MVA_{cc} \times 1000}{3E}$$

Donde:

- $I_{cc}$  = Máxima corriente de falla en amperes.
- $E$  = Tensión de línea donde se conectará el conductor en kV.
- $MVA_{cc}$  = Potencia de corto circuito en MVA.

Para efectos de cálculo en este procedimiento considere para;

$$\begin{aligned} 4.16 \text{ kV} &\rightarrow 250 \text{ MVA} \\ 13.8 \text{ kV} &\rightarrow 750 \text{ MVA} \end{aligned}$$

Con el valor de  $I_{cc}$  y el tiempo de operación del dispositivo de protección, determine de la curva en la tabla C3-15, el calibre del conductor.

### 3.5.5.- SELECCIÓN DEL DIÁMETRO DE TUBERÍA.

a) Calcular el área que ocupará el alimentador.

- Aplicar fórmula:

$$A_{(t)} = M \times \left( \frac{\pi \times d^2}{4} \right)$$

Donde:

- $A_{(t)}$  = Área total del alimentador en  $\text{mm}^2$ .
- $d$  = Diámetro exterior nominal del conductor, obtener de catálogos de fabricante incluyendo aislamiento, en mm.
- $M$  = Número de conductores que forman el alimentador.

b) Calcular el área de la tubería.

- Aplicar fórmula:

$$A_{(tub)} = \left( \frac{A_{(t)}}{40} \right) \times 100$$

Donde:

$$A_{(tub)} = \text{Área de la tubería en } \text{mm}^2.$$

- Determinar el diámetro de la tubería:

$$d_{(tub)} = \frac{4 \times A_{(tub)}}{\pi}$$

Donde:

$d_{(tub)}$  = Diámetro de la tubería en mm.

c) Seleccionar el diámetro comercial adecuado de tubería ó características de charola.

- Aplicar tabla C3-8.

NOTAS:

- Este procedimiento se aplica para cables de energía desde 4.16 hasta 34.5 kV.
- Para la determinación del calibre apropiado del conductor, elija el calibre que haya resultado mayor de los diferentes métodos de cálculo realizados.

### 3.6.- CÁLCULO Y SELECCIÓN DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS PARA BAJA TENSIÓN.

#### 3.6.1.- CONSIDERACIONES GENERALES.

Se puede considerar como un conductor de baja tensión a todo aquel que tenga un aislamiento que le permita operar en voltajes de hasta 1,000 volts en condiciones de seguridad apropiadas.

Características físicas de la instalación del conductor.

- Tipo (al aire libre o subterránea).
- Forma (en tubo, charola o en banco de ductos).
- Temperatura (ambiente y del terreno).
- Trayectoria (longitud y profundidad).

Selección de cables de energía.

- Considerar cables tipo RHW, THW o THWN, para locales secos y húmedos.

#### 3.6.2.- CÁLCULO POR CORRIENTE.

a) Calcular el valor de la corriente nominal ( $I_n$ ) de los equipos.

Recabar características eléctricas de los equipos a alimentar y aplicar las fórmulas correspondientes indicadas en la tabla C3-1.

b) Determinar los factores de corrección de acuerdo al tipo y forma de instalación.

Aplicar los factores de corrección siguientes:

- Factor de corrección de temperatura ( $FCT$ ), aplicar tabla C3-3. Considerar la temperatura del conductor a 75°C (ambiente húmedo).  
 $FCT = 1.0$  si la temperatura ambiente es igual o menor a 30°C.
- Para el factor de corrección por agrupamiento ( $FCA$ ), aplicar tablas C3-4, C3-6, C3-7 ó C3-8.  
 $FCA = 1.0$  si el número de conductores es igual o menor a 3.

c) Corrección del valor de corriente nominal.

La corriente nominal se afecta considerando los factores de corrección del inciso (b).

Aplicar fórmula:

$$I_c = \frac{I_n}{(FCT)(FCA)}$$

Donde:

- $I_c$  = Corriente corregida en amperes.
- $I_n$  = Corriente nominal del equipo en amperes.

En caso de motores de servicio continuo aplicar un factor del 125% de la corriente nominal del motor a plena carga. Según art. 430-22 y art. 430-23 NOM-001-SEDE-1999.

En caso de motores de servicio no continuo ver tabla C3-9 en el Anexo A, según art. 430-23(b) NOM-001-SEDE-1999.

Cuando se alimenten varios motores o motor y otras cargas deberán tener una capacidad de conducción de corriente, igual a la suma de las corrientes a plena carga nominales de todos los motores y/o equipos, mas el 25% de la corriente nominal del motor mayor del grupo. Según art. 430-24, NOM-001-SEDE-1999.

d) Determinación del calibre del conductor por corriente.

Con el valor de corriente calculado en el inciso (c) y columna a 75°C de la tabla C3-14, seleccione el calibre del conductor adecuado que conduzca una corriente superior a la calculada.

Si el valor de la corriente corregida es superior a la capacidad permisible de conducción de corriente, del cable con calibre 750 MCM (de cualquier forma de instalación), utilizar dos o más conductores por fase del calibre resultante, verificando si el factor de corrección por agrupamiento (*FCA*) es el adecuado a esta nueva condición, si no lo es, repetir este procedimiento, desde el inciso (b) en esta sección.

### 3.6.3.- CÁLCULO POR CAÍDA DE TENSIÓN.

a) Verificar calibre por caída de tensión.

Aplicar tablas C3-1 y C3-14.

Considerar los factores siguientes:

- Utilizar la sección transversal del conductor seleccionado en el punto 3.6.2. inciso (b).
- La caída de tensión ( $e\%$ ) total del circuito alimentador y derivado no debe exceder del 5%, referirse a los artículos 210-19 y 215-2 de la NOM-001-SEMP-1994.
- Para efectos de cálculo en este procedimiento considerar:

Para circuitos alimentadores  $(e\%) \leq 3\%$  máximo.

Para circuitos derivados  $(e\%) \leq 2\%$  máximo.

- Si el valor de la caída de tensión ( $e\%$ ) excede el valor considerado, verifique el calibre del conductor y repita el paso indicado en el punto 3.6.2.

Nota: este procedimiento es considerado por ser sencillo y práctico dentro de cualquier sistema.

### 3.6.4.- CÁLCULO POR CORTO CIRCUITO.

- a) Verificar calibre del conductor por corto circuito. Realice este paso sólo para alimentadores a CCM en 480 volts.
- Determinar la máxima corriente de falla que deberá soportar el conductor antes de que operen los dispositivos de protección. Aplicar fórmula:

$$I_{cc} = \frac{MVA_{cc} \times 1000}{3E}$$

Donde:

- $I_{cc}$  = Máxima corriente de falla en amperes.
- $E$  = Tensión de línea en kV.
- $MVA_{cc}$  = Potencia de corto circuito en MVA.

Para efectos de cálculo en este procedimiento considere; para 480 volts, una  $I_{cc} = 25,000$  amperes simétricos.

Con el valor de  $I_{cc}$  y tiempo de liberación de falla, determine de las curvas de fabricante el calibre del conductor.

### 3.6.5.- SELECCIÓN DEL DIÁMETRO DE TUBERIA.

- a) Podemos proceder de manera análoga al procedimiento especificado en el punto 3.5.5, o podemos aplicar directamente la tabla C3-16.

## 3.7.- CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.

Las canalizaciones eléctricas son todos aquellos dispositivos que se emplean en las instalaciones eléctricas para contener a los conductores de tal manera que queden protegidos contra deterioro mecánico y contaminación.

Los medios de canalización más comunes son:

- Tubos conduit.
- Ductos.
- Charolas.

### 3.7.1.- TUBOS CONDUIT.

Es un tipo de tubo (de metal o plástico) usado para contener y proteger los conductores eléctricos usados en las instalaciones.

Los tubos metálicos pueden ser de aluminio, acero o aleaciones especiales, los tubos de acero a su vez se fabrican en los tipos pesado, semipesado y ligero, distinguiéndose uno de otro por el espesor de su pared.

### TUBO CONDUIT DE ACERO PESADO (PARED GRUESA).

Se fabrican en secciones circulares con diámetros que van de 13 mm (1/2 pulgada) a 152.4 mm (6 pulgadas). Se encuentran en el mercado en forma galvanizada o con recubrimiento negro esmaltado, en tramos normalmente de 3.05 m de longitud con rosca en ambos lados y con un cople en uno de sus extremos.

Este tipo de tubos rígidos (metálicos) de pared gruesa del tipo pesado y semipesado se pueden emplear en instalaciones visibles u ocultas ya sea embebido en concreto o embutido en mampostería en cualquier tipo de edificios y bajo cualquier condición atmosférica. También se pueden usar directamente enterrados recubiertos externamente para satisfacer condiciones más severas.

Para conductores con aislamiento normal alojados en tubo conduit rígido, se recomienda que el radio interior de las curvas no sea menor que 6 veces el diámetro exterior del tubo. Cuando los conductores tienen cubierta metálica el radio de curvatura de las curvas puede ser hasta 10 veces el diámetro exterior del tubo.

El número de curvas en un tramo de tubería colocado entre dos cajas de conexiones consecutivas o entre una caja y un accesorio entre dos accesorios se recomienda que no exceda a dos de 90° o bien su equivalente (180° en total).

### TUBO CONDUIT METÁLICO DE PARED DELGADA.

Se le conoce también como tubo metálico rígido ligero, su uso está permitido en instalaciones ocultas o visibles ya sea embebido en concreto o embutido en mampostería en lugares de ambiente seco no expuestos a humedad o ambiente corrosivo. No se recomienda en lugares que durante su instalación o después de ésta estén expuestos a daño mecánico. Tampoco se debe usar directamente enterrado o en lugares húmedos o mojados, así como en lugares clasificados como peligrosos.

El diámetro máximo recomendable para estos tubos es de 51 mm (2 pulgadas) y debido a que son de pared delgada, en estos tubos no se debe hacer roscado para atornillarse a cajas de conexión u otros accesorios, de modo que los tramos se deben unir por medio de accesorios de unión especiales.

### TUBO CONDUIT METÁLICO FLEXIBLE.

Con esta designación se encuentra el tubo flexible común fabricado con cinta metálica engargolada (en forma helicoidal), sin ningún recubrimiento. A este tipo de tubo también se le conoce como "GREENFIELD". No se recomienda su uso en diámetros inferiores a 13 mm (1/2 pulgada) ni superiores a 102 mm (4 pulgadas).

Para su aplicación se recomienda en lugares secos donde no esté expuesto a corrosión o daño mecánico, o sea que se puede instalar embutido en muro o ladrillo o bloques similares, así como en ranuras en contactos.

No se recomienda su aplicación en lugares en donde se encuentre directamente enterrados o embebidos en concreto, tampoco se debe usar en lugares expuestos a ambientes corrosivos, su uso se acentúa en las instalaciones de tipo industrial como último tramo para conexión de motores eléctricos.

Cuando se use este tubo como canalización fija a un muro o estructura se deben usar para su montaje o fijación abrazaderas, grapas o accesorios similares que no dañen al tubo, debiendo colocarse a intervalos no mayores de 1.5 m y a 30 cm como máximo con respecto a cada caja o accesorio.

### TUBO CONDUIT DE PLÁSTICO RÍGIDO (PVC).

Este tubo cae dentro de la clasificación de los tubos "no metálicos", el tubo de PVC es la designación comercial que se da al tubo rígido de policloruro de vinilo (PVC).

Este tipo de tubo debe ser autoextinguible, resistente al aplastamiento, a la humedad y a ciertos agentes químicos. Su uso está permitido en;

- Instalaciones ocultas.
- Instalaciones visibles en donde el tubo no esté expuesto a daño mecánico.
- En ciertos lugares en donde existen agentes químicos que no afecten al tubo y sus accesorios.
- En locales húmedos o mojados instalados de manera que no les penetre el agua y en lugares en donde no les afecte la corrosión que exista en medios de ambiente corrosivo.
- Directamente enterrados a una profundidad no menor de 0.50 m a menos que se proteja con un recubrimiento de concreto de 5 cm de espesor como mínimo.

No está permitido instalar este tipo de tubos en las siguientes condiciones:

- Locales o áreas que estén considerados como peligrosos.
- Para soportar luminarias u otros equipos.
- En lugares en donde la temperatura del medio ambiente mas la producida por los conductores no exceda a 70°C.

### 3.7.2.- DUCTOS.

Los ductos son otro medio de canalización de conductores eléctricos que se usan sólo en las instalaciones eléctricas visibles debido a que no se pueden montar embutidos en pared o dentro de lazos de concreto. Se fabrican de canales de lámina de acero de sección cuadrada o rectangular con tapas atornilladas y su aplicación se encuentra en instalaciones industriales y laboratorios.

Los conductores se llevan dentro de los ductos en forma similar al caso de los tubos conduit y se pueden usar para circuitos alimentadores y circuitos derivados y su uso no está restringido ya que se puede emplear también en edificios multifamiliares y de oficinas. Su instalación requiere de algunas precauciones como por ejemplo, que no existan tuberías de agua cercanas, o bien se restringe su uso en áreas catalogadas como peligrosas.

Los ductos ofrecen ventajas en comparación con los tubos conduit debido a que ofrecen mayor espacio para alojar conductores y son más fáciles de alambrear esto en sistemas menores de distribución en donde por un mismo ducto se pueden tener circuitos múltiples, ofreciendo además la ventaja de ser fácil de alambrear, teniéndose un mejor aprovechamiento de la capacidad conductiva de los conductores al tener mejor disipación de calor. Son 100% recuperables cuando se modifican las instalaciones y se vuelven a usar. Tiene la desventaja que requieren de mayor mantenimiento.

Se permiten un máximo de 30 conductores hasta ocupar un 20% del interior del ducto, en el caso de empalmes o derivaciones puede ser hasta un 75%.

### 3.7.3.- CHAROLAS.

Son también conocidas como "soportería para cables", se fabrican de acero galvanizado y aluminio, para lugares con alto grado de corrosión se utiliza un material plástico, son fabricadas de tipo de canal ventilado y de escalera.

En el uso de charolas se tienen aplicaciones parecidas a las de los ductos con algunas limitantes propias de los lugares en que se hace la instalación.

### **3.7.4.- BANCO DE TUBERÍAS.**

En instalaciones subterráneas, generalmente se utilizan bancos de tuberías para proteger a las tuberías de cualquier agente extraño. Se componen de tubería conduit metálica tipo pesado, semipesado y tubo de PVC.

Existen muchas variantes en los arreglos de bancos de ductos, la especificación de PEMEX 2.225.02 "Canalizaciones Eléctricas y Subterráneas", nos permite agrupar hasta 36 tuberías como máximo en un banco de ductos, pudiéndose ocupar 20 tuberías como máximo con circuitos de fuerza de operación normal.

En los bancos de ductos, se debe dejar como mínimo el 30% de tubos futuros del mismo diámetro que los tubos de diámetro mayor utilizados en el banco. En la construcción del banco, deben colocarse varillas verticales y horizontales que sirvan de soporte a las tuberías, amarrándolas a éstas con alambre para evitar que puedan moverse. Estas medidas se pueden apreciar mejor en la tabla C3-17.

La profundidad mínima a la que deben instalarse los bancos de ductos se indica en la tabla C3-19. Cuando se instalen cables para diferentes tensiones en un mismo banco de tuberías, los cables de mayor tensión deben estar a mayor profundidad. Las canalizaciones subterráneas no deben instalarse directamente bajo cimentaciones de edificios o de tanques de almacenamiento. Cuando esto no sea posible, la estructura del banco deberá diseñarse para prevenir la aplicación de cargas perjudiciales sobre los cables. La separación mínima entre bancos de ductos y entre ellos y otras estructuras se indica en la tabla C3-18.

### 3.8.- CONSIDERACIONES PARA MOTORES.

#### 3.8.1.- CIRCUITOS DERIVADOS PARA MOTORES.

El cálculo del alumbrado para motores eléctricos, por lo general no se relaciona con la selección de los motores mismos. Los fabricantes de equipo motorizado (por ejemplo aire acondicionado, compresores, transportadores, ventiladores, etc.) especifican los tipos de motores y controles asociados que se requieren para una aplicación dada. Estos motores por lo general los seleccionan los ingenieros de aplicación de la compañía fabricante. Como medida general para la selección de los motores eléctricos se deben tomar en consideración los siguientes factores:

- Potencia a la entrada o la salida.
- Características de la carga por conectar.
- Velocidad nominal en RPM.
- Tamaño de la carcasa.
- Clasificación por velocidad.
- Efecto del ciclo de trabajo.
- Temperatura ambiente.
- Elevación de temperatura en la máquina.
- Voltaje nominal.
- Tipo de carcasa y condiciones ambientales.
- Requerimientos de mantenimiento y accesibilidad.
- Frecuencia del sistema del cual se va a alimentar.
- Número de fases.

#### Tamaños Comunes de los Motores.

Los tamaños de los motores se encuentran disponibles para los rangos de voltaje estándar de alimentación en corriente alterna (60 Hz en México). Los factores como la eficiencia y costo se consideran, de manera que en la práctica general los tamaños de los motores están siempre limitados.

- Para alimentación monofásica a 127 volts el límite máximo práctico es de 2 HP.
- Para alimentación trifásica a 220 V o 240 V, el límite es 200 HP.
- Para voltajes mayores es conveniente consultar los catálogos de fabricantes.

#### El Circuito Derivado de un Motor en General.

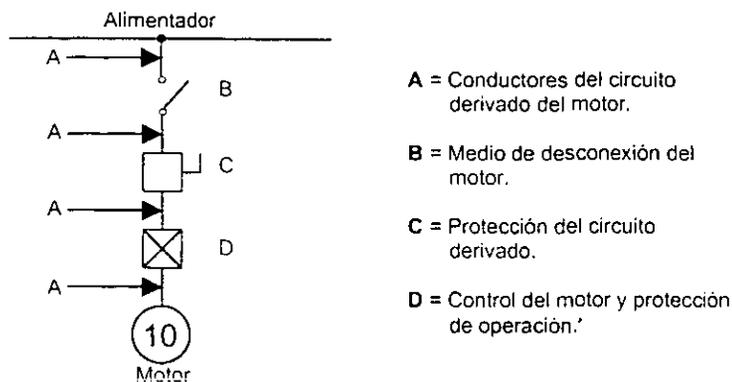


Fig. No 6. Circuito Derivado de un Motor.

En base a la figura anterior, por cada circuito alimentador de un motor se requiere lo siguiente:

- (A) Una fuente de alimentación (alimentador).
- (B) Un medio de desconexión de la fuente.
- (C) El alambrado a los circuitos derivados y su protección, que básicamente es una protección contra cortocircuito. Pueden ser fusibles o interruptores termomagnéticos.
- (D) Un elemento controlador para arrancar y parar al motor junto con una protección contra sobrecargas en el motor, que se requieren adicionalmente a la protección del circuito derivado. La capacidad o ajuste de este dispositivo contra sobrecorriente no deberá exceder del 150 % de la capacidad del aparato.

Como se sabe los motores fraccionarios y pequeños, se arrancan directamente de la línea, pero los motores grandes, de algunos cientos y hasta miles de HP requieren arranque indirecto de la línea y en consecuencia elementos de control más o menos complejos. Estos motores grandes se arrancan por medio de autotransformador, o bien resistencias o reactores, que reducen el voltaje de arranque del motor.

En general, los motores que se arrancan directamente de la línea tienen una corriente de arranque relativamente alta, para algunos motores esta corriente alcanza hasta 8 veces el valor de la corriente nominal (a plena carga), este valor se presenta cuando el motor parte del reposo hasta alcanzar su velocidad nominal, en este punto decae al valor de corriente nominal.

Se requieren dos tipos de protección contra sobrecarga. Si el dispositivo de protección contra sobrecarga del circuito derivado, es fusible o interruptor termomagnético, son suficientemente grandes y permiten el paso de las corrientes de arranque y por lo tanto pueden ser demasiado grandes y permiten que el motor se sobrecargue.

Para proteger al motor mismo, se requiere que se separe la protección contra sobrecorriente, de aquí se observa que se requieren los dos tipos de protección contra sobrecarga, el alimentador, y el del motor.

### 3.8.2- DISPOSITIVOS DE CONTROL PARA MOTORES.

El controlador puede ser un simple desconectador para arrancar y parar el motor (switch), puede ser también una estación de botones para arrancar al motor de forma local o a control remoto o puede ser un dispositivo que arranque al motor por pasos o invirtiendo su sentido de rotación o bien haciendo uso de señales de los elementos por controlar como; temperatura, presión, nivel de un líquido o cualquier otro cambio físico que requiera arrancar o parar un motor y que evidentemente le dan mayor grado de complejidad al circuito de control.

Los principales elementos eléctricos de control son los siguientes.

#### DESCONECTADORES (SWITCHES).

Son también conocidos como switch, constituyen uno de los medios más elementales de control de los motores eléctricos ya que se conecta a un motor de la fuente de alimentación, se construyen con navajas para dos líneas (motores monofásicos) o tres líneas (motores trifásicos), las navajas abren o cierran simultáneamente por medio de un mecanismo.

Generalmente se encuentran alojados en una caja metálica y tiene un fusible por conductor. Están diseñados para conducir la corriente nominal por un tiempo indefinido y para soportar la corriente de corto circuito por periodos breves de tiempo.

## INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS.

Un interruptor termomagnético manual permite abrir y cerrar un circuito, en forma análoga a las cuchillas desconectadoras (switch), excepto que en estos interruptores se puede abrir en forma automática cuando el valor de la corriente que circula por ellos, excede a un cierto valor previamente fijado (debido a esto al instalarlos se cuidará que estén colocados o montados de tal forma que cuando abra tiendan a seguir el sentido de la gravedad). Después que esos interruptores abren (disparan) se deben restablecer en forma manual, tienen la ventaja sobre los desconectores (switch) que no requieren del uso de fusibles.

## DESCONECTADOR (SWITCH) TIPO TAMBOR.

Los desconectores tipo tambor son dispositivos manuales que tienen un grupo de contactos fijos e igual número de contactos móviles. Estos contactos permiten obtener las posiciones de abierto y cerrado con una secuencia determinada por medio de una manija rotatoria. Se usa en motores de pequeña potencia o como dispositivos de control en motores con arrancadores magnéticos.

## ESTACION DE BOTONES.

Una estación de botones es básicamente un desconector que se activa por medio de la presión de los dedos de manera que dos o más contactos cierran o abren cuando se quita la presión de los botones, normalmente se usan resortes en los botones para regresarlos a su posición original después de ser presionados.

En este trabajo la mayoría del control se hará por este medio, pues resulta más cómodo, y práctico.

## RELEVADORES DE CONTROL.

Es un switch electromagnético que se emplea como dispositivo auxiliar en los circuitos de control de arrancadores de motores grandes o directamente como arrancadores en motores pequeños.

El relevador electromagnético abre y cierra un conjunto de contactos cuando su bobina se energiza. La bobina produce un campo magnético fuerte que atrae una armadura móvil, accionando los contactos. Los relevadores de control se usan por lo general en circuitos de baja potencia y pueden incluir relevadores de tiempo retardado que cierran y abren sus contactos en intervalos de tiempo definidos.

## RELEVADORES TÉRMICOS.

Es también conocido como relevador de sobrecarga, es un dispositivo sensible a la temperatura cuyos contactos abren o cierran cuando la corriente del motor excede a un límite preestablecido. La corriente circula a través de un elemento de calentamiento pequeño que alcanza la temperatura del relevador. Los relevadores térmicos son dispositivos de retardo de tiempo en forma inherente debido a que la temperatura no puede seguir en forma instantánea a los cambios de la corriente.

## CONTACTORES MAGNÉTICOS.

Un contactor magnético es esencialmente un relevador de control grande que es diseñado para abrir y cerrar un circuito de potencia, posee un relevador de bobina que activa a un conjunto de contactos y se usan para controlar motores desde 1/2 hasta varios cientos de HP y poseen por lo general un sistema de extensión de arco eléctrico por soplo magnético, para evitar que se dañen los contactos por las repetidas operaciones de apertura y cierre a que se ven sujetos.

## SWITCH LIMITE Y SWITCH DE TIPO ESPECIAL.

Es un switch de baja potencia que tiene un dispositivo de contacto tipo grapa, cuya acción depende de la posición de un elemento mecánico, este elemento puede ser sensitivo a distintos tipos de señales como son presión, temperatura, nivel de líquidos, dirección de rotación, etc.

### 3.9.- PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTES Y CORTO CIRCUITO.

El efecto Joule  $R \times [I^2]$  son pérdidas producidas por la corriente eléctrica que se manifiesta en forma de calor en un conductor eléctrico, debido a su resistencia, se calienta y es por esa razón que las Normas Técnicas Para Instalaciones Eléctricas, y el Reglamento Para Obras e Instalaciones Eléctricas limitan la cantidad de corriente permisible en un conductor (ampacidad) a un valor en el que el calor se pueda disipar en forma segura, y es así como en las tablas de capacidad de conducción de corriente eléctrica de los conductores se asocia la sección o calibre del conductor, con la corriente que pueden conducir en tubo conduit, para considerar el espacio o cantidad de aire disponible.

Para visualizar de mejor manera la magnitud del efecto Joule, si un conductor conduce una corriente del doble  $[2I]$ ; el calentamiento es  $R[2 \times I^2] = 4R[I^2]$ , es decir se incrementa cuatro veces, esto significa que al aumentar la corriente en un conductor, el calentamiento sube mucho más, debido a que crece con el cuadrado de la corriente.

Los fusibles e interruptores son los dispositivos que se usan normalmente para proteger las instalaciones y equipos contra sobrecorrientes y contra corto circuito. Operan básicamente "abriendo" los circuitos en los que están conectados antes de que los valores de corriente excedan la corriente permisible en los conductores.

#### 3.9.1.- FUSIBLES.

Son elementos de protección que constan de un alambre o cinta de una aleación de plomo y estaño con un bajo punto de fusión, que se funde cuando se excede el límite para el cual fue diseñado interrumpiendo el circuito. Se fabrican para operación en dos tipos; tapón y tipo cartucho.

#### FUSIBLE DE TAPÓN.

Usados principalmente en casas habitación con capacidades de 10, 15, 20 y 30 amperes.

## FUSIBLES TIPO CARTUCHO.

Pueden ser tipo casquillo para capacidades de 3 a 60 amperes y tipo navaja para capacidades de 75 a 600 amperes, estos fusibles son renovables ya que si se funde el elemento fusible, puede ser reemplazado. De acuerdo con sus características eléctricas, los elementos fusibles pueden ser de tipo normal y de acción retardada. El tipo normal está formado por cinta de alambre, el de acción retardada tiene formas diversas para retardar el tiempo de fusión.

### 3.9.2.- INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS.

Están diseñados para abrir el circuito en forma automática cuando ocurre una sobrecarga accionado por una combinación de un elemento térmico y un elemento magnético.

El elemento térmico consta esencialmente de la unión de dos elementos metálicos de diferente coeficiente de dilatación, conocido también como par térmico, el cual al paso de la corriente se calienta y por lo tanto se deforma, habiendo un cambio de posición que es aprovechado para accionar el mecanismo de disparo del interruptor. Operan desde el punto de vista de tiempo de apertura con curvas características de tiempo corriente, tal y como se muestra en las curvas de la tabla C3-26.

El elemento magnético consta de una bobina cuyo núcleo es movable y que puede operar o disparar el mecanismo del interruptor, el circuito se abre en forma instantánea cuando ocurre una sobrecorriente. Con sobrecargas opera el elemento térmico y con el elemento magnético para sobrecorrientes (fallas).

### INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS INSTANTÁNEOS.

Los interruptores termomagnéticos llamados instantáneos para uno de los dos tipos que se usan normalmente en las instalaciones eléctricas, son energizados por el circuito magnético, de las corrientes de sobrecarga o de corto circuito y se usan normalmente como elementos de protección de los circuitos derivados de los motores, ya que la protección contra sobrecarga del motor es un elemento térmico en un relevador, que se considera por separado.

Los interruptores termomagnéticos especiales se diseñan para soportar un 100% de la corriente nominal de carga y para disparar entre 110 y 120 % de la corriente nominal de carga.

### INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS DE TIEMPO INVERSO.

Un interruptor termomagnético de tiempo inverso, es el tipo de interruptor termomagnético, equivalente al fusible de tiempo retardado. Tiene un elemento magnético que responde en forma instantánea a las corrientes de corto circuito severas o a los valores excesivos de sobrecarga en el arranque. El elemento térmico proporciona protección para los circuitos derivados (a excepción de los circuitos derivados para motores grandes) cuando se presentan sobrecargas, esta protección la realiza por medio de dispositivos térmicamente activados, tal como ocurre con los elementos bimetálicos.

### **3.9.3.- APLICACIONES NEMA PARA GABINETES.**

#### **NEMA 1: Usos Generales.**

Servicio interior, condiciones atmosféricas normales, construido de lámina metálica.

#### **NEMA 2: A Prueba de Goteo.**

Servicio interior, ofrece protección contra goteo de líquidos corrosivos, las entradas de conduit requieren de conectores especiales tipo glándula.

#### **NEMA 3: Servicio Intemperie.**

Servicio exterior, protección contra aire húmedo y polvo, resistente a la corrosión.

#### **NEMA 3R: A Prueba de Lluvia.**

Servicio exterior, contra salpicaduras de agua y ahorro directo, construcción de lámina metálica o gabinete fundido, soportes exteriores de montaje.

#### **NEMA 5: A Prueba de Polvo.**

Servicio exterior, protección hermética contra polvo.

#### **NEMA 7: A Prueba de Gases Explosivos.**

Servicio interior o exterior en atmósferas peligrosas por gases explosivos, gabinete fundido atornillable o roscado, requiere de conectores especiales, soportes exteriores de montaje.

#### **NEMA 9: A Prueba de Polvos Explosivos.**

Servicio interior o exterior en atmósferas peligrosas evita la entrada de polvos explosivos.

#### **NEMA 12: Servicio Industrial.**

Servicio interior, protección contra polvos, pelusas, fibras, goteo, salpicaduras, insectos, aceite, líquidos refrigerantes, requiere de conectores de sello, soportes exteriores de montaje.

### 3.9.4.- PROTECCIÓN CONTRA CORTO CIRCUITO.

El cálculo de las corrientes de corto circuito representan un elemento fundamental en el proyecto de las instalaciones eléctricas industriales, ya sea para el dimensionamiento de los aparatos que se deben usar para interrumpir estas corrientes o bien para el dimensionamiento de las partes auxiliares en las instalaciones como son las barras de conexión, tableros, soportes, etc.

Lo que se expondrá a continuación solo se refiere a los aspectos fundamentales de este tema y que pierde interés práctico para el proyecto de instalaciones industriales, ya que el estudio de corto circuito en sí, constituye un tema muy amplio y que requiere de cierto detalle para la comprensión de todos los fenómenos asociados y las técnicas de análisis empleadas.

El corto circuito se alimenta de las siguientes fuentes;

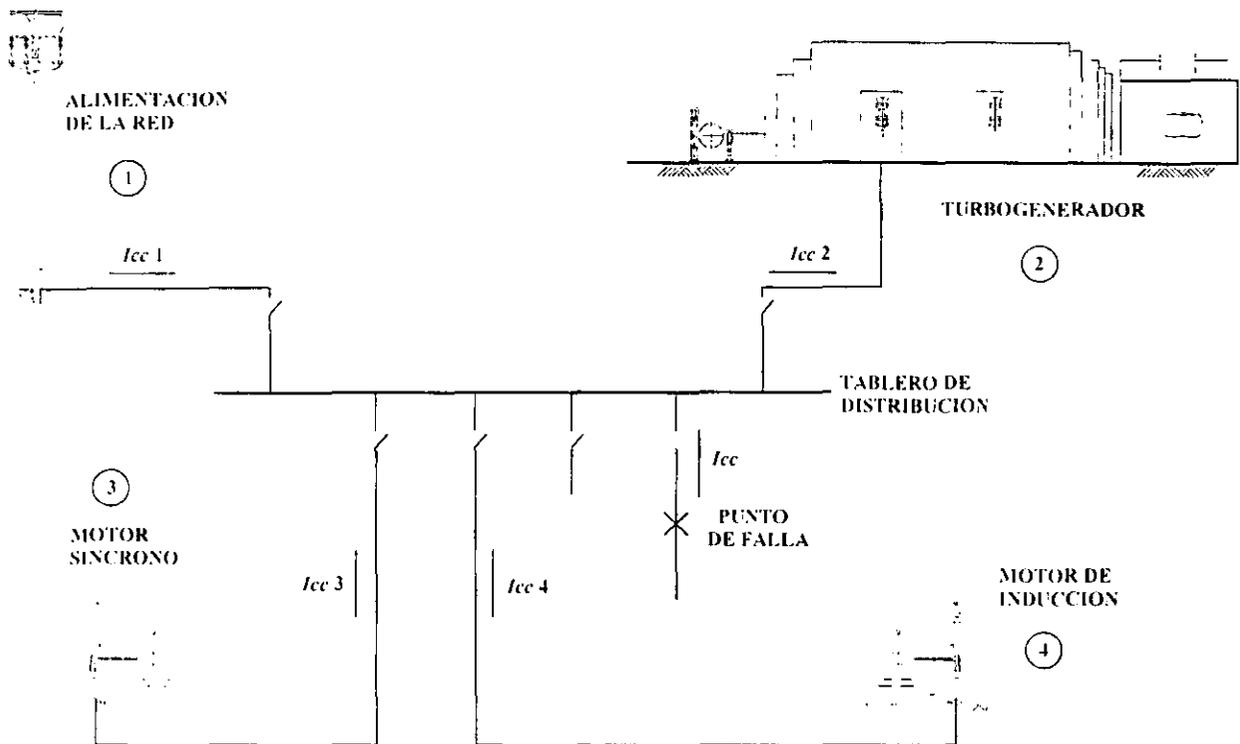


Fig No 7. Elementos que Contribuyen al Corto Circuito

- ① RED DE LA COMPAÑÍA SUMINISTRADORA: El valor de la corriente de corto circuito con que contribuye la red de alimentación a la instalación depende de las características de la red misma, esta corriente de corto circuito de alimentación se expresa en kiloamperes o bien se da el valor de la llamada capacidad interruptiva en MVA, en cualquier caso, para el proyectista de la instalación eléctrica, es un valor que proporciona la compañía suministradora, indicando a esta el punto de la red eléctrica de donde se alimentará a la industria.

Por ejemplo en nuestro caso, CFE da como dato una capacidad interruptiva de 100 MVA en el punto de acometida. A partir de este valor se puede calcular la corriente de corto circuito correspondiente;

$$I_{cc}'' = \frac{MVA \times 1000}{3 \times V} = \frac{100 \times 1000}{3 \times 13.8} = 1673.47 \text{ amp}$$

- ② TURBOGENERADOR O FUENTE DE GENERACION PROPIA: El generador entregará una corriente limitada solo por su impedancia interna y que es decreciente del instante del corto circuito por un tiempo corto (transitorio) hasta su estabilización a un valor que no varía más con el tiempo (impedancia síncrona). La corriente de corto circuito será por lo tanto elevada en el primer instante y decrecerá hasta un valor (corriente de corto circuito permanente) que se mantendrá sin modificación en el tiempo si no intervienen las protecciones.
- ③ MOTORES SINCRONOS: Un motor síncrono se comportará en forma análoga a un generador síncrono, en lugar de absorber energía de la línea se convertirá en un generador y alimentará a la instalación con una corriente decreciente con el tiempo que dependerá de su impedancia interna, exactamente como ocurre con el generador síncrono.
- ④ MOTORES DE INDUCCION: También los motores de inducción que están conectados en la instalación eléctrica alimentará a ésta con una corriente limitada por su impedancia interna, pero su contribución se reduce a cero en un tiempo muy breve.

El valor de la corriente de corto circuito en el punto de instalación en el que se presenta la falla es la suma de las contribuciones de los elementos conectados a la misma y la red de alimentación. En la figura siguiente se puede observar mejor esta situación.

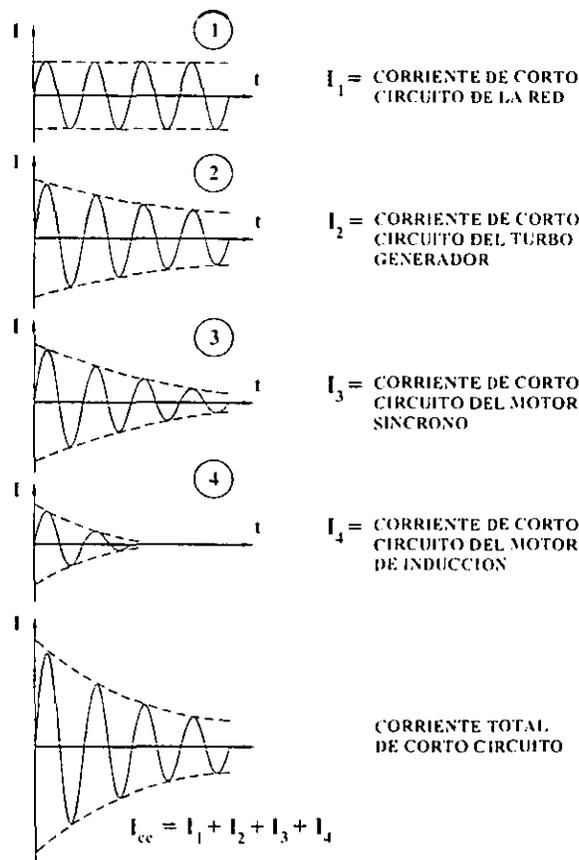


Fig. No. 8. Diagramas de Corto Circuito de las Distintas Fuentes de Alimentación.

Como se puede observar, al presentarse el corto circuito en una instalación, se presentará una corriente de un valor muy elevado que se reducirá con el tiempo hasta llegar a un valor permanente.

El cálculo de la corriente de corto circuito se puede hacer por métodos matemáticos, muchos de los cuales van orientados hacia el uso de programas en computadoras. Los estudios de corto circuito con fines prácticos para instalaciones de tipo industrial, se pueden hacer por métodos aproximados que son bastante simples, desde luego no son tan exactos como los métodos matemáticos, pero dan una idea de orden de magnitud de las corrientes de corto circuito.

En una instalación eléctrica, la máxima corriente de corto circuito en la alimentación, es el valor que se pueden tener para un corto circuito en el punto principal de desconexión.

Un corto circuito interrumpe el suministro de potencia a los motores y Los motores tienden a frenar y finalmente parar, sin embargo, debido a su inercia, durante este lapso, el campo magnético giratorio del rotor hace que los motores actúen como generadores temporales y alimenten la corriente de corto circuito hasta que paran. En la práctica la contribución de los motores a la corriente de corto circuito se toma aproximadamente como cinco veces la suma de las corrientes a plena carga de los motores estén operando o no.

En nuestro caso tenemos que la aportación de los motores a la corriente de corto circuito es la siguiente;

- Corriente total proveniente de motores en CCM-4;  $I_{CCM-4} = 175.43 \text{ amp}$   
(incluye CCM-5 y CCM-6)
- Corriente total proveniente de motores en CCM-3;  $I_{CCM-3} = 19.08 \text{ amp}$
- Corriente total proveniente de motores en CCM-2;  $I_{CCM-2} = 19.08 \text{ amp}$
- Corriente total proveniente de motores en CCM-1;  $I_{CCM-1} = 19.08 \text{ amp}$
- Corriente total proveniente del motor (250 HP) en TD-2;  $I_{TD-2} = 31.6 \text{ amp}$

Entonces la aportación a la corriente de corto circuito de los motores conectados a la red será:

$$I_{CC}' = 5 \left[ \sum (I_{CCM-4} + I_{CCM-3} + I_{CCM-2} + I_{CCM-1} + I_{TD-2}) \right]$$

$$I_{CC}' = 5 \left[ \sum (I_{TD-1} + I_{TD-2}) \right] = 5 [232.67 + 31.6] = 1321.35 \text{ amp}$$

La corriente de Corto Circuito obtenida de los datos proporcionados por CFE es:

$$I_{CC}'' = \frac{MVA \times 1000}{3 \times V} = \frac{100 \times 1000}{3 \times 13.8} = 1673.47 \text{ amp}$$

Finalmente tenemos que la máxima corriente de cortocircuito que tendremos en el punto de desconexión será la suma de las dos corrientes ( $I_{CC}$ ) y ( $I_{CC}'$ ) obtenidas;

$$I_{CC} = I_{CC}' + I_{CC}'' = 1321.35 + 1673.47 = 2994.84 \text{ amp}$$

Donde:

- $I_{CC}$  = Máxima corriente de falla en amperes en el punto de desconexión.
- $I_{CC}'$  = Corriente aportada al corto circuito por los motores conectados.
- $I_{CC}''$  = Corriente de corto circuito de la red, dato proporcionado por CFE.

**3.10.- EJEMPLO REPRESENTATIVO.**

Para ejemplificar la manera en que se procede para el cálculo de los distintos elementos del Sistema de Fuerza, seguiremos una línea ascendente partiendo desde el punto más bajo del Diagrama Unifilar realizando todos los cálculos necesarios. El siguiente diagrama nos representa la manera en que procederemos;

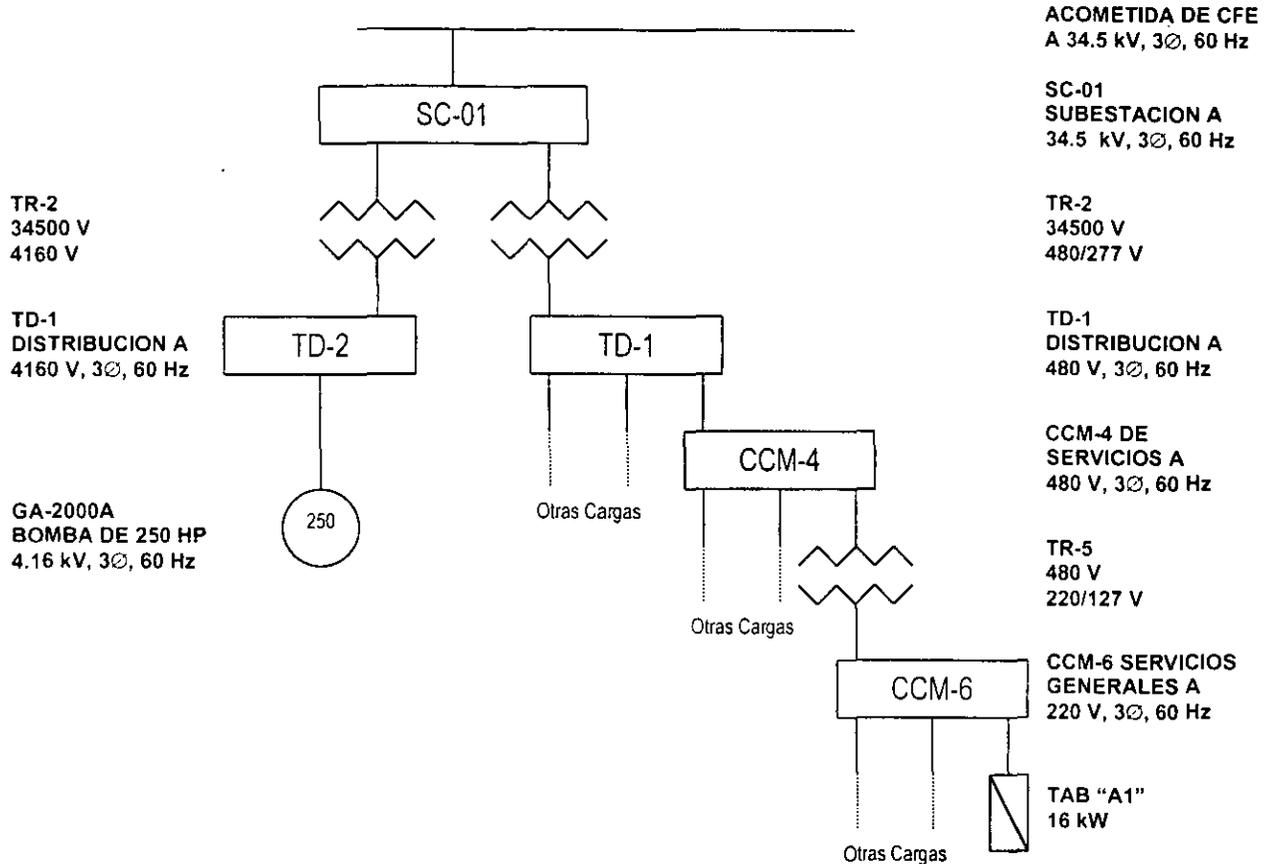


Fig. No. 9. Diagrama Representativo del Procedimiento a Seguir para el Cálculo.

<b>Equipo:</b> TABLERO "A1"	<b>Clave:</b> TAB "A1"	<b>No. de Circuito:</b> F-66
<b>Sistema:</b> Trifásico	<b>Frecuencia:</b> 60 Hz.	<b>Conductores por Fase:</b> 1
<b>Voltaje:</b> 220 Volts.	<b>Potencia:</b> 16 kW	<b>Longitud:</b> 16 m
<b>FP:</b> 0.9	<b>Tipo de canalización:</b> Tubo	

- Aplicando fórmula para  $I_n$ , tenemos;

$$I_n = \frac{1000 \times kW}{3 \times V \times FP} = \frac{1000 \times 16}{3 \times 220 \times 0.9} = 46.65 \text{ amp}$$

- Aplicando el factor de sobrecorriente permisible de 125% de la  $I_n$ , tenemos;

$$I_s = I_n \times 1.25 = 58.32 \text{ amp}$$

- Ahora con este dato de 58.32 amp, nos metemos a la tabla C3-14, y buscamos el calibre que permita esta capacidad. Observamos que el cable tipo THWN a 75°C (que es el que se ocupará para la distribución en baja tensión), calibre 6 AWG permite hasta 65 amp en tubería conduit.
- La temperatura ambiente de trabajo será máxima 40°C, con temperatura máxima permisible en el aislamiento de 75°C, por lo que habrá de aplicar el factor de corrección por temperatura (*FCT*) de acuerdo a la tabla C3-3. Observamos que habrá que considerar un *FCT* = 0.88.
- Como tendremos 3 conductores por tubería, aplicamos un factor de corrección por agrupamiento (*FCA*) en base a la tabla C3-4 (en el Anexo A). Encontramos que *FCA* = 1.0 para tres conductores.
- Ahora podemos obtener la corriente corregida por medio de la siguiente expresión;

$$I_c = \frac{I_n}{FCA \times FCT} = \frac{46.65}{0.88 \times 1.0} = 53.02 \text{ amp}$$

- Con este nuevo valor de corriente volvemos a la tabla C3-14, y observamos que estamos dentro del rango permitido para el calibre seleccionado (65 amperes para calibre 6 AWG).
- Ahora podemos verificar el calibre por caída de tensión mediante la siguiente expresión;

$$\%e = \frac{2 \times 3 \times L \times I_n}{s \times V} = \frac{2 \times 3 \times 16 \times 46.65}{13.3 \times 220} = 0.88\%$$

- Con lo cual vemos que se cumple la condición de tener una caída de tensión menor al 3%. Por lo tanto el calibre seleccionado es el adecuado.
- Ahora multiplicamos el porcentaje de caída de tensión por el voltaje aplicado para conocer el valor de dicha caída en volts, tenemos que;

$$e \text{ (volts)} = \%e \times V = 0.88 \times 220 = 1.944 \text{ volts}$$

- Para seleccionar el diámetro de la tubería que llevará estos conductores, consultamos la tabla C3-16 y observamos que, 3 conductores tipo THWN del número 6 AWG pueden alojarse en tubería de 19 mm $\phi$ , pero para la Industria Petrolera el diámetro mínimo permitido para tubería enterrada es de 25 mm $\phi$ , que permite hasta 6 conductores de este calibre.
- Se utilizará Interruptor Termomagnético en Caja Moldeada para la protección de este circuito, por lo que para seleccionar los amperes de marco y los amperes de disparo, consultaremos la tabla C3-25. Observamos que el valor mínimo para amperes de marco son 100. Tomamos este valor. Se toma la corriente nominal y se ajusta con un 50% más, este nuevo valor nos permitirá seleccionar los amperes de disparo;

$$I_n = 46.65 \times 1.5 = 69.98 \text{ amp}$$

Resumiendo: Amperes de Marco (AM) = 100; Amperes de Disparo (AD) = 70.

- En la siguiente figura tenemos un formato donde se concentran todos los valores calculados.

	<b>INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO</b> <b>INGENIERIA DE PROYECTOS</b> <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA</b> MEMORIA DE CALCULO
1. Calculó: OJGS	Fecha:
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>	
2. Nombre del Proyecto : <i>Diseño de Instalaciones Eléctricas para la Estación "LOS RAMONES"</i>	
3. Número del Proyecto: <i>Tesis de Licenciatura</i>	
4. Localización : <i>Municipio Los Ramones, Nuevo León.</i>	
<b>DATOS DEL CIRCUITO</b>	
5. Identificación del equipo : Tablero de alumbrado "A1"	
6. No. de circuito: F-66	Clave: TAB "A1"
7. Sistema/Frecuencia: Trifásico/60 HZ.	8. Cond. por fase: 1
9. Voltaje : 220 Volts	10. Potencia : 16 kW
11. Eficiencia:	12. Factor de Pot. : 0,9
<b>SELECCION DEL CONDUCTOR ELECTRICO POR CORRIENTE</b>	
(Seleccionar y rellenar datos en base a la potencia que se conozca)	
$I_n = \frac{746 \cdot HP}{3 \cdot I \cdot PF \cdot \eta}$ HP =	
$I_n = \frac{1000 \cdot kW}{3 \cdot I \cdot PF}$ kW = 16	
$I_n = \frac{1000 \cdot kVA}{3 \cdot I}$ kVA =	
Corriente nominal:	<b>In = 46.65 Amps</b>
<b>APLICANDO EL FACTOR DE SOBRECORRIENTE PERMISIBLE DE 125% DE LA "In"</b>	
13. Corriente de sobrecarga (Is)	Is = In x 1.25 = <b>58.32 Amp.</b>
EL CALIBRE DEL CONDUCTOR PARA Is ES:	<b>6 AWG (65 amp)</b>
<b>APLICANDO LOS FACT. DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO (FCA) Y TEMPERATURA (FCT)</b>	
14. Temperatura Ambiente de Trabajo:	40 °C FCT = 0.88
15. Temperatura Máxima en el Aislamiento:	75 °C (THWN) FCA = 1.00
$I_c = \frac{I_n}{FCA \cdot FCT} = 53.02$ Amp/Por Cond. Donde: Ic <-> Corriente Corregida	
EL CALIBRE DEL CONDUCTOR PARA Ic ES:	<b>6 AWG (65 amp)</b>
<b>16. VERIFICACION POR CAIDA DE TENSION (CONSIDERANDO EL 3%)</b>	
$\%e = \frac{2 \cdot 3 \cdot I \cdot L \cdot In}{s \cdot V}$ Calibre = 6 AWG S (mm2) = 13.3 Longitud = 16 M V = voltaje s = seccion transversal del conductor	
<b>% e = 0.88</b>	<b>e (volts) = 1.944</b>
<b>EL CALIBRE SELECCIONADO ES : 6 AWG</b>	
<b>DIAMETRO DE LA TUBERIA</b>	
Considerando el calibre seleccionado, obteniendo de tablas la seccion del conductor	
17. EL DIAMETRO DE LA TUBERIA ES: <b>25 mm</b> CONSIDERANDO 3 CONDUCTORES POR TUBERIA, APLICANDO UN 40% DEL AREA DE LA TUBERIA	
<b>SELECCION DEL INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (150% de la In)</b>	
In = 46.65	Isel = In x 1.5 = <b>69.98</b> amp
AM (amp de marco) = <b>100</b>	AD (amp de disparo) = <b>70</b>
<b>TAMANO NEMA DEL ARRANCADOR MAGNETICO ( en caso de requerirse)</b>	
HP = 0	ARRANCADOR TAMANO NEMA: <b>          </b>

Figura No 10. Hoja de Cálculo para el Circuito F-66 (Baja Tensión, hoja 1 de 1).

Este Tablero de Alumbrado estará conectado (junto con otras cargas) a un CCM-6, llamado de Servicios Generales. El total de la carga conectada a este CCM será de 55.5 kW, alimentado a 220 V. Siguiendo la misma secuencia que con el Tablero de Alumbrado tenemos;

<b>Equipo:</b> Alim. a CCM-6	<b>Clave:</b> CCM-6	<b>No. de Circuito:</b> A-20
<b>Sistema:</b> Trifásico	<b>Frecuencia:</b> 60 Hz.	<b>Conductores por Fase:</b> 1
<b>Voltaje:</b> 220 Volts.	<b>Potencia:</b> 55.5 kW	<b>Longitud:</b> 12 m
<b>FP:</b> 0.9	<b>Tipo de canalización:</b> Tubo	

- Para  $I_n$ , tenemos;

$$I_n = \frac{1000 \times kW}{3 \times V \times FP} = \frac{1000 \times 55.5}{3 \times 220 \times 0.9} = 161.83 \text{ amp}$$

- Factor de Sobrecorriente;

$$I_s = I_n \times 1.25 = 202.29 \text{ amp}$$

- De la tabla C3-14, el calibre 4/0 soporta hasta 230 amp.

- La corriente corregida queda;

$$I_c = \frac{I_n}{FCA \times FCT} = \frac{161.83}{0.88 \times 1.0} = 183.9 \text{ amp}$$

- Vemos que no sobrepasamos la máxima conducción de corriente para un calibre 4/0.

- Caída de tensión;

$$\%e = \frac{2 \times 3 \times L \times I_n}{s \times V} = \frac{2 \times 3 \times 12 \times 161.83}{107.2 \times 220} = 0.29\%$$

- Como es menor al 3%, el calibre seleccionado es el adecuado.

- Caída en volts;

$$e \text{ (volts)} = \%e \times V = 0.29 \times 220 = 0.628 \text{ volts}$$

- La tabla C3-16 nos da el diámetro de tubería a emplear; 76 mm  $\phi$ .

- Para la protección del circuito;

$$I_n = 161.83 \times 1.5 = 242.74 \text{ amp}$$

Amperes de Marco (AM) = 400; Amperes de Disparo (AD) = 250.

Este CCM-6, será alimentado por un transformador TR-5; para determinar la capacidad de este hacemos;

$$KVA_{TR-5} = \frac{KW}{FP} = \frac{55.5}{09} = 61.66 \text{ KVA}$$

Por lo que las características del transformador serán; 75 kVA, 480 V, 220/127 V, 3Ø, AA.

<b>Equipo:</b> Transformador No 5.	<b>Clave:</b> TR-5	<b>No. de Circuito:</b> A-19
<b>Sistema:</b> Trifásico	<b>Frecuencia:</b> 60 Hz.	<b>Conductores por Fase:</b> 1
<b>Voltaje:</b> 480 Volts.	<b>Potencia:</b> 75 kVA	<b>Longitud:</b> 10 m
<b>FP:</b> -	<b>Tipo de canalización:</b> Tubo	

- Para  $I_n$ , tenemos;

$$I_n = \frac{1000 \times kVA}{3 \times V} = \frac{1000 \times 75}{3 \times 480} = 90.21 \text{ amp}$$

- Factor de Sobrecorriente;

$$I_s = I_n \times 1.25 = 112.76 \text{ amp}$$

- De la tabla C3-14, el calibre 2 AWG soporta hasta 115 amp.

- La corriente corregida queda;

$$I_c = \frac{I_n}{FCA \times FCT} = \frac{90.21}{0.88 \times 1.0} = 102.51 \text{ amp}$$

- Vemos que no sobrepasamos la máxima conducción de corriente para un calibre 2 AWG.

- Caída de tensión;

$$\%e = \frac{2 \times 3 \times L \times I_n}{s \times V} = \frac{2 \times 3 \times 10 \times 90.21}{33.62 \times 480} = 0.19\%$$

- Como es menor al 3%, el calibre seleccionado es el adecuado.

- Caída en volts;

$$e (\text{volts}) = \%e \times V = 0.19 \times 480 = 0.93 \text{ volts}$$

- La tabla C3-16 nos da el diámetro de tubería a emplear; 38 mmφ.

- Para la protección del circuito con Interruptor Termomagnético;

$$I_n = 90.21 \times 1.5 = 135.31 \text{ amp}$$

Amperes de Marco (AM) = 250; Amperes de Disparo (AD) = 150.

El TR-5 será alimentado desde un CCM-4, llamado de Servicios Generales. Dicho CCM es ya existente, sin embargo se deberán recalcular los parámetros en base a la nueva carga total (318.86 kW) que debe soportar;

<b>Equipo:</b> Alim. a CCM-4	<b>Clave:</b> CCM-4	<b>No. de Circuito:</b> A-17
<b>Sistema:</b> Trifásico	<b>Frecuencia:</b> 60 Hz.	<b>Conductores por Fase:</b> 1
<b>Voltaje:</b> 480 Volts.	<b>Potencia:</b> 318.86 kW	<b>Longitud:</b> 18 m
<b>FP:</b> 0.9	<b>Canalización:</b> Charola	

- Para  $I_n$ , tenemos;

$$I_n = \frac{1000 \times kW}{3 \times V \times FP} = \frac{1000 \times 318.86}{3 \times 480 \times 0.9} = 426.14 \text{ amp}$$

- Factor de Sobrecorriente;

$$I_s = I_n \times 1.25 = 532.68 \text{ amp}$$

- La corriente corregida queda;

$$I_c = \frac{I_n}{FCA \times FCT} = \frac{426.14}{0.88 \times 1.0} = 484.25 \text{ amp}$$

- De la tabla C3-14, hasta 545 amp son soportados por un calibre 1000 MCM, pero una restricción para los circuitos de fuerza es que, cuando la corriente corregida sea superior a la capacidad permisible de conducción del cable de energía calibre 750 MCM, se deberán utilizar conductores paralelos. Tomamos 2 conductores por fase en vez de uno. De esta manera la corriente que deberán soportar los conductores se dividirá a la mitad, la corriente corregida será entonces;

$$I_c = \frac{\left( \begin{array}{c} I_n \\ FCA \times FCT \end{array} \right)}{\text{No.cond.} \times \text{fase}} = \frac{\left( \begin{array}{c} 15 \\ 0.88 \times 1.0 \end{array} \right)}{2} = 242.13 \text{ amp}$$

- Vemos ahora que el calibre 250 MCM soporta hasta 255 amp.

- Caída de tensión;

$$\%e = \frac{2 \times 3 \times L \times I_n}{s \times V} = \frac{2 \times 3 \times 18 \times 426.14}{127 \times 480} = 0.44\%$$

- Como es menor al 3%, el calibre 250 MCM es el adecuado (2 conductores por fase).

- Caída en volts;  $e \text{ (volts)} = \%e \times V = 0.44 \times 480 = 2.092 \text{ volts}$

- La conexión desde el TD-2 al CCM-4 se hará mediante charolas existentes, por lo que no se necesitará tubería conduit.

- Para la protección del circuito con Interruptor Termomagnético de Caja Moldeada;

$$I_n = 426.14 \times 1.5 = 639.21 \text{ amp}$$

Amperes de Marco (AM) = 1000; Amperes de Disparo (AD) = 700.

El TD-1 (existente) es el encargado de proveer alimentación a los CCM's 1, 2, 3 y 4. Su capacidad es de 450 kW. Del diagrama unifilar observamos que la carga que pretendemos instalar en su total suma 354.3 kW, por lo que vemos que podemos seguir empleando este Tablero de Distribución. Verificando el calibre del conductor y las protecciones;

<b>Equipo:</b> Alimentador a I-1	<b>Clave:</b> TD-1	<b>No. de Circuito:</b> A-6
<b>Sistema:</b> Trifásico	<b>Frecuencia:</b> 60 Hz.	<b>Conductores por Fase:</b> 3
<b>Voltaje:</b> 480 Volts.	<b>Potencia:</b> 450 kW	<b>Longitud:</b> 82 m
<b>FP:</b> 0.9	<b>Tipo de canalización:</b> Tubo	

- Para  $I_n$ , tenemos;

$$I_n = \frac{1000 \times kW}{3 \times V \times FP} = \frac{1000 \times 450}{3 \times 480 \times 0.9} = 601.41 \text{ amp}$$

- Factor de Sobrecorriente;

$$I_s = I_n \times 1.25 = 751.76 \text{ amp}$$

- La corriente corregida queda;

$$I_c = \frac{\left( \begin{matrix} I_n \\ FCA \times FCT \end{matrix} \right)}{\text{No.cond.} \times \text{fase}} = \frac{\left( \begin{matrix} 601.41 \\ 0.88 \times 1.0 \end{matrix} \right)}{3} = 227.81 \text{ amp}$$

- De la tabla C3-14, 255 amp son soportados por un calibre 250 MCM, considerando tres conductores por fase.

- Caída de tensión;

$$\%e = \frac{2 \times 3 \times L \times I_n}{s \times V} = \frac{2 \times 3 \times 82 \times 601.41}{126.7 \times 480} = 2.81\%$$

- Como es menor al 3%, el calibre 250 MCM es el adecuado.

- Caída en volts;

$$e \text{ (volts)} = \%e \times V = 2.81 \times 480 = 13.483 \text{ volts}$$

- Necesitamos 3 tuberías conduit de 76 mm  $\varnothing$  según tabla C3-16.

- Para la protección del circuito con Interruptor Termomagnético de Caja Moldeada;

$$I_n = 601.41 \times 1.5 = 902.115 \text{ amp}$$

Amperes de Marco (AM) = 1000; Amperes de Disparo (AD) = 1000.

La acometida que suministra CFE es a 34.5 kV. Esta acometida es llevada mediante ducto subterráneo hasta la Subestación Compacta (SC-01), la cual a su vez conecta a dos transformadores TR-1 y TR-2 de 500 kVA cada uno.

El TR-2 es el encargado de suministrar la potencia requerida para el TD-1 a 480 V, y de ahí se alimenta a los CCM's 1, 2 y 3 (Módulos de Compresión), y al CCM-4 (Servicios Generales).

El TR-1 se encarga a su vez de suministrar energía necesaria para alimentar el TD-1 y de ahí se alimenta la Bomba Principal de Contra incendio (GA-2000A) a 4160 V.

Todos estos elementos mencionados son ya existentes. Como ejercicio en el cálculo de conductores a Tensión Media se comprobará el calibre para la Bomba de Contra incendio;

<b>Equipo:</b> Bomba Contra incendio	<b>Clave:</b> GA-2000A	<b>No. de Circuito:</b> F-80
<b>Sistema:</b> Trifásico	<b>Frecuencia:</b> 60 Hz.	<b>Conductores por Fase:</b> 1
<b>Voltaje:</b> 4160 Volts.	<b>Potencia:</b> 250 HP	<b>Longitud:</b> 100 m
<b>FP:</b> 0.9	<b>Eficiencia:</b> 0.92	
<b>Tipo de canalización:</b> Ducto Subterráneo con profundidad máxima de 1.5 m.		
<b>Conductor a utilizar:</b> Cable de Energía VULCANEL con aislamiento XLP o EP, Clase 5 kV.		

- Para  $I_n$ , tenemos;

$$I_n = \frac{746 \times HP}{3 \times V \times FP \times \eta} = \frac{746 \times 250}{3 \times 4160 \times 0.9 \times 0.92} = 31.26 \text{ amp}$$

- Factor de Sobrecorriente;

$$I_s = I_n \times 1.25 = 39.08 \text{ amp}$$

- Para determinar la corriente corregida, debemos tomar en cuenta los factores por agrupamiento, temperatura y profundidad de instalación. La temperatura ambiente de trabajo será aproximadamente de 45°C, y la temperatura máxima en el aislamiento del conductor tipo XLP o EP es de 90°C. En base a esto y consultando las tablas C3-3, C3-4 y C3-5, obtenemos los siguientes valores;

$$\begin{aligned} FCT &= 0.87 \\ FCA &= 1.00 \\ FCP &= 0.97 \end{aligned}$$

La corriente corregida queda;

$$I_c = \frac{I_n}{FCA \times FCT \times FCP} = \frac{31.26}{1.0 \times 0.87 \times 0.97} = 37.042 \text{ amp}$$

- Ahora haremos un pequeño cambio a la secuencia normal del procedimiento al realizar ahora el cálculo por corto circuito, pues es este método el que generalmente determina el calibre del conductor a utilizar. De esta manera Ahora necesitamos el valor de corriente de corto circuito total calculada con anterioridad en el punto 3.9.4, siendo este valor de 2994.84 amp. Sin embargo, una recomendación que se nos hace en el punto 3.5.4, es que para 4.16 KV tomemos una capacidad interruptiva de 250 MVA. Ahora pues con este valor obtengamos el nuevo valor de corriente y comparémosla con la que ya tenemos;

$$I_{CC} = \frac{P_{CC} \times 1000}{3 \times V} = \frac{250 \times 1000}{3 \times 4.16} = 34,696.53 \text{ amp}$$

- Como podemos observar este valor es mucho más elevado que el que nosotros tenemos realmente. Así que el cálculo lo realizaremos con el valor más crítico.
- Tomando el valor de corriente ( $I_{CC} = 35,000 \text{ A}$ ) y en base a la gráfica de corrientes de corto circuito de la tabla C3-15, observamos que necesitamos un conductor calibre **4/0 AWG** para soportar esta  $I_{CC}$  en **8 ciclos** (0.13333 seg).
- Para comprobar por Caída de Tensión, debemos involucrar parámetros como; resistencia a  $20^\circ$  y a la temperatura máxima permisible en el aislamiento del conductor en CD; su equivalente en CA y su reactancia Inductiva.
- La Resistencia CD a  $20^\circ$ , podemos calcularla mediante la siguiente expresión;

$$R_{20^\circ CD} = \rho \left[ \frac{l}{A} \right] = 17.24 \left[ \frac{0.1}{107.2} \right] = 0.016403731 \Omega_{Km}$$

Donde;

$\rho$  = Resistividad volumétrica ( $\rho = 17.24 \text{ m}\Omega\text{mm}^2/\text{Km}$  para el cobre suave)

$l$  = Longitud del conductor en kilómetros.

$A$  = área de sección del conductor.

- Considerando el efecto de cableado tenemos;

$$R_1 = R_{20^\circ CD} (1 + K_c) = 0.016403731 (1 + 0.02) = 0.016403731 \Omega_{Km}$$

Donde;

$K_c$  = Factor de cableado ( $K_c = 0.020$  para cableado redondo normal)

- El efecto de la temperatura en la resistencia, lo obtenemos de la siguiente expresión;

$$R_2 = R_1 \left[ \frac{T + T_2}{T + T_1} \right] = 0.016403731 \left[ \frac{234.5 + 90}{234.5 + 20} \right] = 0.020915563 \Omega_{Km}$$

Donde;

$T$  = Temperatura de prueba del conductor,  $T = 234.5^\circ\text{C}$  para el cobre recocido.

$T_1$  = Temperatura de referencia (generalmente  $20^\circ$ ).

$T_2$  = Temperatura a la que se desea referir el valor de resistencia.

- Para obtener la Resistencia a la Corriente Alterna, se debe considerar el efecto piel, el efecto proximidad y la resistencia en CD, de tal manera que es necesario obtener estos parámetros antes de obtener la resistencia a la CA.
- El efecto piel se obtiene mediante la expresión;

$$Y_s = \frac{X_s^4}{192 + 0.8 X_s^4} = \frac{(2.685101912)^4}{192 + 0.8(2.685101912)^4} = 0.0222535238$$

Con;

$$X_s = \frac{8\pi f}{R_2} \times 10^{-4} K_s = \frac{8\pi \times 60}{0.020915563} \times 10^{-4} (1.0) = 2.685101912$$

Donde;

$Y_s$  = Efecto Piel.

$f$  = Frecuencia del sistema.

$K_s$  = Factor de corrección,  $K_s = 1.0$  para conductores redondos compactos.

$R_l$  = Resistencia a la CD en .

- Para el efecto proximidad;

Con;

$$t = \left( \frac{1 - D_c}{2} \right) = \left( \frac{1 - 1.21}{2} \right) = 0.105 \text{ cm}$$

$$\delta = D_c + t = 1.21 + 0.105 = 1.315 \text{ cm}$$

$$X_p = \frac{8\pi f}{R_2} \times 10^{-4} K_p = \frac{8\pi \times 60}{0.020915563} \times 10^{-4} (1.0) = 2.685101912$$

$$Y_p = \frac{X_p^4}{192 + 0.8(X_p^4)} \left( \frac{D_c}{\delta} \right)^2 \left[ 0.312 \left( \frac{D_c}{\delta} \right)^2 + \frac{1.18}{192 + 0.8(X_p^4) + 0.27} \right]$$

$$Y_p = 0.222535238 \left( \frac{1.21}{1.315} \right)^2 \left[ 0.312 \left( \frac{1.21}{1.315} \right)^2 + \frac{1.18}{0.222535238 + 0.27} \right]$$

$$Y_p = 0.188416106 [2.659931791] = 0.501173992$$

Donde;

$Y_p$  = Efecto Proximidad.

$K_p$  = Factor de corrección,  $K_p = 1.0$  para conductores redondos compactos.

$f$  = Frecuencia del sistema.

$D_c$  = Diámetro nominal del conductor.

$t$  = Espesor del aislamiento.

$\delta$  = Distancia entre centros de los conductores.

$R_l$  = Resistencia a la CD en  $\Omega \text{ Km}$ .

Finalmente la Resistencia a la Corriente Alterna queda como;

$$R_{c1} = R_2 (1 + Y_s + Y_p) = 0.020915563 (1 + 0.222535238 + 0.501173992)$$

$$R_{c1} = 0.036052349 \text{ } \Omega \text{ Km}$$

- Ahora para obtener la reactancia inductiva requerimos obtener primero la inductancia en el conductor mediante;

$$S = \frac{1}{3} (D_c + 2t) = \frac{1}{3} [1.21 + (2 \times 0.105)] = 0.819837382 \text{ cm}$$

$$RMG = 0.758r = 0.758 \left( \frac{D_c}{2} \right) = 0.758 \left( \frac{1.21}{2} \right) = 0.45859 \text{ cm}$$

$$L = 2 \times 10^{-4} \ln \left( \frac{S}{RMG} \right) = 2 \times 10^{-4} \ln \left( \frac{0.819837382}{0.45859} \right) = 116.19 \times 10^{-6} \text{ Hy Km}$$

$$X_L = 2\pi(f)(\ell) = 2\pi \times 60 \times 116.19 \times 10^{-6} = 0.043802555 \Omega \text{ Km}$$

Donde;

$RMG$  = Radio Medio Geométrico (ver tabla C3-11).

$S$  = Distancia entre centros de los conductores.

$D_c$  = Diámetro nominal del conductor.

$t$  = Espesor del aislamiento.

$L$  = Inductancia del conductor en  $\mu\text{Hy Km}$  (Ver tabla C3-13).

$X_L$  = Reactancia Inductiva en  $\Omega \text{ Km}$ .

$r$  = radio del conductor en cm;  $r = \left( \frac{D_c}{2} \right)$ .

- La caída de tensión la obtenemos mediante;

$$\Delta V = 3 \times \ell \times I_n \times (R \cos \theta + X_L \text{ sen } \theta)$$

$$\Delta V = 3 \times 0.1 \times 31.26 \times [(0.036052349 \times 0.9) + (0.043802556 \times 0.435889894)]$$

$$\Delta V = 5.414390824 \times 0.051540205 = 0.279058816 \text{ volts}$$

- En porcentaje este voltaje representa;

$$\% \Delta V = \left( \frac{\Delta V}{V} \right) \times 100 = \left( \frac{0.279058816}{4160} \right) \times 100 = 0.0067\%$$

- Por lo que concluimos que el calibre 4/0 AWG seleccionado es adecuado para este circuito.
- De la tabla C-16, se observa que necesitamos 1 tubería conduit de 76 mm  $\varnothing$ .
- Para la protección del circuito con Interruptor Termomagnético de Caja Moldeada;

$$I_n = 601.41 \times 1.5 = 902.115 \text{ amp}$$

Amperes de Marco (AM) = 1000; Amperes de Disparo (AD) = 1000.

- Ahora determinaremos el diámetro de la tubería mediante las siguientes expresiones;

$$A_{(r)} = M \times \left( \frac{\pi \times d^2}{4} \right) = 3 \times \left[ \frac{\pi \times (25.1)^2}{4} \right] = 1484.426 \text{ mm}^2$$

$$A_{(tub)} = \left( \frac{A_{(r)}}{40} \right) \times 100 = \left( \frac{1484.426}{40} \right) \times 100 = 3711.065 \text{ mm}^2$$

$$d_{(tub)} = \frac{4 \times A_{(tub)}}{\pi} = \frac{4 \times 3711.065}{\pi} = 68.73 \text{ mm}$$

Donde:

$A_{(r)}$  = Area total del alimentador en  $\text{mm}^2$ .

$A_{(tub)}$  = Area de la tubería en  $\text{mm}^2$ .

$d_{(tub)}$  = Diámetro de la tubería en  $\text{mm}$ .

$d$  = Diámetro exterior nominal del conductor, incluyendo aislamiento, en  $\text{mm}$ .

$M$  = Número de conductores que forman el alimentador.

- Finalmente observamos que necesitamos una tubería de 76 mm  $\varnothing$ , para alojar los tres conductores.

NOTA:

Estos resultados también podemos obtenerlos mediante el "método corto", que consiste en la consulta de tablas (encontradas en cualquier catálogo de fabricante) para todas las variables que intervienen en el cálculo. Los resultados son muy similares con un error mínimo, en comparación con la simplificación del procedimiento.

Podemos resumir los resultados en la siguiente plantilla para el cálculo de conductor en media tensión;

	<b>INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO</b> <b>INGENIERIA DE PROYECTOS</b> <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA</b> MEMORIA DE CALCULO (Media Tensión)
1. Calculó: <b>OJGS</b>	Fecha:
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>	
2. Nombre del Proyecto :	<i>Diseño de Instalaciones Eléctricas para la Estación "LOS RAMONES".</i>
3. Número del Proyecto:	<i>Tesis de Licenciatura.</i>
4. Localización :	<i>Municipio Los Ramones, Nuevo Leon.</i>
<b>DATOS DEL CIRCUITO</b>	
5. Identificación del equipo :	<b>Bomba Principal Contra incendio.</b>
6. No. de circuito:	<b>F-80</b> <span style="float: right;">Clave: <b>GA-2000A</b></span>
7. Sistema/Frecuencia:	Trifásico/60 Hz. <span style="float: right;">8. Cond. por fase: <b>1</b></span>
9. Voltaje :	4160 Volts <span style="float: right;">10. Potencia : <b>250</b> HP</span>
11. Eficiencia:	0.92 <span style="float: right;">12. Factor de Pot. : <b>0.9</b></span>
<b>SELECCION DEL CONDUCTOR ELECTRICO POR CORRIENTE</b> (Seleccionar y rellenar datos en base a la potencia que se conozca)	
$I_n = \frac{746 \times \text{HP}}{3 \sqrt{3} \times V \times \eta}$	HP = 250
$I_n = \frac{1000 \times \text{KW}}{3 \sqrt{3} \times V}$	KW =
$I_n = \frac{1000 \times \text{KVA}}{3 \times V}$	KVA =
Corriente nominal:	<b>In = 31.26 Amps</b>
<b>APLICANDO EL FACTOR DE SOBRECORRIENTE PERMISIBLE DE 125% DE LA "In"</b>	
13. Corriente de sobrecarga (Is)	<b>Is = In x 1.25 = 39.08 Amp.</b>
<b>APLICANDO LOS FACT. DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO (FCA), PROFUNDIDAD (FCP) Y TEMPERATURA (FCT)</b>	
14. Temperatura Ambiente de Trabajo:	45 °C <span style="float: right;">FCT = 0.87</span>
15. Temperatura Máxima en el Aislamiento	90 °C (XLP ó EP) <span style="float: right;">FCA = 1.00</span>
	<span style="float: right;">FCP = 0.97</span>
$I_c = \frac{I_n}{FCA \times FCT \times FCP} = 37.04$	Amp/por Cond. <span style="float: right;">Donde: I<sub>c</sub> &lt;-&gt; Corriente Corregida</span>
<b>CALCULO POR CORTO CIRCUITO:</b>	
$I_{cc} = \frac{P_{cc} \times 1000}{3 \times V} = 34696.5306 \text{ amp.}$	$P_{cc} = 250 \text{ MVA}$
Con este valor de I <sub>cc</sub> , y en base a la gráfica de corrientes de corto circuito correspondiente al conductor seleccionado vemos que a este valor de corriente necesitamos un conductor calibre: <b>4/0 AWG.</b> que soporta esta corriente en, <b>8</b> ciclos.	
<b>SELECCION DEL CONDUCTOR:</b>	
El conductor que cubre la corriente Is = <b>39.08</b> según norma NOM-001-SEDE-1999, para cables de energía VULCANEL con aislamiento XLP, o EP, Clase 5 kV, es el conductor de calibre <b>4/0</b> AWG con capacidad de corriente de: <b>250</b> amp considerando un circuito en <b>Ducto Subterráneo.</b>	
<b>COMPROBACION POR CAIDA DE TENSION</b>	
Resistencia a 20° en CD:	
$R_{20°C(D)} = \rho \left[ \frac{l}{A} \right] = 0.01608209 \text{ } \Omega / Km$	$\rho = 17.24 \text{ } \frac{\text{ohm} \cdot \text{mm}^2}{\text{km}}$ $l = 0.1 \text{ km}$ $A = 107.2 \text{ mm}^2$
ρ = Resistividad volumétrica. l = Longitud del conductor. A = Área seccional del conductor.	
Efecto del Cableado:	
$R_t = R_{20°C(D)} (1 + K_t) = 0.016403731 \text{ } \Omega / Km$	$K_t = 0.02$

Figura No 11. Hoja de Cálculo para el Circuito F-80 (Media Tensión, hoja 1 de 2).



**INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO**  
**INGENIERIA DE PROYECTOS**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA**

MEMORIA DE CALCULO (Media Tensión)

---

**Resistencia CD a otra temperatura:**

$$R_2 = R_1 \left[ \frac{T + T_2}{T + T_1} \right] = 0.020915563 \quad \Omega / Km$$

$f = 234.5 \quad ^\circ C$   
 $T_1 = 20 \quad ^\circ C$   
 $T_2 = 90 \quad ^\circ C$

**Resistencia a la CA:**

$$R_{c1} = R_2(1 + Y_v + Y_p)$$

$$Y_v = \frac{V_s^4}{192 + 0.8 X_v^4} = 0.222535238$$

$$X_v = \frac{8\pi f}{R_2} \times 10^{-4} K_v = 2.685101912$$

$$Y_p = \frac{8\pi f}{R_2} \times 10^{-4} K_p = 2.685101912$$

$f = 60 \quad Hz$   
 $K_v = 1$   
 $Y_v$  : Efecto Piel.  
 $K_p = 1$   
 $D_c = 1.21 \quad cm$

$t = \frac{D_c}{2} = 0.105 \quad cm$   
 $\delta = D_c + t = 1.315 \quad cm$   
 $X_p = \frac{V_p^4}{192 + 0.8 X_p^4} = 0.222535238$

$t$  : Espesor del aislamiento  
 $\delta$  : Distancia % centros de los cond  
 $Y_p$  : Efecto Proximidad.

$$Y_p = \frac{X_p^4}{192 + 0.8(X_p^4)} \left[ \frac{D_c}{\delta} \right]^2 \left[ 0.312 \left( \frac{D_c}{\delta} \right)^2 + \frac{118}{192 + 0.8(X_p^4)^{0.27}} \right] = 0.501173992$$

$$R_{c1} = R_2(1 + Y_v + Y_p) = 0.036052349 \quad \Omega / Km$$

**Reactancia Inductiva:**

$$r = \left\{ \frac{D_c}{2} \right\}$$

$$RMG = 0.758 \quad r$$

$$S = \frac{1}{3} (D_c + 2t)$$

$$L = 2 \times 10^{-4} \ln \left( \frac{S}{RMG} \right) = 0.00011619 \quad mH / Km$$

$r = 0.605 \quad cm$   
 $RMG = 0.45859 \quad cm$   
 $S = 0.819837382 \quad cm$   
 $S$  : distancia del centro de los conductores, al centro geométrico del cable en cm

$$\Delta = 2\pi(f)(L) = 0.043802556 \quad \Omega / Km$$

$$e = 3 \times I_n \times r (R \cos \theta + X_L \sin \theta) = 0.279062395 \quad volts$$

$$\% e = \left( \frac{e}{V_r} \right) \times 100 = 0.006708231 \quad \%$$


---

Por lo que vemos que el calibre: **4/0** AWG si cumple.  
 Por lo tanto éste será el calibre seleccionado.

Figura No 11. Hoja de Cálculo para el Circuito F-80 (Media Tensión, hoja 2 de 2).

**3.11.- PLANOS GENERADOS.**

Se generan los planos siguientes:

- No. 1051 Diagrama Unifilar.
- No. 1051A Diagrama Unifilar 480 V.
- No. 1051B Diagrama Unifilar 220-127 V.
- No. 1052 Arreglo de Equipo Eléctrico en Cuarto de Control.
- No. 1052A Arreglo de Equipo Eléctrico en Cobertizo, Subestación Eléctrica y Fuerza.
- No. 1053 Sistema General de Fuerza.
- No. 1053A Detalles del Sistema de Fuerza.
- No. 1053B Cortes de Ductos Subterráneos (1 de 3)
- No. 1053C Cortes de Ductos Subterráneos (2 de 3)
- No. 1053D Cortes de Ductos Subterráneos (3 de 3)
- No. 1054 Sistema General de Fuerza en Cuarto de Control.
- No. 1054A Arreglo de Frente de Tableros y CCM's.
- No. 1054C Sistema de Fuerza en Cobertizo Contra incendio.
- No. 1055 Cédula de Conductores y Tuberías (1 de 2).
- No. 1055A Cédula de Conductores y Tuberías (2 de 2).
- No. 1062A Fuerza y Alumbrado en Caseta de Tratamiento y Caseta Detectores de Humedad.

**BIBLIOGRAFIA**

- ❑ **Electrical Transmission and Distribution Reference Book.** Westinghouse Electric Corporation. Fourth Edition, USA.
- ❑ **El ABC de las Instalaciones Eléctricas Industriales.** Enriquez Harper Gilberto. Editorial LIMUSA, Noriega Editores. 579 pp. México 2000.
- ❑ **Manual Eléctrico CONELEC.**
- ❑ **Catálogo de Conductores CONDUMEX.**
- ❑ **Catálogos de Productos SQUARE D COMPANY.**
- ❑ **Catálogo General SIEMENS.**
- ❑ **NOM-001-SEDE-1999.** "Instalaciones Eléctricas (Utilización)".
- ❑ **Recomendación PEMEX 2.221.01,** Sistemas Eléctricos de Emergencia.. Segunda Edición 1986.
- ❑ **Recomendación PEMEX 2.225.01,** Canalizaciones Eléctricas y Telefónicas Subterráneas. Segunda Edición 1986.
- ❑ **Recomendación PEMEX 2.227.01,** Proyecto y Diseño de Instalaciones Eléctricas en Plantas Industriales. Segunda Edición 1970.
- ❑ **Recomendación PEMEX 2.241.01,** Motores Eléctricos Hasta 200 HP y Adicionales. Segunda Edición 1985.
- ❑ **Recomendación PEMEX 2.245.01,** Control y Protección de Motores de Inducción Hasta 600 volts. Tercera Edición 1990.
- ❑ **Recomendación PEMEX 2.253.01,** Requisitos Generales Para Tableros de Cuarto de Control. Tercera Edición 1990.
- ❑ **Recomendación PEMEX 2.253.03,** Centro de Control de Motores en Baja Tensión. Segunda Edición 1990.

---

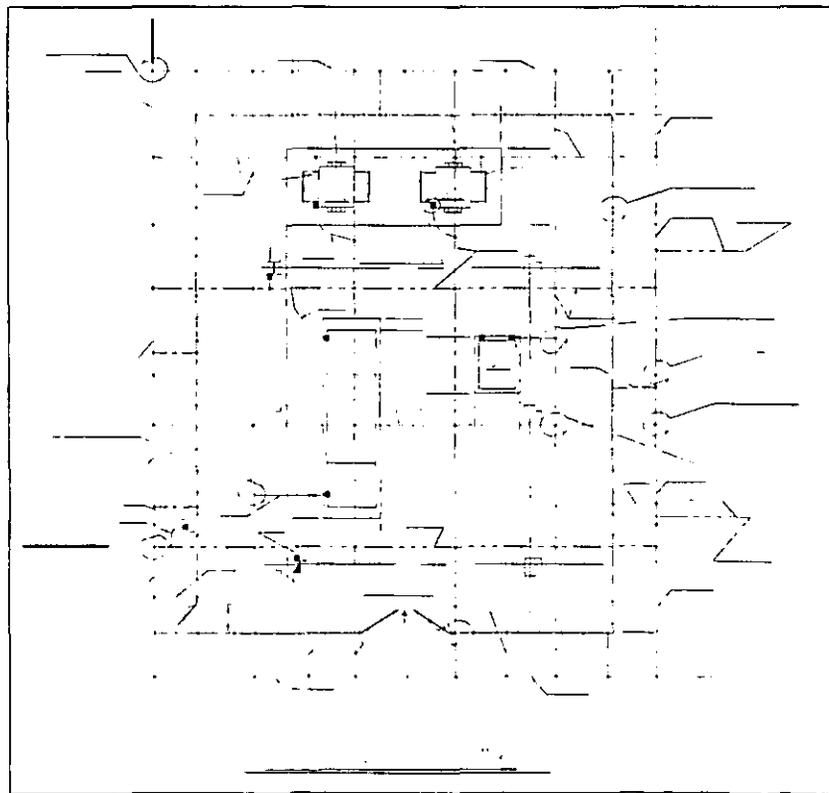
*"Diseño de Instalaciones Eléctricas para la Rehabilitación y Modernización de la Estación de Compresión y Almacenamiento de Gas Natural, Los Ramones, Nuevo León".*

- **IMP A0.500**, Canalizaciones Subterráneas y Aéreas hasta 600 V. Estándares de Ingeniería. 1981.
- **IMP A0.510**, Procedimiento para el Cálculo de Alimentadores. Estándares de Ingeniería, 1981.
- **IMP A0.592**, Sistema General de Fuerza. Estándares de Ingeniería, 1981.
- <http://www.condumex.com.mx> , página en Internet de CONDUCTORES CONDUMEX.
- <http://www.schneider-electric.com.mx> , página en Internet de SCHNEIDER ELECTRIC & SQUARE D MEXICO.
- <http://www.siemens.com.mx> , página en Internet de SIEMENS MEXICO.
- <http://www.abb.com.mx> , página en Internet de ABB MEXICO.
- <http://www.rockwellautomation.com.mx> , página en Internet de ROCKWELL AUTOMATION & ALLEN-BRADLEY.

# CAPITULO 4

---

## SISTEMA DE TIERRAS



#### 4.1.- INTRODUCCIÓN.

Comúnmente puede pensarse que un "shock eléctrico" de 10,000 volts puede ser mortal en mayor grado que un shock de 100 volts. Esto es erróneo. La medida real de la intensidad de un shock depende de la corriente que es forzada a circular por el cuerpo, y no tanto del voltaje aplicado. Cualquier dispositivo eléctrico utilizado en un circuito doméstico puede, bajo ciertas condiciones, transmitir una corriente mortal. Mientras que cualquier corriente superior a 10 miliamperes (0.01 amp) puede producir desde contracciones musculares dolorosas hasta un shock severo, las corrientes entre 0.1 a 0.2 amp son mortales.

El sistema de tierras es uno de los puntos importantes a considerar en la planeación de la seguridad de toda planta, pues de esta depende la protección a los equipos y sobre todo al personal conectando a tierra los equipos eléctricos de una manera segura y apropiada.

En las subestaciones eléctricas, uno de los aspectos principales para la protección contra las sobretensiones, ya sean de origen interno o externo, es el disponer de un adecuado sistema de tierras al cual se conecten los neutros de los equipos eléctricos y todas aquellas partes metálicas que deben estar a potencial de tierra.

#### 4.2.- ALCANCES.

- Mediante el presente capítulo se pretende plantear de manera general, el procedimiento a seguir para el diseño de tierras, tomando en cuenta las consideraciones principales mínimas requeridas para asegurar una adecuada protección al equipo y personal humano encontrados en la estación.

#### 4.3.- DEFINICIÓN DE CONCEPTOS.

##### **Conductor Desnudo.**

Conductor que no tiene ningún tipo de cubierta o aislamiento eléctrico.

##### **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.

##### **Electrodo de Tierra.**

Una o más partes conductoras (generalmente varillas, tubos o placas), enterradas en el suelo, con el propósito de hacer contacto eléctrico firme con la más general de la tierra en el lugar.

##### **Resistividad.**

Es la resistencia eléctrica específica de un material.

##### **Sistema de Tierras.**

Conjunto de conductores, electrodos, accesorios, etc., que interconectados eficazmente entre si, tienen por objeto conectar a tierra las cubiertas y otras partes metálicas de los equipos eléctricos, así como aquellos elementos de los circuitos que lo requieran.

#### **4.4.- LINEAMIENTOS DE DISEÑO.**

##### **4.4.1.- CARACTERISTICAS DEL TERRENO.**

Para iniciar el diseño del sistema de tierras, primeramente se debe solicitar a la especialidad correspondiente las características físicas y químicas del terreno; composición química, humedad, temperatura ambiente, resistividad óhmica superficial; para diferentes épocas del año.

La resistividad del suelo varía dentro de límites muy amplios, entre 1 y 10 000 ohm-metro; en el caso de las subestaciones eléctricas, es necesario obtener datos bastante aproximados de la resistividad del terreno, y sus variaciones en el sitio de la instalación de la subestación; también la resistividad del terreno puede variar considerablemente dependiendo de la época del año en que se hagan las mediciones. Por ejemplo si se efectúan mediciones con terreno seco (por lo general en invierno), se obtienen valores altos de resistividad; y si en cambio se efectúan en verano con terreno húmedo, los valores resultan bajos. Entonces se cuidará siempre que sea posible, los valores de resistividad se deben obtener en épocas de secas, para obtener el máximo valor de resistividad del suelo.

Cuando no sea posible realizar la medición de la resistividad del suelo, se puede tomar como alternativa los valores estandarizados de la tabla C4-2 en el Anexo A.

##### **4.4.2.- CONSIDERACIONES PRINCIPALES.**

Las características que deberá cumplir un sistema de tierras serán:

- a) El Cable que forme el perímetro de la malla, deberá ser continuo de manera que encierre toda área en que se encuentre el equipo de la subestación, con ello se evitan altas concentraciones de corrientes y gradientes de potencial en el área y terminales cercanas.
- b) La malla deberá estar constituida por cables colocados en forma paralela y perpendicular, con un espaciamiento adecuado a la resistividad del terreno y preferentemente formando retículas cuadradas.
- c) Los cables que forman la malla deberán colocarse preferentemente a lo largo de las hileras de estructura y equipo, para facilitar la conexión de los mismos.
- d) En cada cruce de los conductores de la malla, estos deberán conectarse rigidamente entre sí, y en los puntos adecuados conectarse a electrodos de tierra de 2.40 m de longitud mínima, clavados verticalmente. Donde sea posible, construir registros en los mismos puntos y como mínimo en los vértices de la malla.
- e) En subestaciones tipo pedestal, el sistema de tierras debe quedar confinado dentro del área que proyecta el equipo sobre el suelo. Se acepta como sistema de tierras la conexión del equipo a uno o mas electrodos.
- f) La red o malla de tierras debe estar enterrada, a una profundidad comprendida entre 0.3 a 1.0 m.
- g) La resistencia total de la malla con respecto a tierra debe determinarse tomando en cuenta los siguientes parámetros; longitud total de los elementos enterrados, resistividad eléctrica del terreno y el área de la sección transversal de los conductores, la mínima aceptable para la malla perimetral es de  $107.2 \text{ mm}^2$  (4/0 AWG) de cobre.

- h) La resistencia eléctrica total del sistema de tierras debe conservarse en un valor (incluyendo todos los elementos que forman el sistema) menor a;
- 25  $\Omega$  para subestaciones hasta 250 kVA y 34.5 kV.
  - 10  $\Omega$  en subestaciones mayores de 250 kVA y hasta 34.5 kV.
  - 5  $\Omega$  en subestaciones que operen con tensiones mayores a 34.5 kV.

#### 4.5.- PROCEDIMIENTO DE DISEÑO.

##### 4.5.1.- CÁLCULO DEL CALIBRE DEL CONDUCTOR DE LA RED DE TIERRAS.

Los Conductores empleados en el sistema e tierras deberán ser capaces de soportar la máxima corriente de falla de línea a tierra durante un tiempo determinado sin llegar a la fusión.

El valor de la corriente de corto circuito ( $I_{CC}$ ) se ve afectado por el factor de seguridad ( $F.S.$ ) y el factor de decremento ( $F.D.$ ) como se puede observar en la siguiente expresión;

$$I_n = I_{CC} \times F.D. \times F.S.$$

La ecuación tomada de IEEE std. 80-2000, que determina el calibre de cualquier conductor del cual se conocen las constantes de su material es la siguiente:

$$A = I_n \left[ \frac{1}{\left( \frac{TCAP \times 10^{-4}}{t_c \times \alpha_r \times \rho_r} \right) \ln \left( \frac{K_0 + T_m}{K_0 + T_a} \right)} \right]$$

Donde:

- $I_n$  = Corriente de corto circuito corregida, falla línea a tierra en kA.
- $A$  = Sección transversal del conductor en  $\text{mm}^2$ .
- $T_m$  = Temperatura de fusión del conductor en grados centígrados.
- $T_a$  = Temperatura ambiente en grados centígrados.
- $\alpha_r$  = Coeficiente térmico de resistividad en referencia a la temperatura  $T_r$ .
- $T_r$  = Temperatura de referencia para las constantes del material en ( $^{\circ}\text{C}$ ).
- $\rho_r$  = Resistividad del conductor a tierra en referencia a la temperatura, en  $\mu\Omega - \text{cm}$
- $t_c$  = Duración de la corriente de falla en segundos.
- $TCAP$  = Factor de capacidad térmica en  $J \left( \text{cm}^3 \cdot ^{\circ}\text{C} \right)$ .
- $K_0 = \left( \frac{1}{\alpha_n} \right) \text{ ó } \left( \frac{1}{\alpha_r} \right) - T_r$

Los valores de las constantes marcadas con asterisco (\*), pueden ser consultados en la tabla C4-1, del Anexo A.

Para el factor de seguridad podemos utilizar un valor entre 1.0 y 1.5, dependiendo de un futuro aumento de la corriente de falla. El factor de decremento se puede obtener de la tabla C4-3, para ciertos valores de duración de falla.

#### 4.5.2.- NÚMERO DE ELECTRODOS REQUERIDOS.

Las varillas o electrodos se consideran como un complemento de la malla de tierras; y se deben distribuir de manera uniforme, y cercanos a puntos donde se encuentra el equipo instalado.

La unión del conductor de la red de tierras al electrodo se deberá hacer con conectores del tipo mecánico o proceso de soldadura.

El número de electrodos de la red de tierras se determina por la expresión siguiente:

$$N_r = 0.6 \cdot A$$

Donde:

$N_r$  = Número de varillas.

$A$  = Area total de la malla propuesta en  $m^2$ .

#### TIPOS DE ELECTRODOS.

Los siguientes, son tipos de electrodos comúnmente usados en el diseño del sistema de tierras;

- a) Electrodos de acero con cubierta de cobre.
- b) Tubería metálica enterrada del sistema de agua potable. Tubería metálica enterrada, con 3 m o más en contacto directo con la tierra.
- c) Estructura metálica del inmueble, cuando esté en contacto directo con la tierra.
- d) Electrodo empotrado en concreto, es aceptable si está formado por lo menos de 6 m de una o más varillas de acero reforzado de no menos de 1.25 cm de diámetro; o consistente en una barra desnuda de cobre de al menos 6 m de longitud y de sección transversal de  $21.15 \text{ mm}^2$  (4 AWG), embutido al menos 5 cm dentro de una plancha o base de concreto directo con la tierra.
- e) Anillo de tierra, que consiste en un conductor de cobre desnudo, de sección transversal no menos de  $33.6 \text{ mm}^2$  (2 AWG) de longitud no menos de 6 m, enterrado en contacto directo con la tierra a una profundidad de 80 cm del nivel del terreno y que rodee al inmueble o estructura.
- f) Electrodos horizontales, consiste en instalar un conductor de cobre desnudo enterrado en forma horizontal a una profundidad que va de 50 cm a 100 cm, de diferentes configuraciones, las más usuales son; ángulo recto, estrella, en cruz, en cuadro, etc.
- g) Electrodos químicos, en este tipo se modifica el medio que rodea al electrodo, bajando la resistividad del suelo por medio de un agente químico, siendo los más comunes; bentonita y carbón mineral (coque).

Se recomienda el uso de electrodos especialmente fabricados para la puesta a tierra como el mencionado en el punto a). Sin embargo si no se dispone de alguno de ellos se puede recurrir a otros medios de puesta a tierra, como los mencionados en los puntos b) a e). Cuando no se disponga de

alguno de los electrodos indicados o que no cumplan con el valor de resistencia de tierra, sobre todo en lugares donde el terreno es muy seco, arenoso o rocoso, se puede recurrir a los electrodos artificiales mencionados en los incisos f) y g).

#### 4.5.3.- LONGITUD MÍNIMA DEL CONDUCTOR REQUERIDO EN LA RED DE TIERRAS.

Para determinar la longitud mínima del conductor requerido en la red de tierras, aplicar la siguiente expresión;

$$L = \frac{K_m \times K_i \times \rho \times I_0 \times t}{116 + 0.17\rho_s}$$

Donde:

$L$  = Longitud mínima requerida en la red de tierras, en metros.

$K_m$  = Coeficiente que toma en cuenta la geometría de la red.

$K_i$  = Factor de corrección por irregularidad.

$\rho$  = Resistividad promedio del terreno en  $\Omega - m$ .

$t$  = Máxima duración del choque en segundos. Para efectos de cálculo en este procedimiento considerar  $t = t_c$ .

$\rho_s$  = Resistividad superficial del terreno en  $\Omega - m$ .

Algunos valores promedios de resistividad los encontramos en la tabla C4-2, en el Anexo A.

El coeficiente  $K_m$  se calcula de la manera siguiente:

$$K_m = \left( \frac{1}{2\pi} \right) \left[ \ln \left( \frac{D^2}{16h \times d} \right) \right] + \frac{1}{\pi} \ln \left[ \frac{3}{4} \times \frac{5}{6} \times \frac{7}{8} \times \frac{9}{10} \dots \right]$$

Donde:

$d$  = Diámetro de los conductores (en metros).

$h$  = Profundidad de instalación (en metros).

$D$  = Espaciamiento entre conductores (en metros).

La cantidad de factores entre paréntesis en el segundo término es el número de conductores en paralelo "n" menos dos.

El coeficiente  $K_i$  se calcula de la manera siguiente;

$$K_i = 0.65 + 0.172n$$

Donde:

$n$  = Número de conductores paralelos en una dirección.

Para poder continuar con el cálculo de la red, es necesario que se cumpla la siguiente comparación:

$$L < L_{PROP}$$

Donde:

$L$  = Longitud mínima requerida en la red de tierras.

$L_{PROP}$  = Longitud del conductor de la malla propuesta.

**4.5.4.- RESISTENCIA DE LA RED DE TIERRAS.**

La resistencia de la red de tierras se determina por la fórmula siguiente;

$$R = \left( \frac{\rho}{4r} \right) + \left( \frac{\rho}{L} \right)$$

Donde:

$R$  = Resistencia de la red de tierras en  $\Omega$ .

$\rho$  = Resistencia ohmica del terreno, en  $\Omega - m$ .

$L$  = Longitud total de los conductores del sistema de tierras en  $m$ .

$r$  = Radio de una placa circular equivalente, cuya área es la misma que la ocupada por la malla real de tierras, en  $m$ .

**4.5.5.- CÁLCULO DEL MÁXIMO AUMENTO DE POTENCIAL EN LA RED DE TIERRAS.**

Se determina por la fórmula siguiente;

$$\xi = I_0 \times R$$

Donde:

$\xi$  = Máximo aumento de potencial en la red, en volts.

$I_0$  = Corriente de corto circuito corregida en amperes.

$R$  = Resistencia de la red de tierras en  $\Omega$ .

**4.5.6.- CÁLCULO DE POTENCIALES TOLERABLES.**

Se determinan por las fórmulas;

$$E_p = \frac{116 + 0.7 \rho_s}{t}$$

$$E_c = \frac{116 + 0.17 \rho_s}{t}$$

Donde:

$E_p$  = Potencial de paso tolerable en volts.

$E_c$  = Potencial de contacto tolerable en volts.

**4.5.7.- CÁLCULO DE POTENCIALES PROBABLES.**

Desarrollar las siguientes fórmulas;

$$E_{PR} = K_s \times K_i \times \rho \times \left( \frac{I_0}{L_{PROP}} \right)$$

$$E_m = K_m \times K_i \times \rho \times \left( \frac{I_0}{L_{PROP}} \right)$$

Donde:

$E_{PR}$  = Potencial de paso en la red en volts.

$E_m$  = Potencial de malla.

Y el factor  $K_S$  se calcula mediante;

$$K_S = \frac{1}{\pi} \left[ \frac{1}{2h} + \frac{1}{(D+h)} + \frac{1}{2D} + \frac{1}{3D} + \frac{1}{4D} + \dots \right]$$

El total de términos dentro del paréntesis es igual al número de conductores en paralelo de la malla.

#### 4.5.8.- CONDICIONES DE SEGURIDAD.

Para que la malla propuesta sea aceptada debe cumplir con las siguientes restricciones;

$$E_{PR} < E_P$$

$$E_m < E_C$$

#### 4.6.- SISTEMA DE PARARRAYOS.

Los edificios a proteger se pueden agrupar en dos categorías principales, las cuales a su vez se subdividen cada una en dos tipos diferentes;

- En base a la altura de los edificios.
  - ✓ Edificios clase 1 (con altura inferior a 23 m).
  - ✓ Edificios clase 2 (con altura superior a 23 m, o cualquier edificio con estructura de acero de cualquier altura cuya estructura puede sustituir los conductores de bajada a tierra).
- En base a la pendiente de los techos.
  - ✓ Techos o azoteas planos o de pendiente ligera (con menos de 12 m de ancho y pendiente menor de 1/8 de inclinación).
  - ✓ Techos inclinados (con inclinación mayor a la descrita anteriormente).

##### **4.6.1.- ESPECIFICACIONES SOBRE MATERIALES.**

Los materiales empleados en los sistemas de protección contra descargas atmosféricas deben ser resistentes a la corrosión y han de estar debidamente protegidos contra ella. No se utilizará combinación alguna de materiales que forman un par eléctrico de tal naturaleza que la corrosión se acelere en presencia de humedad, los conductores deberán ser de cobre o aleación de éste, cuya conductividad deberá tener un valor del 95%.

**Terminales aéreas o puntas:** Deberán ser fabricadas con varillas macizas de cobre electrolítico. Su diámetro será de 13 mm y el largo de las mismas habrá de ser tal que su extremo cónico quede a no menos de 25 cm del objeto que halla de protegerse. Las terminales aéreas estarán soportadas por bases fundidas y sujetas directamente a ellas, mediante una cuerda roscada de no menos 5 hilos. Para su mayor conservación y presentación deberán ser niqueladas o cromadas. Cuando se usen terminales aéreas de más de 0.60 m éstas deberán quedar sustentadas por tripiés unidos en forma rígida y permanente al edificio. El punto de sustentación de estos tripiés con las terminales deberá quedar cuando menos a la mitad de su altura.

**Conductores:** Deberán estar diseñados y fabricados especialmente para pararrayos y estarán trenzados con alambre de cobre. No se aceptarán conductores de cobre duro o semiduro usados para sistemas de tierras u otros usos eléctricos. Los conductores para interconexión de sistemas metálicos, en los cuales pueda ocurrir una descarga eléctrica, como son sistemas de conducción de agua, de calefacción por agua caliente o bien cuerpos metálicos que tengan baja resistencia a tierra, deberán tener la misma medida que el conductor principal.

**Bases, conectores y desconectores:** Todo material empleado en estas instalaciones para cruces, derivaciones y empalmes, así como las bases para terminales aéreas, abrazaderas para tierra y desconectores de tierra, deberán ser fundidos en alguna aleación de cobre con un espesor mínimo de 2.38 mm.

**Terminales a tierra o electrodos:** Deberán ser de acero chapeado con cobre, de cobre macizo o de acero inoxidable de 13 mm de diámetro y 2.44 m de largo como dimensiones mínimas, o bien rehiletos construidos con lámina de cobre calibre del número 20 AWG como mínimo y una superficie de contacto no menor de 0.20 m<sup>2</sup>.

**Abrazaderas para cable:** Las abrazaderas para sujetar los conductores deberán ser resistentes a toda rotura, y deberán ser, junto con los clavos, tornillos o pernos con que se fijen, del mismo material que el conductor.

**Prevención de daños mecánicos:** Cuando cualquier parte de un sistema de protección que esté expuesto a daños mecánicos, deberá protegerse recubriéndola con una cubierta moldeada o tubería. Si en torno del conductor se utilizan tubos o conductos de metal ferroso, el conductor deberá estar eléctricamente conectado por sus dos extremos a la tubería o ducto.

#### 4.6.2.- ESPECIFICACIONES SOBRE INSTALACIONES.

Con el propósito de proteger adecuadamente los edificios contra descargas atmosféricas, es necesario tener en cuenta la separación entre las terminales aéreas, mismas que se indican en seguida.

**Terminales aéreas o puntas en azoteas planas:** deberán ir localizadas en torno al perímetro de las azoteas. Cuando se trate de edificios que excedan 15 m de ancho, deberán además llevar terminales aéreas adicionales a intervalos no mayores de 15 m en las azoteas intermedias. Los intervalos entre terminales no serán mayores de 6 m en los perímetros y 15 m en las zonas intermedias. Cuando se usen terminales aéreas de 0.60 m los intervalos de los perímetros no deberán ser mayores de 7.60 m.

**Protección proporcionada por terminales aéreas instaladas sobre edificios con niveles altos a zonas situadas en niveles más bajos:** Se considera que los edificios que no rebasan 7.5 m sobre el nivel del suelo, protegen las zonas situadas en niveles más bajos formando una zona de protección, según una relación de 2 a 1. Para las construcciones hasta 15 m de altura sobre el nivel del terreno, se considera que éstas ofrecen una zona de protección en una relación de 1 a 1. Se considera también que los edificios que rebasan los 15 m arriba del terreno protegen las partes situadas en niveles más bajos, si éstas se encuentran localizadas dentro del área situada debajo de un arco de 45 m de radio, cuyos extremos queden tangentes al punto más elevado del edificio y el terreno.

**Tendido de conductores en techos y azoteas:** Los conductores ligarán entre si todas las terminales aéreas y deberán formar un sendero de doble dirección horizontal o descendente, desde cada una de las terminales aéreas, hasta las conexiones con las terminales a tierra.

#### 4.6.3.- PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA PARARRAYOS TIPO BAYONETA O PUNTA.

Para el cálculo de pararrayos es necesario considerar lo siguiente;

- Altura del objeto bajo protección contra descargas atmosféricas ( $h_o$ ).
- Altura de la estructura ( $h_c$ ).
- Altura del pararrayos ( $h_p$ ).
- Distancia máxima horizontal al objeto por proteger ( $d_h$ ).

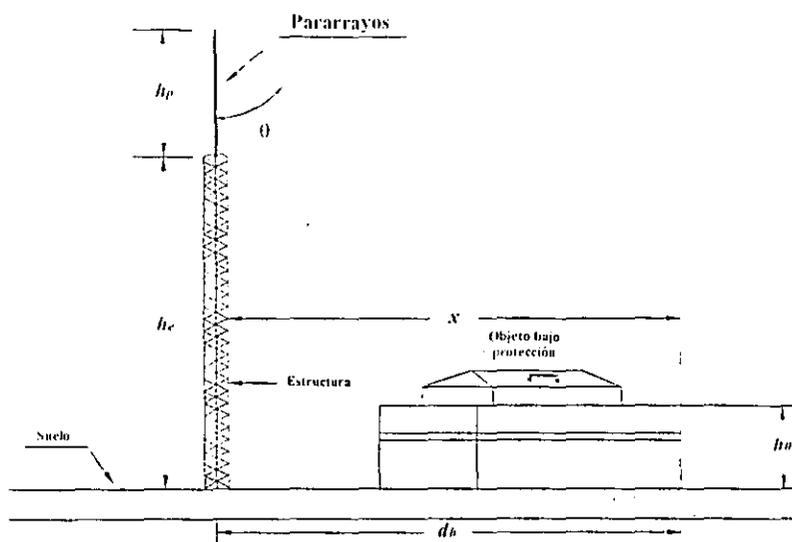


Fig.12. Variables a Considerar en el Cálculo de Pararrayos.

La zona de protección que brinda un pararrayos contra descargas atmosféricas se determina por medio de las siguientes fórmulas;

$$X = y \operatorname{tg} \theta$$

Donde:

- $X$  = Distancia máxima horizontal de protección a la altura del objeto en metros.
- $\theta$  = Angulo de protección medida con relación al eje del pararrayos en grados .
- $y$  = Altura efectiva sobre el plano de protección, en metros.

Además ( $y$ ) se calcula mediante;

$$y = h_c + h_p - h_o$$

Los valores que  $\theta$  toma son:

- $\theta = 30^\circ$  para pararrayos aislados.
- $\theta = 45^\circ$  cuando la distancia entre estructuras y la altura de las mismas es tal que las zonas para protección obtenidas por los pararrayos se cortan sobre el plano de los objetos por proteger.

La condición de seguridad que debe cumplir es la siguiente;

$$d_b < X$$

**4.7.- EJEMPLO REPRESENTATIVO.**

Para ejemplificar la manera en que se procede para el cálculo de la red de tierras, se tomará el área de la Subestación Eléctrica para desarrollar las fórmulas.

DATOS:

$$I_{cc} = 2994.3 \text{ amp.} \quad (\text{Corriente de corto circuito, tomada del punto 3.9.4}).$$

$$F.D. = 1.4 \quad (\text{Tomado de la tabla C4-3, Anexo A}).$$

$$F.S. = 1.25 \quad (\text{Considerando un posible aumento a futuro del 25\%}).$$

$$t_c = 0.066 \text{ seg.}$$

$$\alpha_r = 0.00381 \quad (\text{Valor correspondiente para el cable de cobre desnudo semiduro}).$$

$$\rho_r = 1.7774 \quad (\text{Valor correspondiente para el cable de cobre desnudo semiduro}).$$

$$TCAP = 3.422 \quad (\text{Constante para el cable de cobre desnudo semiduro}).$$

$$T_m = 1084 \text{ °C} \quad (\text{Para el cable de cobre desnudo semiduro}).$$

$$T_u = 40 \text{ °C} \quad (\text{Para el cable de cobre desnudo semiduro}).$$

$$K_0 = 242 \quad (\text{Valor correspondiente para el cable de cobre desnudo semiduro})$$

- CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO CORREGIDA, se obtiene con;

$$I_o = I_{cc} (F.D.) (F.S.) = 2994.84 \times 1.4 \times 1.25 = 5240.97 \text{ amp}$$

- CALIBRE MÍNIMO DEL CONDUCTOR DE LA RED DE TIERRAS;

$$A = I_o \left[ \frac{1}{\left( \frac{TCAP \times 10^{-4}}{t_c \times \alpha_r \times \rho_r} \right) \ln \left( \frac{K_0 + T_m}{K_0 + T_u} \right)} \right]$$

$$A = 5.24097 \left[ \frac{1}{\left( \frac{3.422 \times 10^{-4}}{0.066 \times 0.00381 \times 1.7774} \right) \ln \left( \frac{242 + 1084}{242 + 40} \right)} \right] = 4.814 \text{ mm}^2$$

Por lo que vemos que el calibre comercial correspondiente es de 10 AWG, cuya área de sección transversal es de 5.26 mm<sup>2</sup>. Sin embargo el calibre mínimo permitido para la malla perimetral para la red de tierras es de 4/0 AWG con área de sección transversal de 107.2 mm<sup>2</sup>. Así que tomaremos este último, para proseguir con el cálculo.

- MALLA PROPUESTA;

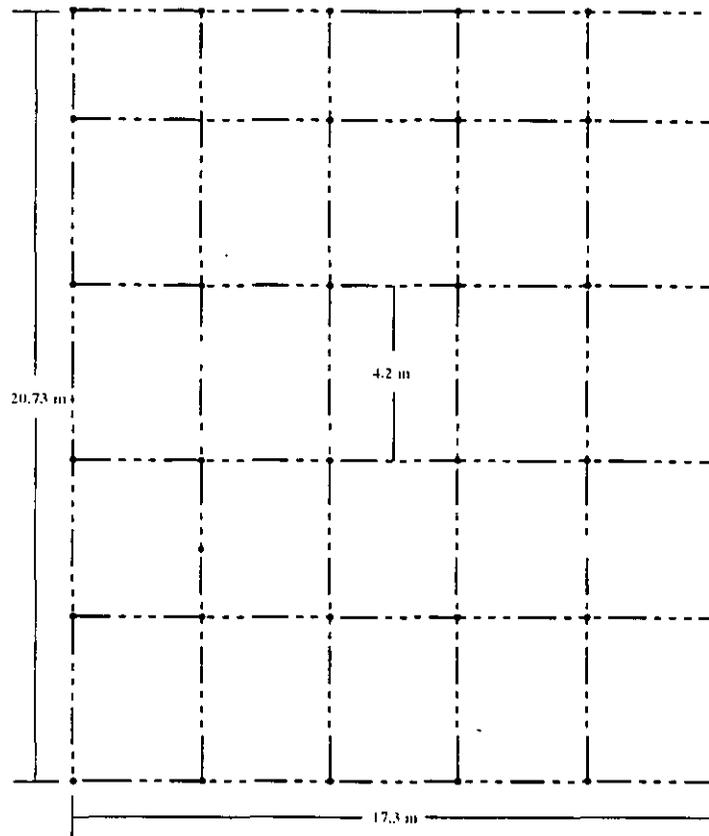


Fig. 13. Malla Propuesta para la Subestación Eléctrica.

CON:

$l_1 = 20.73 \text{ m.}$	(longitud lado 1)
$l_2 = 17.3 \text{ m.}$	(longitud lado 2)
$n = 6$	(conductores por lado)
$D = 4.2 \text{ m.}$	(Distancia máxima entre conductores)
$h = 0.8 \text{ m.}$	(Profundidad de instalación)

El área total de la malla será entonces;

$$A = l_1 \times l_2 = 20.73 \times 17.3 = 358.629 \text{ m}^2$$

La longitud de conductores por lado será;

$$L_1 = l_1 \times n = 20.73 \times 6 = 124.38 \text{ m}$$

$$L_2 = l_2 \times n = 17.3 \times 6 = 103.8 \text{ m}$$

Siendo entonces la longitud total de;

$$L_T = L_1 + L_2 = 124.38 + 103.8 = 228.18 \text{ m}$$

- NÚMERO DE ELECTRODOS, los calculamos mediante;

$$N_i = 0.6 \quad A = 0.6 \quad 358.629 = 11.36 \approx 11 \text{ unidades}$$

- LONGITUD DEL CONDUCTOR REQUERIDA, necesitamos los siguiente;

DATOS:

$$\begin{aligned} d &= 11.684 \text{ mm.} && \text{(Diámetro del conductor empleado; 4/0 AWG)} \\ \rho_r &= 1000 \Omega\text{-m.} && \text{(Dato de Tabla C4-2)} \\ \rho &= 40 \Omega\text{-m.} && \text{(De acuerdo al "Estudio de Factibilidad para la Perforación de un} \\ &&& \text{Pozo de Agua, Mediante la Realización de Sondeos Eléctricos} \\ &&& \text{Verticales", practicado a la Estación de Compresión)} \end{aligned}$$

El factor  $K_m$ , lo obtenemos mediante;

$$\begin{aligned} K_m &= \left( \frac{1}{2\pi} \right) \left[ \ln \left( \frac{D^2}{16h \times d} \right) \right] + \frac{1}{\pi} \ln \left[ \frac{3}{4} \times \frac{5}{6} \times \frac{7}{8} \times \frac{9}{10} \dots \right] \\ K_m &= \left( \frac{1}{2\pi} \right) \left[ \ln \left( \frac{(4.2)^2}{16(0.8) \times 11.684 \times 10^{-3}} \right) \right] + \frac{1}{\pi} \ln \left[ \frac{3}{4} \times \frac{5}{6} \times \frac{7}{8} \times \frac{9}{10} \right] = 0.5333561806 \end{aligned}$$

El factor  $K_i$ , se desprende de;

$$K_i = 0.65 + 0.172n = 0.65 + (0.172 \times 6) = 1.682$$

Ahora entonces la longitud del conductor requerida es;

$$L = \frac{K_m \times K_i \times \rho \times I_0 \times t}{116 + 0.17\rho_s} = \frac{0.533561806 \times 1.682 \times 40 \times 5240.97 \times 0.066}{116 + 0.17(1000)} = 169 \text{ m}$$

Y la longitud total propuesta es;

$$L_{PROP} = L_T + (N_i \times l_i) = 228.18 + (11 \times 3) = 261.18 \text{ m}$$

Para poder proseguir con el cálculo, se debe cumplir la siguiente condición;

$$L < L_{PROP} \Rightarrow 169 < 261.18$$

- RESISTENCIA DE LA RED, necesitamos conocer el radio del área seleccionada mediante;

$$r = \frac{A}{\pi} = \frac{358.629}{\pi} = 10.6843 \text{ m}$$

Ahora la resistencia de la red es:

$$R = \left( \frac{\rho}{4r} \right) + \left( \frac{\rho}{L} \right) = \left( \frac{40}{4 \times 10.6843} \right) + \left( \frac{40}{261.18} \right) = 1.089 \Omega$$

Como podemos observar este valor está dentro de los límites permitidos (10  $\Omega$  en subestaciones mayores de 250 kVA y hasta 34.5 kV), así que proseguimos con el cálculo.

- MÁXIMO AUMENTO DE POTENCIAL EN LA RED, lo calculamos con;

$$\xi = I_0 \times R = 5240.97 \times 1.089 = 5707.94 \text{ v}$$

- POTENCIALES TOLERABLES, se determina mediante;

$$E_p = \frac{116 + 0.7 \rho_s}{t} = \frac{116 + 0.7(1000)}{0.066} = 3176.27 \text{ v}$$

$$E_c = \frac{116 + 0.17 \rho_s}{t} = \frac{116 + 0.17(1000)}{0.066} = 1113.25 \text{ v}$$

- POTENCIALES PROBABLES, están dados por;

$$E_{PR} = K_s \times K_i \times \rho \times \left( \frac{I_0}{L_{PROP}} \right) = 0.35986701 \times 1.682 \times 40 \times \left( \frac{5240.97}{261.18} \right) = 485.847 \text{ v}$$

$$E_m = K_m \times K_i \times \rho \times \left( \frac{I_0}{L_{PROP}} \right) = 0.533561806 \times 1.682 \times 40 \times \left( \frac{5240.97}{261.18} \right) = 720.348 \text{ v}$$

Donde el factor  $K_s$  está determinado por;

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[ \frac{1}{2h} + \frac{1}{(D+h)} + \frac{1}{2D} + \frac{1}{3D} + \frac{1}{4D} + \dots \right]$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[ \frac{1}{2(0.8)} + \frac{1}{(4.2+0.8)} + \frac{1}{2(4.2)} + \frac{1}{3(4.2)} + \frac{1}{4(4.2)} + \frac{1}{5(4.2)} \right] = 0.35986701$$

- Son dos condiciones que se deben cumplir para finalmente aseguramos que el calibre seleccionado es el adecuado;

$$E_{PR} < E_p \Rightarrow 485.84 < 3176.27$$

$$E_m < E_c \Rightarrow 720.34 < 1113.25$$

Y vemos que si se cumplen, por lo que comprobamos el buen desempeño del calibre 4/0 para nuestra red de tierras.

En las siguiente figura, vemos los datos obtenidos mediante una hoja de cálculo:

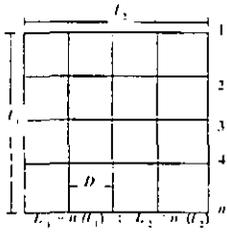
	<b>INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO</b> <b>INGENIERIA DE PROYECTOS</b> <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA</b> SISTEMA DE TIERRAS
Cálculo: <i>OJGS</i>	Fecha:
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>	
Nombre del Proyecto: <i>Diseño de Instalaciones Eléctricas para la Estación "LOS RAMONES"</i> Número del Proyecto: <i>1500 de Licenciatos</i> Localización: <i>Municipio Los Ramones, Nuevo León</i>	
<b>DATOS DEL AREA A PROTEGER</b>	
Área SUBESTACION ELECTRICA	
<b>CORRIENTE MAXIMA EFICAZ DE FALLA A TIERRA</b>	
(Fac. de Decremento) F.D. = 1.4 (Fac. de Seguridad) F.S. = 1.25	(Corriente de corto circuito) $I_{cc} = 2994.84 \text{ amp}$ (Corriente de corto circuito corregida) $I_n = I_{cc}(F.D.)(F.S.)$
$I_n = 5240.97 \text{ amp}$	
<b>CALIBRE MINIMO DEL CONDUCTOR DE LA RED DE TIERRAS</b>	
$A = I_n \left[ \frac{TCAP \times 10^{-4}}{t_f + \alpha \times \rho} \ln \left( \frac{K_m + T_m}{K_m + T_a} \right) \right]$	$I_n = 5240.97 \text{ A}$ $t_f = 0.066 \text{ seg}$ $\alpha = 0.00381$ $\rho = 1.7774 \text{ } \mu\Omega \cdot \text{cm}$ $TCAP = 3.422$ $T_m = 1084 \text{ } ^\circ\text{C}$ $T_a = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$ $K_m = 242$
A = Secc. transversal del conductor en mm <sup>2</sup> I <sub>n</sub> = Corriente de corto circuito corregida en KA t <sub>f</sub> = Duración de corriente de falla en seg α = Coeficiente termico de resistividad en referencia a T ρ = Resistividad del conductor a tierra en μΩ · cm TCAP = Factor de capacidad termica T <sub>m</sub> = Temperatura de fusión del conductor T <sub>a</sub> = Temperatura ambiente (°C) T <sub>r</sub> = Temp. de referencia para las tetes del material (°C)	
$K = \left( \frac{1}{\alpha} \right)^{\frac{1}{n}} = \left( \frac{1}{\alpha} - T_r \right)$	
$A = 4.814055783 \text{ mm}^2$	
El calibre comercial correspondiente es de:	<b>10 AWG</b>
sección transversal es de:	<b>5.26 mm<sup>2</sup></b>
Cuya area de	
Por lo que el calibre seleccionado sera.	<b>4/0 AWG</b>
mínimo permitido, su sección transversal es.	<b>107.2 mm<sup>2</sup></b>
<b>MALLA PROPUESTA</b>	
	(Lado 1) $L_1 = 20.73 \text{ m}$ (Lado 2) $L_2 = 17.3 \text{ m}$ (Área total) $A = L_1(L_2) = 358.629 \text{ m}^2$ (No. de conductores x lado) $n = 6$ (Distancia "n" conductores) $D = 4.2 \text{ m}$ (Profundidad de Instalación) $h = 0.8 \text{ m}$ (Longitud de conductores $L_1$ ) $L_1 = 124.38 \text{ m}$ (Longitud de conductores $L_2$ ) $L_2 = 103.8 \text{ m}$ (Longitud Total $L_1 + L_2$ ) $L_T = 228.18 \text{ m}$
<b>NUMERO DE ELECTRODOS</b>	
(Longitud de varilla) $h = 3 \text{ m}$	
$N = 0.6 \cdot L_T = 11.36250149 \text{ aprox}$	11 <i>electrodos</i>

Fig. 14. Hoja de Cálculo para el Diseño de la Red de Tierras de la Subestación Eléctrica. (Hoja 1 de 2)



**INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO**  
**INGENIERIA DE PROYECTOS**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA**

SISTEMA DE TIERRAS

---

**LONGITUD DEL CONDUCTOR REQUERIDA**

$$L = \frac{K_m \times K_s \times \rho \times I_n}{116 + 0.17 \rho_s}$$

$$K_s = 0.65 + 0.172n$$

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \left[ \ln \left( \frac{D^2}{16 \times h \times d} \right) \right] + \frac{1}{\pi} \ln \left( \frac{3 \times 5 \times 7 \times \dots}{4 \times 6 \times 8 \times \dots} \right)$$

Donde el ultimo termino entre parentesis es igual al número de conductores en paralelo n menos dos (n-2)

$d = 11.684 \text{ mm}$

$t = 0.066 \text{ seg}$

$\rho = 40 \text{ } \Omega \cdot m$   
(Resistividad del terreno)

$\rho_s = 1000 \text{ } \Omega \cdot m$   
(Resistividad superficial del terreno)

$K_m = 0.533561806$

$K_i = 1.682$

**L = 169.0006305 m**

$L_{PROP} = LT + (Nv \times Iv) = 261.18 \text{ m}$

Condicion a cumplir,  $L < L_{PROP}$  Por lo que vemos SI se cumple.

---

**RESISTENCIA DE LA RED**

$$R = \frac{\rho^2}{4r} - \frac{\rho^2}{l}$$

$r = \frac{d^2}{\pi} = 10.68434163 \text{ m}$

**R = 1.089100189 Ω**

---

**MAXIMO AUMENTO DE POTENCIAL EN LA RED**

$E = I_n \times R$

**E = 5707.94142 volts**

---

**POTENCIALES TOLERABLES**

$I = \frac{116 - 0.17\rho}{l}$

$I = \frac{116 - 0.17\rho}{l}$

**E<sub>P</sub> = 3176.275692 volts**

**E<sub>C</sub> = 1113.25339 volts**

---

**POTENCIALES PROBABLES**

$$E_{PR} = K_s \times K_i \times I^2 \left( \frac{L_n}{L} \right)$$

$$E_m = K_m \times K_i \times I^2 \left( \frac{L_n}{L} \right)$$

$$K = \frac{1}{\pi} \left( \frac{1}{2b} + \frac{1}{(1+b)} + \frac{1}{2l} + \frac{1}{3l} + \dots \right)$$

El termino dentro del corchete cuadrado, es igual al número de conductores en paralelo en la malla

$K_s = 0.35986701$

**E<sub>PR</sub> = 485.842719 volts**

**E<sub>m</sub> = 120.3481958 volts**

Condicion a cumplir,  $E_{PR} < E_P$  Por lo que vemos SI se cumple.

Condicion a cumplir,  $E_m < E_C$  Por lo que vemos SI se cumple.

Por lo que vemos que el calibre: **4/0 AWG** es apropiado para la red.

Por lo tanto éste sera el calibre seleccionado.

Fig. 14. Hoja de Cálculo para el Diseño de la Red de Tierras de la Subestación Eléctrica. (Hoja 2 de 2)

#### **4.8.- PLANOS GENERADOS.**

Se generan los planos siguientes:

No. 1054B Arreglo de Acometida Eléctrica, Fuerza y Tierras.

No. 1057 Sistema General de Tierras.

No. 1057A Detalles; Sistema General de Tierras.

(Ver Anexo B "Planos Generados").

---

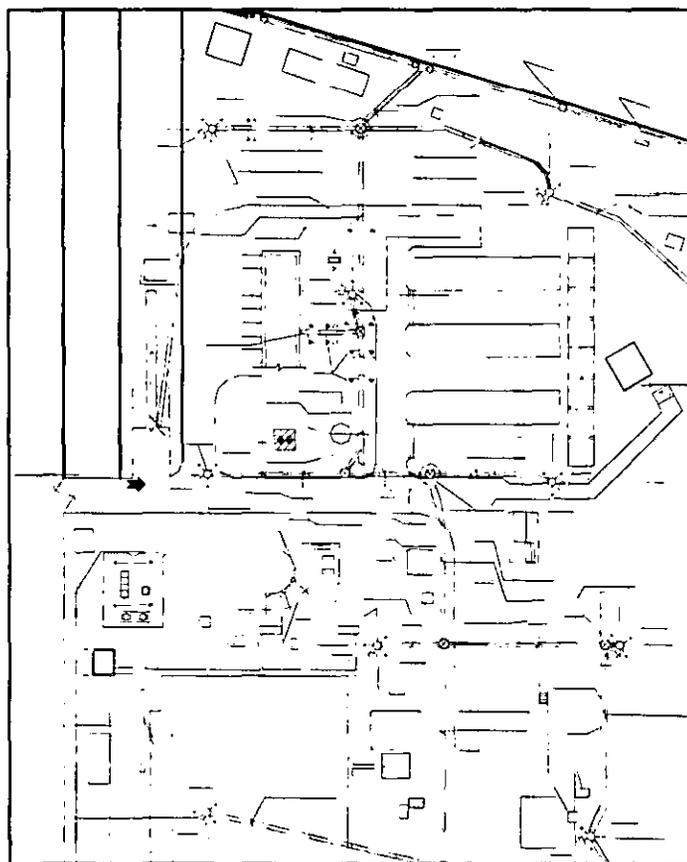
**BIBLIOGRAFIA**

- ❑ **Estudio de Factibilidad para la Perforación de un Pozo de Agua, Mediante la Realización de Sondeos Eléctricos Verticales, Los Ramones, N.L.** Diciembre de 1998. Servicios de Geophisica Aplicada.
- ❑ **Procedimientos de Cálculo para el Diseño de Proyectos Eléctricos en Mediana y Baja Tensión para la Industria Petrolera.** López Portillo Alberto, Trujillo Jacobo Gerardo. Tesis Profesional, ESIME, IPN. México 1997.
- ❑ **Proyecto Eléctrico Para un Edificio Comercial.** Salinas Rodríguez Raúl. Tesis Profesional, UNAM, ENEP Aragón, 2000.
- ❑ **Manual de Procedimientos Ingeniería de Diseño (PEMEX),** Subdirección de Proyectos y Construcción de Obras.
- ❑ **Procedimientos de Trabajo FA-0001.** Departamento de Ingeniería Eléctrica, Instituto Mexicano del Petróleo.
- ❑ **IEEE Std 80-2000, IEEE Guide For Safety in AC Substation Grounding**
- ❑ **NOM-001-SEDE-1999.** "Instalaciones Eléctricas (Utilización)".
- ❑ **Recomendación PEMEX-2.223.01** Diseño de Sistemas de Tierras, 3ª Edición 1999.
- ❑ **IMP A0.591,** Sistema General de Tierras. Estándares de Ingeniería, 1981.
- ❑ **Catálogo de Productos SQUARE D'.**
- ❑ **Catálogo de Conectores Industriales FCI, BURNDY.**
- ❑ **Electrical Connectors, BURNDY.**

# CAPITULO 5

---

## SISTEMA DE ALUMBRADO



## 5.1.- INTRODUCCIÓN.

El sistema de iluminación juega uno de los papeles más importantes en cuanto al desempeño en un área de trabajo. Contar con una instalación de alumbrado que nos proporcione la cantidad y la calidad de iluminación necesaria para determinada actividad es contribuir con la seguridad, la eficiencia y la optimización de los recursos materiales además de evitar la pronta fatiga de la vista en personas que hacen uso de la instalación de alumbrado. Si por el contrario la instalación es deficiente en cuanto a su diseño y mantenimiento, además de exponer la seguridad de las personas, se estará desaprovechando los recursos materiales con los que inicialmente se contaba.

## 5.2.- ALCANCES.

- En este capítulo se mostrarán algunos de los métodos más comunes para el diseño de alumbrado en interiores y en exteriores. Se hará la selección del tipo de lámpara, se realizarán las memorias de cálculo, así como la distribución y alumbrado de los luminarios en las siguientes áreas; Cuarto de Control, Subestación Eléctrica, Cobertizo de Bombas de Contraincendio, Caseta de Tratamiento de Aguas Negras y Caseta Detección de Humedad. Para el Alumbrado Perimetral y Alumbrado General no se realizará memoria de cálculo debido a que se requería de una inspección en campo, además de que en el área ya se tienen algunas instaladas. La selección y criterios para el alumbrado exterior se hará similar al ya existente en campo.

## 5.3.- DEFINICIÓN DE CONCEPTOS.

### **Alumbrado General.**

Es el diseñado para iluminar un área sin considerar necesidades especiales.

### **Alumbrado Localizado.**

Es el diseñado para aumentar la iluminación en ciertos lugares especiales.

### **Alumbrado de Obstrucción.**

Es el empleado para indicar la existencia de algún obstáculo (se usa principalmente en partes elevadas).

### **Alumbrado de Señalamiento.**

Es el empleado para delimitar áreas o marcar trayectorias.

### **Alumbrado de Emergencia.**

Alumbrado cuya finalidad es permitir a los ocupantes de un edificio encontrar, con facilidad y seguridad, las salidas en caso de que falle el sistema de alumbrado normal. Es el que entra en operación cuando falla el sistema de alumbrado normal.

### **Altura de Montaje.**

La distancia entre el plano de referencia y el plano en el cual se encuentran las luminarias.

### **Balastro.**

Dispositivo auxiliar para lámparas de descarga que tiene como funciones principales; proporcionar la tensión de encendido y operación de la lámpara; limitar la corriente de operación de la lámpara; proporcionar la energía necesaria con una mínima distorsión de la corriente.

### **Coefficiente de Utilización.**

Es la relación entre el flujo que llega a un plano dado y el emitido por las lámparas.

**Curva de Distribución de Intensidad Luminosa.**

Es la curva, generalmente en coordenadas polares, que representa la intensidad luminosa en el plano que pasa por el eje de la fuente, en función del ángulo formado por el vector de la intensidad con una dirección dada.

**Nota 1:** Si la distribución de intensidad luminosa de una fuente es simétrica, se selecciona generalmente un plano meridiano.

**Nota 2:** En caso de un plano vertical, los ángulos se miden desde la dirección vertical hacia abajo.

**Factor de Depreciación.**

Es la relación de la iluminación que proporciona una instalación después de un periodo de uso y aquella que proporciona la instalación nueva.

**Factor de Mantenimiento o Conservación.**

Relación entre la iluminancia media en el plano de trabajo después de que una instalación de alumbrado ha estado en uso durante un periodo especificado, y la iluminancia media en una instalación nueva en las mismas condiciones.

**Flujo Luminoso.**

Es la cantidad de flujo de energía luminosa por unidad de tiempo, expresada en lúmenes.

**Índice del Local.**

Número que representa la geometría de una sala en el cálculo del Coeficiente de Utilización.

**Lámpara de Vapor de Mercurio.**

Pertencen en la clasificación general de las lámparas a las que se conocen bajo el nombre de "lámparas de descarga eléctrica", en las cuales la luz se produce por el paso de una corriente eléctrica a través de un vapor o un gas, en vez de a través de un hilo de tungsteno.

**Lámpara de Vapor de Sodio Alta Presión.**

Lámpara de vapor de sodio la cual en funcionamiento, la presión parcial del vapor es del orden de  $10^4$  N/m<sup>2</sup>. Es de bajo consumo de energía, bajo costo de mantenimiento y alta vida útil. Excelente para iluminación en exteriores con alta demanda de iluminación.

**Lámpara de Vapor de Sodio Baja Presión.**

Lámpara de vapor de sodio la cual en funcionamiento, la presión parcial del vapor es del orden de  $5$  N/m<sup>2</sup>. Este tipo de lámparas ofrecen la mayor eficacia luminosa. Su desventaja es que el color del espectro luminoso distorsiona los colores de los objetos iluminados. Su aplicación se recomienda en zonas donde frecuentemente se presentan nieblas densas.

**Lámpara de Vapor Metálico o Aditivos Metálicos.**

Lámpara de descarga en la cual la luz se genera principalmente en un vapor metálico. Es altamente eficiente y se utiliza en lugares donde se requieren colores fríos. Se espera que en un futuro no muy lejano su uso se generalice al abatirse sus costos de producción.

**Lámpara Fluorescente.**

Lámpara que funciona bajo el principio de generación de luz fluorescente y que requiere de un equipo adicional como un arrancador, un balastro o un adaptador para poder ser instaladas y funcionar correctamente. Ahorran hasta un 75% de energía eléctrica por cada lámpara y con una vida útil de 10 veces más que la de un foco incandescente<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Según datos obtenidos del "Catálogo de Especificaciones", PHILIPS.

**Lámpara Incandescente.**

Lámpara que produce luz mediante un cuerpo calentado a incandescencia por el paso de una corriente eléctrica. Su temperatura de color es alta lo que la hace ser una luz cálida, el rendimiento de color es el más cercano a la luz natural, sin embargo su eficiencia es menor cuando se compara contra las lámparas fluorescentes y las lámparas de descarga de gas.

**Lumen.**

El flujo luminoso emitido dentro de la unidad de ángulo sólido (un steradian) por una fuente puntual uniforme de una intensidad de una candela.

**Luminario a prueba de explosión.**

Es el que puede resistir una explosión interna sin romperse o deformarse y que permite el escape de los gases solo a través de superficies de contacto o cuerdas de suficiente longitud para asegurar que los gases lleguen al exterior fríos y no provoquen una explosión externa.

**Luminario a prueba de vapor.**

Es aquél en el que a base de empaques se impide la entrada al mismo de vapores exteriores.

**Luminario a prueba de intemperie.**

Es el protegido contra las eventualidades del tiempo.

**Lux.**

Es la unidad de intensidad de iluminación y corresponde a un flujo de 1 lumen que incide sobre una superficie de 1 m<sup>2</sup>.

**Luz.**

Cuando es emitida por el sol es una forma de energía radiante. Es la energía radiante que es capaz de excitar la retina y producir una sensación visual.

**Plano de Trabajo.**

Superficie de referencia, definida como plano donde normalmente se lleva a cabo el trabajo.

**Reflectancia (Factor de reflexión).**

Relación entre el flujo luminoso reflejado y el flujo incidente.

**5.4.- CARACTERÍSTICAS DE ILUMINACIÓN DE LAS LÁMPARAS.****5.4.1.- LÁMPARAS INCANDESCENTES.**

Por lo general las lámparas incandescentes pueden considerarse aplicables al alumbrado general de interiores. Sin embargo, cuando se necesitan lámparas de construcción especial para determinadas características, podemos encontrarlas de los siguientes tipos:

- **LÁMPARAS DE CONSTRUCCIÓN REFORZADA:** Estas lámparas están construidas especialmente para ser utilizadas en lugares sometidos a vibraciones o choques; por ejemplo, en fábricas, parques de diversión, etc. Para ello su filamento está apoyado sobre un gran número de soportes.
- **LÁMPARAS DE HORNO:** Estas lámparas se construyen con filamentos reforzados y vidrio especial para funcionamiento normal en ambientes con temperaturas elevadas, por ejemplo hornos de panaderías, instalaciones de secado, etc.

- **LÁMPARAS AZULADAS:** El cristal del bulbo de este tipo de lámparas es de color azul, la lámpara emite una luz muy similar a la luz de día, ya que el cristal azul actúa de filtro para las radiaciones rojas que dan color característico a las lámparas de incandescencia.
- **LÁMPARAS DE TUNGSTENO HALÓGENO:** Estas lámparas son apropiadas para una infinidad de usos, debido a sus características, las cuales son; excelente mantenimiento de lúmenes a lo largo de su vida útil, alta temperatura de color, tamaño compacto y relativamente larga duración. Además el filamento permite un control exacto del haz con distribución amplia, media y concentrada. Su aplicación puede ser la industria, en actividades deportivas, transportes, centros comerciales, estudios cinematográficos, etc.

#### 5.4.2.- LÁMPARAS FLUORESCENTES.

Es importante prever de que manera afectará el tipo de luminaria a instalar. Una fuente de luz blanca podría hacer que los objetos blancos y las superficies se vean blancas, pero con mal rendimiento de color. Los colores blancos, tales como el blanco-frío, blanco-cálido, blanco y luz de día, tienen alta eficiencia y buen rendimiento de color para la mayoría de las aplicaciones en la industria, en zonas amplias de oficinas y en escuelas. En los lugares donde se desea dar a los objetos de colores una mayor elegante apariencia, se deberán usar lámparas tipo blanco-frío de lujo, blanco de lujo o natural.

#### 5.4.3.- LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO.

Este tipo de lámpara de bulbo claro, produce una luz de color blanco azulado en el cual no existe virtualmente radiación de luz roja. Debido a las fuertes líneas azul, verde y amarillas, estos colores en los objetos resaltan notablemente; sin embargo, la falta de color rojo hace que el anaranjado y el rojo se aprecien verduscos.

Las lámparas con revestimiento de fósforo en la superficie interior del bulbo exterior mejora enormemente el color de la luz al convertir parte de la energía ultravioleta en luz visible, de forma similar a las lámparas fluorescentes. Estos fósforos no sólo mejoran el rendimiento del color sino también aumentan en algunos casos la producción inicial de lúmenes.

Existen algunas lámparas que tienen revestimiento de fósforo activado con europio, cuyo máximo rendimiento se encuentra en los rojos del espectro, aumentando también la eficiencia inicial. Además de mejorar la apariencia en los colores de los objetos iluminados en comparación con la lámpara de bulbo claro.

#### 5.4.4.- LÁMPARAS DE ADITIVOS METÁLICOS.

Este tipo de lámparas en sí son lámparas de vapor de sodio a alta presión con la particularidad de contener en el tubo de arco, gas argón y mercurio, aditivos de yoduros metálicos, los cuales varían de una marca de fabricante de lámparas a otro, pero siempre con la finalidad de aumentar la distribución espectral de la lámpara añadiendo a las líneas de mercurio ya presentes, otras líneas correspondientes a los vapores metálicos de los yoduros en descomposición. Si se emplean yoduros de talio, de sodio e indio, a las rayas características del mercurio, se añaden ahora las rayas amarillas del sodio, la raya verde del talio y las rayas azules y rojas del indio, obteniéndose una luz coloreada muy agradable y especialmente adecuada para escenarios interiores y al aire libre, donde se requiera una luz parecida a la luz natural, la lámpara de vapor de mercurio normal, resulta inadecuada debido a su color blanco y azulado y, sobre todo a la carencia total de radiaciones rojas, cuya consecuencia obligada, es la deformación de los colores de los objetos iluminados.

#### 5.4.5.- LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO A BAJA PRESIÓN.

Debido a la luz monocromática de la lámpara de vapor de sodio a baja presión, la deformación de los colores de los objetos iluminados es muy notoria; por esta razón, este tipo de lámpara no se utiliza muy frecuentemente en iluminación de interiores. Pero a causa de su poca iluminancia y del tono amarillo de su luz, pueden verse los objetos con todos sus detalles. Por ello, esta lámpara es muy apropiada para la iluminación de aquellos lugares en los que se requiera de una gran agudeza visual, sin que sea indispensable, la perfecta visión de los colores, por ejemplo; en fábricas industriales, como fundiciones, iluminación de carreteras o iluminación a monumentos ya que su tono dorado es de gran efecto estético, revalorizando además el encaje de piedra en los edificios góticos y barrocos.

#### 5.4.6.- LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESIÓN.

La característica más importante de la lámpara de vapor de sodio a alta presión, es su alta eficacia. La eficacia de esta lámpara es más del doble que la lámpara de vapor de mercurio, de potencia equivalente, acompañada de una larga vida y una depreciación de luz a través de la vida satisfactoria.

Debido a la alta temperatura en el tubo de arco de la lámpara de vapor de sodio a alta presión, la radiación del sodio se altera y produce una distribución espectral que tiene un color amarillo blanco. Una característica que tiene la energía espectral emitida, es que no existe producción significativa de energía en las regiones ultravioletas.

#### 5.5.- CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LAS LÁMPARAS.

ÁREAS DE TRABAJO	TIPO DE LUMINARIA
Áreas Exteriores	Reflector industrial con lámpara vapor de mercurio o de sodio alta presión.
Áreas Interiores: (Oficinas, cuartos de control de instrumentos y cuartos de control eléctricos).	Luminarias fluorescentes tipo comercial.
Almacenes, Talleres y similares	Luminarias fluorescentes o vapor de mercurio tipo industrial.
Áreas pequeñas de bajo tránsito: (caseta detectores de humedad, caseta tratamiento de aguas negras, subestación, etc.)	Luminarios incandescentes.

Las luminarias deberán ser de construcción para intemperie en áreas exteriores, excepto donde se indique otro tipo debido a su ubicación o a la clasificación del área, equipándose con guarda donde estén sujetas a daños mecánicos. En general, todas las luminarias deberán suministrarse con pantalla reflectora.

## **5.6.- MÉTODOS PARA CÁLCULO DE ALUMBRADO.**

Se tienen tres métodos para calcular la iluminación en interiores y son los siguientes:

- **MÉTODO DE PUNTO POR PUNTO:** este método proporciona la iluminación directa sobre un punto, en el cual es despreciable la cantidad de luz reflejada.
- **MÉTODO DEL LUMEN:** es un método práctico que determina en interiores los lúmenes necesarios para proporcionar una intensidad de iluminación promedio. Considera la superficie del local, la altura del montaje, las reflectancias de las luminarias y el flujo luminoso de la fuente aprovechable sobre el área de trabajo.
- **MÉTODO DE CAVIDAD ZONAL:** determina los niveles de iluminación promedio de la luz emitida por los luminarios dentro de un espacio cerrado.

Para alumbrado exterior, existen varios métodos, sin embargo en este trabajo sólo nos dirigiremos al Método de ALUMBRADO POR PROYECTORES, que es el que más se utiliza para el cálculo de diseño de alumbrado exterior en las plantas de proceso.

## **5.7.- PROCEDIMIENTO PARA CÁLCULO DE ALUMBRADO.**

### **5.7.1.- ALUMBRADO INTERIOR.**

Desarrollo Básico General.

1. Determinar el nivel luminoso recomendado de acuerdo al trabajo específico a desarrollar.
2. Determinar características físicas del local. Esto incluye;
  - Dimensiones del local (largo, ancho y alturas).
  - Valores de reflectancia (pared, techo, piso).
  - Localización del Plano de trabajo.
3. Seleccionar luminario. Considerar los factores siguientes;
  - Tipo de lámpara.
  - Lúmens por luminario.
  - Potencia de la lámpara.
  - Número de lámparas por luminario.
  - Restricciones físicas de montaje (colgante, empotrado, etc.).
  - Características de depreciación del luminario.
  - Mantenimiento requerido (limpieza del reflector y reemplazo de lámparas).
  - Costo, tamaño y peso.
  - Aspecto estético.
  - Separación entre luminarios.

4. Determinar Factor de Mantenimiento ( $FM$ ). Considerar factores siguientes;

- Condiciones ambientales que prevalecerán en el local.
- Depreciación lumínica de la lámpara.
- Aplicar fórmula;

$$FM = D \times d$$

Donde;

$D$  = Depreciación de lúmenes lámpara (Por tablas, ver Anexo A, Tabla C5-5).

$d$  = Depreciación del luminario debido al polvo (Por tablas, ver Anexo A, Tabla C5-6).

5. Determinar el Coeficiente de Utilización ( $CU$ ) con los valores de reflectancia efectiva de techo, pared y piso. Seleccionar el coeficiente de utilización de los datos fotométricos del luminario. En caso de no contarse con datos fotométricos del luminario utilizar páginas 120 a 127 del Manual de Alumbrado Westinghouse.

## 6. Aplicar el Método seleccionado.

Para Método de Cavidad Zonal, auxiliarse del formato de la Figura No.16.

Para Método del Lumen, auxiliarse del formato de la Figura No. 17.

Para Método de Punto por Punto continuar con los siguientes pasos;

- Realizar pasos 1 a 5 del procedimiento antes descrito.
- Determinar el número de luminarios requeridos para obtener una iluminación uniforme. Aplicar Método del lumen, o Método de Cavidad zonal.
- Elegir puntos críticos de iluminación del local.
- Determinar la contribución luminosa (luxes) que proporciona cada luminario sobre el punto crítico de iluminación. Calcule en ángulo de incidencia ( $\theta$ ) del haz luminoso de cada luminario sobre el punto crítico de iluminación (Ver figura 15). Y con los datos fotométricos seleccionar el valor de intensidad luminosa.

Aplicar Fórmulas:

$$\text{Para plano horizontal; } E = \frac{I \cos \theta}{D^2}$$

$$\text{Para Plano vertical; } E = \frac{I \sin \theta}{D^2}$$

Donde;

$E$  = Nivel luminoso en luxes.

$I$  = Intensidad luminosa en candelas.

$D$  = Distancia del luminario al punto crítico en metros.

La intensidad luminosa se obtiene solamente de las curvas de distribución fotométrica del luminario seleccionado. Considerar todos los luminarios que iluminan el punto crítico. Corregir el valor de  $I$  si la altura es diferente a la indicada en los datos fotométricos del luminario; aplique el siguiente factor de corrección:

$$\text{Factor de corrección por altura; } FCA = \frac{(\text{altura indicada en curva})^2}{(\text{altura de montaje real})^2}$$

Calcule la intensidad luminosa corregida  $I_c$ . Aplicar fórmula;

$$I_c = \frac{I}{FCA}$$

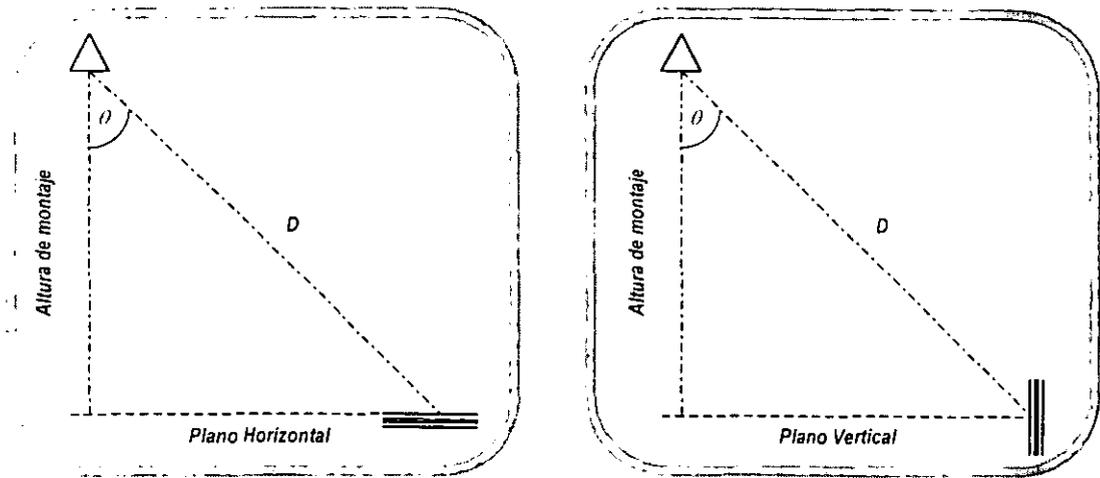


Fig. No. 15 . Determinación de Intensidad luminosa.

- e) Determinar el nivel de iluminación en luxes en el punto crítico de iluminación. Sume las contribuciones que proporcionan todos los luminarios en este punto.
- f) Si el nivel de iluminación en luxes en el punto anterior difiere considerablemente del nivel luminoso requerido, modifique la altura de montaje, la potencia del luminario o la distribución de luminarios y repita el procedimiento desde el paso (b).

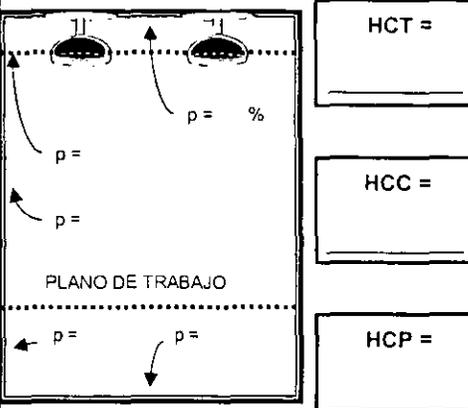
 <b>INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO</b>	
<b>SUBDIRECCION DE INGENIERIA DE PROYECTOS DE EXPLOTACION</b> <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA</b> <b>CALCULO Y DIST. DE UNIDADES DE ALUMBRADO; METODO DE CAVIDAD ZONAL</b>	
PROYECTO : _____	
AREA : _____	No. PROY. _____ DIBUJO No. _____
CALCULO : _____	REVISO : _____ FECHA : _____
DATOS DE LUMINARIO:	DATOS DE LAMPARA:
FABRICANTE: _____	TIPO: _____
No. CATALOGO: _____	① LUMENS x LUMINARIO: _____
DATOS GENERALES:	INDICAR REFLECTANCIAS Y ALTURAS:
DIMENSIONES DEL LOCAL ⑦ LARGO = _____ Mts. ⑧ ANCHO = _____ Mts. ⑤ AREA = _____ Mts.	
② NIVEL LUMINOSO: _____ LUX	
CALCULO DE RELACIONES DE CAVIDAD:	
$Rc = \frac{(5)(ALTURA) + (LARGO - ANCHO)}{(LARGO)(ANCHO)}$	
Rcc = _____ (LOCAL)	
Rct = _____ (TECHO)	
Rcp = _____ (PISO)	
REFLECTANCIAS EFECTIVAS DETERMINADAS DE TABLAS DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS (No. LIIG-5)	
r TECHO = _____ %	COEFICIENTE DE UTILIZACION: ③ C.U. = _____
r PISO = _____ %	FACTOR DE MANTENIMIENTO: ④ F.M. = _____
⑥ No. DE LUMINARIOS = $\frac{(2) \times (5)}{(1) \times (3) \times (4)}$ = _____ LUMINARIOS	
⑨ ESPACIAMIENTO = $\frac{(5)}{(6)}$ = _____ METROS	
LARGO = $\frac{(7)}{(9)}$ = _____ METROS	ANCHO = $\frac{(8)}{(9)}$ = _____ METROS

Fig. No.16 . Formato Método de Cavidad Zonal.

	P	<h2 style="margin: 0;">INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO</h2> <p style="margin: 0;">SUBDIRECCION DE INGENIERIA DE PROYECTOS DE EXPLOTACION</p> <p style="margin: 0;">DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA</p> <p style="margin: 0; font-size: 0.8em;">CALCULO Y DIST. DE UNIDADES DE ALUMBRADO; METODO DEL LUMEN</p>
Proyecto: _____ No. _____ Area: _____ Plano No. _____ Fecha: _____ Calculó: _____ Revisó: _____		
DATOS GENERALES:		DATOS DE LUMINARIO:
Dimensiones del Cuarto	(A) Largo: _____ m (B) Ancho: _____ m (C) Area: _____ m <sup>2</sup> Altura: _____ m	Tipo: _____ Watts: _____ Marca: _____ Catalogo: _____
Reflectancia:	Techos: _____ % Muro: _____ %	Potencia: _____ W (E) Lumens x Luminaria: _____ Lum
(D) Nivel de Iluminación: _____ Lux		(F) Altura de montaje (plano de trabajo): _____ m
DATOS DE CALCULO:		
Relación del Local:	_____	(H) Factor de Mantenimiento: _____
Índice del Local:	_____	(I) Máxima Relación de Espacio dato por Luminaria: _____
(G) Coeficiente de Utilización:	_____	
RESULTADOS:		
Relación del Local:	$\frac{C}{F \times (A + B)}$	= _____ = _____
Número de Luminarias:	$\frac{C \times D}{E \times G \times H}$	= _____ = _____ Luminarios
Espaciamiento Máx. entre Luminarias:	$I \times F =$	_____ = _____ m
Número de Unidades de Alumbrado:	_____ = _____ Lámparas	

Fig. No.17 . Formato Método del Lumen.

### 5.7.2.- ALUMBRADO EXTERIOR.

#### ALUMBRADO POR PROYECTORES.

1. Determinar el nivel luminoso recomendado de acuerdo al trabajo específico a desarrollar. Para actividades propias de la industria petrolera, utilizar el nivel luminoso indicado en Recomendación PEMEX No. 2.231.01 "Alumbrado para Instalaciones Industriales". Ver tabla C5-1, en Anexo A.
2. Determinar características físicas del local. Esto incluye;
  - Dimensiones del local (largo, ancho y alturas).
3. Seleccionar luminario. Considerar los factores siguientes;
  - Tipo de lámpara.
  - Potencia luminario.
  - Lúmenes del haz del luminario.
  - Características de depreciación del luminario.
  - Restricciones de montaje (altura).
  - Tipo y arreglo de montaje (poste o estructura).
  - Costo, tamaño y peso.
  - Aspecto estético.
4. Determinar emplazamiento de proyectores. Considerar los factores siguientes;
  - Tipo de aplicación (señalización, alumbrado general, deportivo, decorativo, etc.).
  - Contorno físico del área a iluminar (si el área es grande aplique torres individuales o postes espaciados a intervalos regulares para iluminarla. Para áreas reducidas aplique una sola torre con todos los proyectores concentrados en ella, o bien utilice edificios adyacentes).
5. Determinar el coeficiente de utilización ( $CU$ ) del haz. Aplicar fórmula;

$$CU = \frac{\text{Lúmenes incidentes sobre el área a iluminar}}{\text{Lúmenes del haz del proyector}}$$

Para obtener los lúmenes incidentes sobre el área a iluminar proceder en la siguiente forma;

- Dividir el área total a iluminar en sectores simétricos de iluminación.
- Determinar qué sectores iluminará el proyector.
- Seleccionar puntos de iluminación del sector.
- Calcular ángulos horizontales y verticales de los puntos de iluminación de cada sector.
- Considerar un punto de iluminación (el punto que reciba la más alta intensidad luminosa) como el punto (0,0) de la curva de distribución fotométrica.
- Transportar ángulos verticales y horizontales de los puntos de iluminación a la curva de distribución fotométrica; considerar el punto (0,0) como referencia.
- Trazar la poligonal del área formada por los ángulos verticales y horizontales.
- Sumar los lúmenes encerrados por la poligonal del área para obtener los lúmenes incidentes.

Para realizar este procedimiento es indispensable contar con las curvas de distribución fotométrica del luminario.

6. Determinar el factor de mantenimiento ( $FM$ ). Aplicar fórmula;

$$FM = D \times d$$

Donde;

$D$  = Depreciación de lúmenes lámpara.

$d$  = Depreciación del luminario debido al polvo.

Para encontrar el valor de " $D$ " referirse a los datos fotométricos del luminario (donde  $D$  = lúmenes al 50% de vida de la lámpara/lúmenes iniciales), y para " $d$ " considerar un valor de 0.7, solamente para efectos de este procedimiento.

7. Determinar el número de proyectores requeridos. Aplicar fórmula;

$$\text{No. de proyectores} = \frac{\text{área total a iluminar} \times \text{nivel luminoso}}{\text{lúmenes del haz} \times CU \times FM}$$

8. Comprobar el nivel luminoso.

**5.8.- EJEMPLO REPRESENTATIVO.****ALUMBRADO INTERIOR.**

Como cada área a iluminar presentó características diferentes en cuanto a dimensiones y nivel de iluminación, se realizaron memorias de cálculo para cada uno. Sólo se mostrará a manera de ejemplo representativo el desarrollo de un área específica.

**DESARROLLO:****Datos del Area:**

- \* Lugar seleccionado: Biblioteca del Cuarto de Control (Plano No. 1062).
- \* Nivel de Iluminación: 300 Luxes.
- \* Dimensiones del local: Largo = 3 m.  
Ancho = 2 m.  
Area = 6 m.  
Altura = 3 m.

**Datos de luminario:**

- \* Tipo de lámpara: Fluorescentes.
- \* Watts: 2x20 W.
- \* Marca: OSRAM.
- \* Catálogo: SLIMLINE.
- \* Lúmens x luminaria: 2150 (Dato Catálogo OSRAM).
- \* Altura de montaje: 2.5 m. (Considerados entre el plano de trabajo y la luminaria).
- \* Plano de trabajo: 0.75 m.

**Datos de Cálculo:**

- \* Cavidad del Local (Rcc): 9.58
- \* Cavidad de Techo (Rct): 2.5
- \* Cavidad de Piso (Rcp): 2.9
- \* FM: 0.7 (Ver Anexo A, Tabla C5-2).
- \* CU: 0.6 (Dato proporcionado por el fabricante).
- \* Altura Cavidad Techo (Hct): 0.6 m.
- \* Altura Cavidad Local (Hct): 2.3 m.
- \* Altura Cavidad Piso (Hct): 0.7 m.

**Reflectancias:**

- \* Techo: 80% (Ver Anexo A, Tabla C5-4).
- \* Piso: 30% (Ver Anexo A, Tabla C5-4).

**Resultados:**

- \* No. de luminarias: 2 (Por redondeo de 1.99)
- \* Espaciamiento: 1.73 m.
- \* Largo: 1.73 m.
- \* Ancho: 1.15 m.

En la siguiente figura observamos el llenado del formato antes presentado con los datos obtenidos.

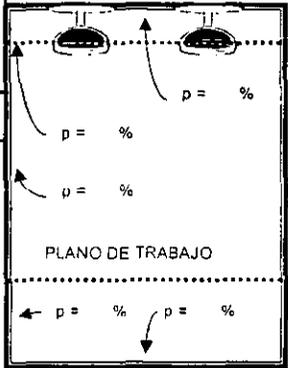
 <span style="font-size: 2em; font-weight: bold; margin-left: 10px;">P</span>		<b>INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO</b> SUBDIRECCION DE INGENIERIA DE PROYECTOS DE EXPLOTACION DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA CALCULO Y DIST. DE UNIDADES DE ALUMBRADO; METODO DE CAVIDAD ZONAL	
PROYECTO :		<u>Tesis de Licenciatura</u>	
AREA :	Biblioteca	No. PROY.	DIBUJO No. 1062
CALCULO :	OJGS	REVISO :	FECHA : Septiembre 19. 2000
DATOS DE LUMINARIO:		DATOS DE LAMPARA:	
FABRICANTE:	OSRAM	TIPO:	Fluorescentes 2x20 W
No. CATALOGO:	LUMILUX	① LUMENS x LUMINARIO:	2.150
DATOS GENERALES:		INDICAR REFLECTANCIAS Y ALTURAS:	
DIMENSIONES	⑦ LARGO = 3.00 Mts.		HCT = 0.60
DEL	⑧ ANCHO = 2.00 Mts.		HCC = 2.30
LOCAL	⑤ AREA = 6.000 (Mts) <sup>2</sup>		HCP = 0.70
② NIVEL LUMINOSO:	300 LUX		
CALCULO DE RELACIONES DE CAVIDAD:			
$Rc = \frac{(5)(ALTIMA) - (LARGO \cdot ANCHO)}{(LARGO)(ANCHO)}$			
Rcc =	9.583333333	(LOCAL)	
Rct =	2.5	(TECHO)	
Rcp =	2.916666667	(PISO)	
REFLECTANCIAS EFECTIVAS DETERMINADAS DE TABLAS		COEFICIENTE DE UTILIZACION:	
DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS (No. LIIG-5)		③ C.U. = 0.60	
r TECHO =	80 %		
r PISO =	30 %	④ F.M. = 0.70	
⑥ No. DE LUMINARIOS = $\frac{(2) \cdot (5)}{(1) \cdot (3) \cdot (4)} = 1.993355482$ LUMINARIOS			REDONDEANDO A: 2 LUMINARIOS
⑨ ESPACIAMIENTO = $\frac{(5)}{(6)} = 1.7321$ METROS			
LARGO = $\frac{(7)}{(9)} = 1.7321$ METROS	ANCHO = $\frac{(8)}{(9)} = 1.1547$ METROS		

Fig. No.18. Cálculo de Alumbrado, Biblioteca, del Cuarto de Control. Método de Cavidad Zonal.

Características de las luminarias utilizadas para cada uno de los planos generados:

**Plano No. 1060A:** (Sistema General de Alumbrado en Subestación Eléctrica y Cobertizo de Bombas Contraincendio)

- \* Cobertizo de las Bombas Contraincendio: Luminarios Incandescentes de 100 W, 1 fase, 2 hilos, 60 Hz.
- \* Planta de la Subestación Eléctrica: Luminarios Incandescentes de 100 W, 1 fase, 2 hilos, 60 Hz.

**Plano No. 1062:** (Sistema General de Alumbrado en Cuarto de Control)

- \* Cuarto de Archivo Muerto: Luminario Fluorescente con tubo de 2x20 W.
- \* Biblioteca: Luminario Fluorescente con tubo de 2x20 W.
- \* Oficina: Luminario Fluorescente con tubo de 4x38 W.
- \* Baño (Oficina): Luminario Fluorescente con tubo de 2x20 W.
- \* Cuarto de Control de Instrumentos: Luminario Fluorescente con tubo de 4x38 W.
- \* Cuarto de Control de Motores: Luminario Fluorescente con tubo de 2x38 W.
- \* Cuarto de Baterías: Luminario Fluorescente con tubo de 2x38 W.
- \* Cuarto de Compresores de Aire: Luminario de Vapor de Mercurio, de 175 W.
- \* Cuarto del Motogenerador: Luminario de Vapor de Mercurio, de 175 W.
- \* Vestidores y Baños (Taller): Luminario Fluorescente con tubo de 2x38 W.
- \* Taller: Luminario Fluorescente con tubo de 2x38 W.
- \* Alumbrado Exterior del Cuarto de Control: Luminario tipo "Wall Pack", de 175 W, Vapor de Mercurio, 127 VCA.

**Plano No. 1062A:** (Alumbrado en Caseta Tratamiento de Aguas Negras, y Caseta Detectores de Humedad)

- \* Planta Caseta de Trat. de Aguas Negras: Luminarios Incandescentes de 100 W, 1 fase, 2 hilos, 60 Hz.
- \* Planta Caseta Detectores de Humedad: Luminarios Incandescentes de 100 W, 1 fase, 2 hilos, 60 Hz.

**Plano No. 1062B:** (Sistema General de Alumbrado en Guarnición Militar)

* Dormitorio:	Luminario Fluorescente con tubo de 2x32 W.
* Cuarto Sargento:	Luminario Fluorescente con tubo de 2x32 W.
* Baños y Regaderas:	Luminario Fluorescente con tubo de 2x17 W.
* Cuarto de Armas:	Luminario Fluorescente con tubo de 2x32 W.
* Oficina:	Luminario Fluorescente con tubo de 2x32 W.
* Cocina:	Luminario Fluorescente con tubo de 2x32 W.
* Cuarto de Lavado:	Luminario Fluorescente con tubo de 2x32 W.
* Comedor:	Luminario Fluorescente con tubo de 2x32 W.
* Cuarto de Radio:	Luminario Fluorescente con tubo de 2x32 W.
* Escaleras:	Luminario Fluorescente con tubo de 2x32 W.
* Alumbrado Exterior Guarnición Militar(PB):	Luminario tipo "Wall Pack", de 175 W, Vapor de Mercurio, 127 VCA.
* Alumbrado Exterior Guarnición Militar(PA):	Luminario Incandescente de 60 W, 127 V.

**ALUMBRADO EXTERIOR Y PERIMETRAL.**

El método de calcular el nivel de lux que se pueden esperar de cualquier arreglo y número de proyectores requeridos para producir un nivel dado, es más complicado que el cálculo de iluminación interior. Esto es debido a que hay muchos factores variables, tales como la distancia del área a los luminarios, la altura de montaje y el enfoque.

El seleccionar el enfoque adecuado requiere algo de conocimiento de las necesidades de la aplicación particular. También se requiere hacer algunos ajustes en el campo para producir los mejores resultados.

Debido a que la planta es existente como Estación de Medición, se requiere estandarizar los luminarios nuevos con los existentes, por lo que el criterio para seleccionarlos será similar al existente:

**Alumbrado Perimetral:**

- Postes metálicos de **8 metros** de altura.
- **40 metros** de distancia entre poste y poste.
- 2 Luminarios de **Vapor de Sodio, 250 W, 480 VCA**, por poste.

**Alumbrado Exterior:**

- Postes metálicos de **15 metros** de altura.
- Colocados de acuerdo a necesidades específicas.
- Tres luminarios de **Vapor de Sodio, 1000 W, 480 VCA**, por poste.
- Con luces de obstrucción **Incandescentes (1 por poste), 100 W, 127 VCA**.

Características de las luminarias utilizadas para cada uno de los planos generados:

<b>Plano No. 1060:</b> (Sistema General de Alumbrado)
---

- |                         |  |
|-------------------------|--|
| * Alumbrado Exterior:   | Luminarios triples de Vapor de Sodio, 480 VCA, 2 fases, 2 hilos, 1000 W, 60 Hz, con luces de obstrucción Incandescentes (1 por poste) 127 VCA, 1 fase, 2 hilos, 60 Hz, con relevador. En poste de 15 mts. de altura. |
| * Alumbrado Perimetral: | Dos luminarios de Vapor de Sodio, Autobalastados tipo reflector, 250 W, 480 VCA, 2 fases, 2 hilos, 60 Hz. En poste de 8 mts. de altura.  |

<b>Plano No. 1060B:</b> (Sistema General de Alumbrado Barda Perimetral)
---

- |  |   |
|--|---|
| * Alumbrado Perimetral:<br>(Area helipuerto) | Dos luminarios de Vapor de Sodio, Autobalastados tipo reflector, 250 W, 480 VCA, 2 fases, 2 hilos, 60 Hz. En poste de 8 mts. de altura. |
|--|---|

**5.9.- PLANOS GENERADOS.**

Se generan los planos siguientes:

- |           |  |
|-----------|--|
| No. 1060  | Sistema General de Alumbrado.  |
| No. 1060A | Sistema General de Alumbrado en Subestación Eléctrica y Cobertizo de Bombas Contra incendio. |
| No. 1060B | Sistema General de Alumbrado en Barda Perimetral.  |
| No. 1062  | Sistema General de Alumbrado en Cuarto de Control.   |
| No. 1062A | Fuerza y Alumbrado; Caseta Tratamiento de Aguas Negras y Caseta Detectores de Humedad.       |
| No. 1062B | Sistema de Alumbrado en Guarnición Militar.  |
| No. 1064  | Tableros de Alumbrado y Cuadros de Carga (1 de 2).   |
| No. 1064A | Tableros de Alumbrado y Cuadros de Carga (2 de 2).   |
| No. 1065  | Detalles de Alumbrado.   |

**BIBLIOGRAFIA**

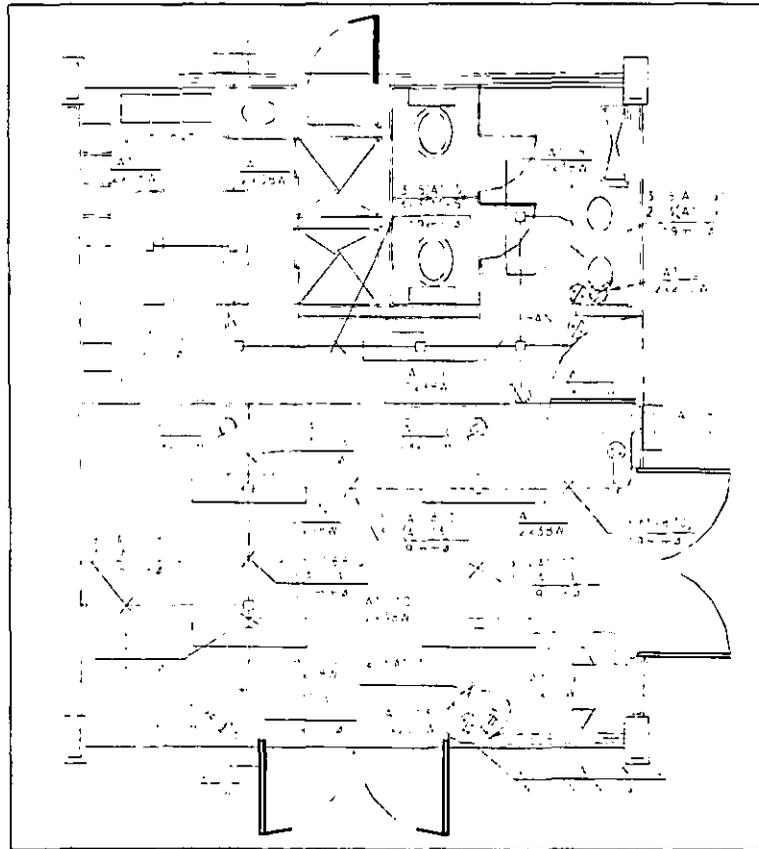
- ❑ Ingeniería Básica y de Detalle para las Estaciones de Compresión. **Bases de Diseño del Proyecto para Instalar. Estación de Compresión y Almacenamiento de Gas Natural “Los Ramones”.**
- ❑ **Procedimientos de Cálculo para el Diseño de Proyectos Eléctricos en Mediana y Baja Tensión para la Industria Petrolera.** López Portillo Alberto, Trujillo Jacobo Gerardo. Tesis Profesional, ESIME, IPN. México 1997.
- ❑ **Manual de Procedimientos de Ingeniería de Diseño.** PEMEX Subdirección de Proyecto y Construcción de Obras. Gerencia de Ingeniería de Proyectos, 1990. Capítulo L/III; «Procedimientos Para Cálculo de Alumbrado», páginas 135 a 202.
- ❑ **Manual del Alumbrado.** Westinghouse. Tercera Edición. Editorial DOSSAT, S.A. 1984.
- ❑ **Catálogo de Productos OSRAM.**
- ❑ **Catálogo de Productos HOLOPHANE.**
- ❑ **Catálogo General de Especificaciones 98, PHILIPS.**
- ❑ **Product Guide 1999, CHALMIT LIGHTING.** HUBELL DE MEXICO, 1999.
- ❑ **NOM-001-SEDE-1999.** “Instalaciones Eléctricas (Utilización)”. **Capítulo 4.4** «Equipos de Uso General, Artículo 410» y **Capítulo 4.9** «Instalaciones Destinadas al Servicio Público, Artículo 930»
- ❑ **PEMEX 2.346.01,** Alumbrado para Instalaciones Industriales. Segunda Edición 1987.
- ❑ **IMP A0.593,** Sistema General de Alumbrado. Estándares de Ingeniería, 1981.
- ❑ Cursos Abiertos; Iluminación Eficiente de Vialidades y Areas Exteriores. Tema; “**Proyectores**”. Ing. Jaime Galindo Salgado. Facultad de Ingeniería U.N.A.M. 1999.
- ❑ Cursos Abiertos; Iluminación Eficiente de Vialidades y Areas Exteriores. Tema; “**Terminología**”. Ing. Daniel García Rodríguez. Facultad de Ingeniería U.N.A.M. 1999.

- Cursos Abiertos; Iluminación Eficiente de Vialidades y Areas Exteriores. Tema; “**Dispositivos Para Ahorro de Energía**”. Ing. Ernesto Mendoza Estrada. Facultad de Ingeniería U.N.A.M. 1999.
- <http://www.holophane.com.mx> , sitio WEB de HOLOPHANE MEXICO.
- <http://www.lighting.philips.com> , sitio WEB de PHILIPS.
- <http://www.crouse-hinds.com/worldwide> , sitio WEB de CROUSE-HINDS DOMEX.
- <http://www.hubell.com.mx> , sitio WEB de CROUSE-HINDS DOMEX.

# CAPITULO 6

---

## CONCLUSIONES



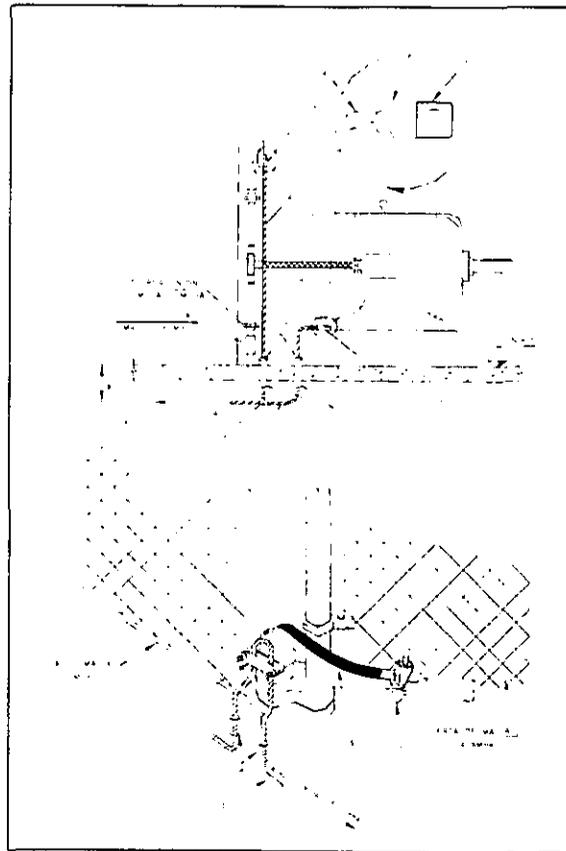
- ❖ La Clasificación de Áreas tiene como fin el delimitar las áreas potencialmente peligrosas. Esto es parte medular en todo proyecto a realizarse, sobre todo en el caso de la industria y en especial de aquellas que manejan sustancias o productos inflamables, todo esto en pro de una mayor efectividad en el trabajo y seguridad en las instalaciones.
- ❖ Para que pueda ocurrir una explosión se necesitan tres factores; una mezcla inflamable (combustibles como los gases, petróleo, etc.), un medio conductor (generalmente el aire) y una fuente de ignición (cualquier chispa que pueda iniciar una explosión). Se debe cuidar entonces de limitar al menos uno de éstos factores hasta niveles donde se asegure que no existirá el riesgo de explosión.
- ❖ Toda área peligrosa clasificada como Clase 1 División 1, debe estar rodeada por otra área Clase 1 División 2.
- ❖ El cálculo de corto circuito constituye un tema muy amplio y que requiere de cierto detalle para la comprensión de todos los fenómenos asociados y las técnicas de análisis empleadas. Actualmente existen programas de cómputo que realizan dicho estudio, simplificando con esto en gran medida el análisis.
- ❖ Muchos proveedores hoy en día ponen a disposición en sus respectivas páginas WEB, programas de computadora para realizar procedimientos básicos utilizados normalmente en el desarrollo de todo diseño eléctrico, como por ejemplo el cálculo de alumbrado, el diseño preliminar de tableros de distribución, arreglo de los CCM'S entre otros. Tal es el caso de HOLOPHANE, SQUARE D, CROSS-HINDS, ALLEN-BRADLEY, etc.
- ❖ Mucha de la información técnica que se requiere, podemos encontrarla en las páginas electrónicas de los proveedores; catálogos, curvas, características de nuevos productos, especificaciones, etc., simplificando con esto el tiempo de espera de información requerida cuando no se tiene disponible.
- ❖ Cuando se tenga la opción de alimentar equipos a 220 ó a 480 V, se preferirá hacerlo a 480, pues esto repercute en el diámetro del calibre necesario para conducir la energía con seguridad. Mientras menor sea el voltaje, mayor es la corriente que circula, traduciéndose esto en necesidad de contar con conductores más gruesos.

- ❖ Un aspecto importante a considerar es el tipo de arranque de los motores a emplear, principalmente aquellos que se arrancan directamente de la línea, pues en algunos casos la corriente requerida en este lapso , alcanza hasta 8 veces su valor nominal.
- ❖ El objetivo de un sistema de tierras en una instalación eléctrica es proporcionar una superficie debajo del suelo y alrededor de la instalación, que tenga un potencial tan uniforme como sea posible, y lo más próximo posible a cero, o al potencial absoluto de tierra.
- ❖ La intensidad de un shock eléctrico depende en gran medida de la corriente que es forzada a circular por el cuerpo y de la trayectoria que esta siga, y no tanto del voltaje aplicado. De aquí la importancia de aterrizar todos los equipos que en determinado momento pudieran resultar peligrosos para el personal en la Estación.
- ❖ La importancia de alimentar las lámparas a su tensión nominal establecida, radica en que cualquier variación por encima o debajo de su valor nominal, provoca cambios en sus características, afectando con ello el desempeño y la vida útil de las mismas.
- ❖ Los resultados obtenidos en cualquiera de las memorias de cálculo aquí hechas, no deben considerarse como absolutos, el diseñador deberá en muchas ocasiones aplicar su criterio propio, siempre y cuando no se afecte en demasía el diseño.
- ❖ Un problema bastante persistente que se encontró en el diseño de este trabajo, fue el uniformizar los equipos ya encontrados con los nuevos a instalar, de tal manera que coincidieran en cuanto a criterios de selección en equipo. Esto nos demuestra la influencia del criterio propio del diseñador.
- ❖ En la construcción de la obra, en ocasiones es necesario hacer ajustes en campo, de acuerdo a particularidades no previstas en el diseño. Haciendo con esto que existan pequeñas diferencias respecto al trabajo originalmente planteado.
- ❖ Nunca un proyecto de esta magnitud queda exactamente como está plasmado en papel, habiendo siempre pequeñas modificaciones en cuanto a trayectorias, cantidad de material, posición de equipo menor, etc.

# ANEXO A

---

## TABLAS



PARA OBTENER	VALOR CONOCIDO	SISTEMA		
		CORRIENTE DIRECTA	MONOFASICO (2 HILOS)	TRIFASICO (3 ó 4 HILOS)
AMPERES ( $I_n$ )	C.P.	$I_n = \frac{746 \times C.P.}{E \times \eta}$	$I_n = \frac{746 \times C.P.}{E_f \times \eta \times FP}$	$I_n = \frac{746 \times C.P.}{3E_l \times \eta \times FP}$
AMPERES ( $I_n$ )	KW	$I_n = \frac{1000 \times kW}{E}$	$I_n = \frac{1000 \times kW}{E_f \times FP}$	$I_n = \frac{1000 \times kW}{3E_l \times FP}$
AMPERES ( $I_n$ )	KVA	-	$I_n = \frac{1000 \times kVA}{E_f}$	$I_n = \frac{1000 \times kVA}{3 \times E_l}$
CAIDA DE TENSION EN % $e\%$		$e\% = \frac{4 \times l \times I_n}{E \times S}$	$e\% = \frac{4 \times l \times I_n}{E_f \times S}$	$e\% = \frac{2 \times 3 \times l \times I_n}{E_l \times S}$

DONDE:

- $I_n$  = Corriente nominal en amperes.  
 $C.P.$  = Potencia en H.P.  
 $kW$  = Potencia en kW.  
 $kVA$  = Potencia en kVA.  
 $E$  = Voltaje (de línea o fase según subíndice) en volts.  
 $l$  = Longitud del circuito en metros.  
 $e\%$  = Caída de tensión en %.  
 $S$  = Sección transversal del conductor en  $mm^2$ .  
 $FP$  = Factor de potencia.  
 $\eta$  = Eficiencia.

Tabla No. C3-1. Fórmulas Eléctricas.

DIAMETRO CABLE (mm)	20	30	40	50	60	70	80
Cable con plomo ext. °C	12	15	17	18	20	21	22
Cable con cubierta opaca (yute, PVC, etc.) °C	14	17	19	21	24	26	28

Cuando un cable está expuesto al sol, la temperatura de su superficie exterior aumenta con respecto a la del ambiente a la sombra. Aunque la situación no es tan desfavorable cuando hay viento, conviene considerar las condiciones más críticas para efectos de cálculo. La siguiente tabla proporciona datos empíricos sobre los incrementos que se deben dar a la temperatura ambiente a la sombra (tomada generalmente con 40°C) para calcular la corriente de los cables.

Tabla No. C3-2. Cables expuestos al sol.

TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA MAXIMA PERMISIBLE EN EL AISLAMIENTO (°C)			
	60	75	85	90
31-40	0.82	0.88	0.90	0.91
41-45	0.71	0.82	0.85	0.87
46-50	0.58	0.75	0.80	0.82
51-55	0.41	0.67	0.74	0.76
56-60	-	0.58	0.67	0.71
61-70	-	0.35	0.52	0.58
71-80	-	-	0.30	0.41

Tabla No. C3-3. Factores de Corrección por Temperatura.

NUMERO DE CONDUCTORES QUE LLEVAN CORRIENTE	FACTORES DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO
Hasta 3	1.00
4 a 6	0.80
7 a 9	0.70
10 a 20	0.50
21 a 30	0.45
31 a 40	0.40
41 y más	0.35

Tabla No. C3-4. Factores de Corrección por Agrupamiento para más de Tres Conductores en Canalización.

PROFUNDIDAD DE INSTALACION EN METROS	CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS		CABLES EN DUCTOS SUBTERRANEOS	
	5 kV a 23 kV.	35 kV	5kV a 23 kV	35 kV
0.9	1.00	-	1.00	-
1.0	0.99	-	0.99	-
1.2	0.98	1.00	0.98	1.00
1.5	0.97	0.99	0.97	0.99
1.8	0.96	0.98	0.95	0.97
2.5	0.95	0.96	0.91	0.92

Tabla No. C3-5. Factores de corrección por incremento en la profundidad de instalación.

No. FILAS DE TUBOS VERTIC.	NUMERO DE FILAS DE TUBOS HORIZONTALMENTE					
	1	2	3	4	5	6
1	1.00	0.94	0.91	0.88	0.87	0.80
2	0.92	0.87	0.84	0.81	0.80	0.79
3	0.85	0.81	0.78	0.76	0.75	0.74
4	0.82	0.78	0.74	0.73	0.72	0.72
5	0.80	0.76	0.72	0.71	0.70	0.70
6	0.79	0.75	0.71	0.70	0.69	0.63

Tabla No. C3-6. Factores de corrección por agrupamiento de tubos conduits aéreos.

No. FILAS DE TUBOS VERTIC.	NUMERO DE FILAS DE TUBOS HORIZONTALMENTE					
	1	2	3	4	5	6
1	1.00	0.87	0.77	0.72	0.68	0.65
2	0.87	0.71	0.62	0.57	0.53	0.50
3	0.77	0.62	0.53	0.48	0.45	0.42
4	0.72	0.57	0.48	0.44	0.40	0.38
5	0.68	0.53	0.45	0.40	0.37	0.35
6	0.65	0.50	0.42	0.38	0.35	0.32

a) Un cable triplex o tres cables monofásicos en el mismo ducto, o un cable tripolar por ducto.

No. FILAS DE TUBOS VERTIC.	NUMERO DE FILAS DE TUBOS HORIZONTALMENTE					
	1	2	3	4	5	6
1	1.00	0.88	0.79	0.74	0.71	0.69
2	0.88	0.73	0.65	0.61	0.57	0.56
3	0.79	0.65	0.56	0.52	0.49	0.47
4	0.74	0.60	0.52	0.49	0.46	0.45
5	0.61	0.57	0.50	0.47	0.44	0.42
6	0.68	0.55	0.48	0.45	0.42	0.40

b) Un cable monofásico por ducto (no magnético).

Los factores de corrección de un cable monofásico por ducto se aplican también a cables directamente enterrados.

Tabla No. C3-7. Factores de corrección por agrupamiento en instalación subterránea de cables.

NUMERO DE CHAROLAS	NUMERO DE CIRCUITOS		
	1	2	3
1	0.95	0.90	0.88
2	0.90	0.85	0.83
3	0.88	0.83	0.81
6	0.86	0.81	0.79

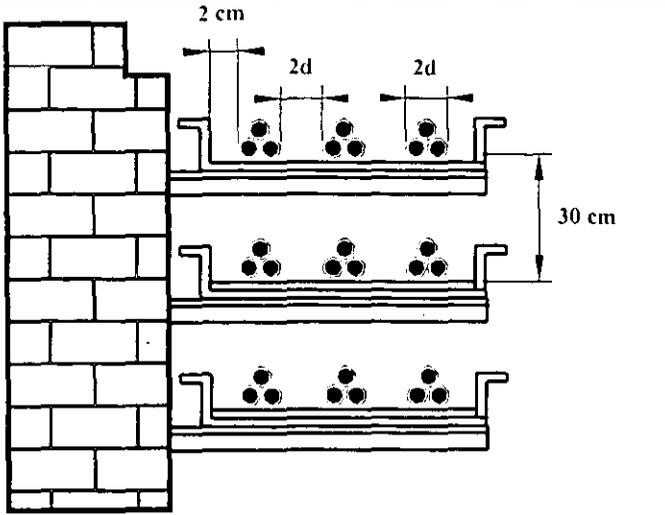
A) Cables monofásicos con espaciamento (circulación de aire restringida)

NUMERO DE CHAROLAS	NUMERO DE CIRCUITOS		
	1	2	3
1	1.00	0.97	0.96
2	0.97	0.94	0.93
3	0.96	0.93	0.92
6	0.94	0.91	0.90

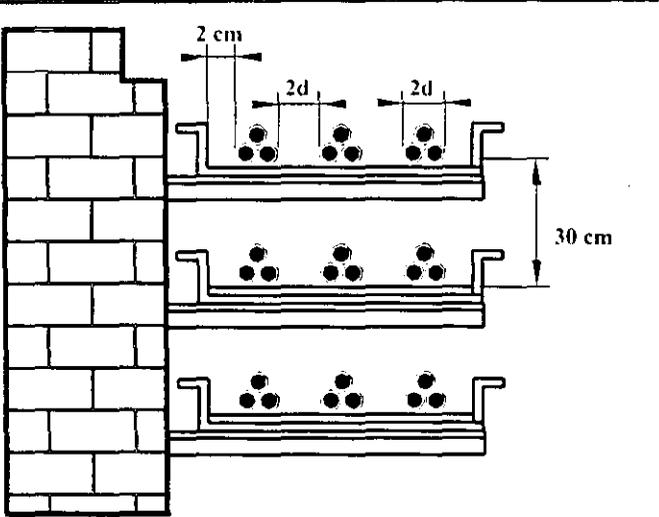
B) Cables monofásicos con espaciamento.

Tabla No. C3-8. Factores de corrección por agrupamiento en charolas (al aire libre y sin incidencia de rayos solares)\*.

\*Diseño de Instalaciones Eléctricas para la Rehabilitación y Modernización de la Estación de Compresión y Almacenamiento de Gas Natural, Los Ramones, Nuevo León\*.

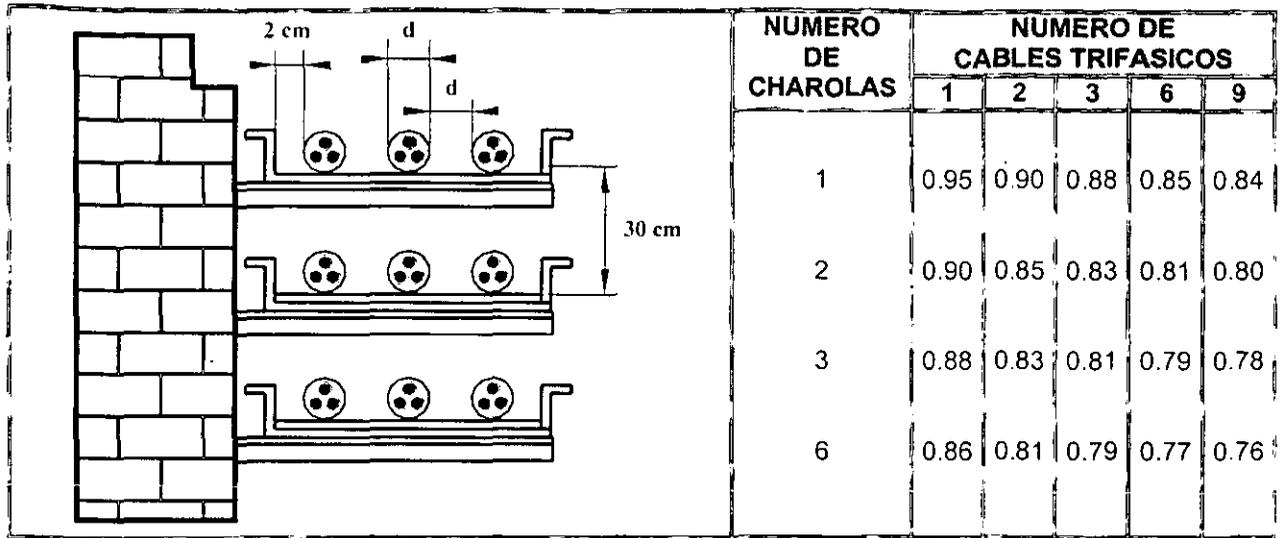
	NUMERO DE CHAROLAS	NUMERO DE CIRCUITOS		
		1	2	3
1		0.95	0.90	0.88
2		0.90	0.85	0.83
3		0.88	0.83	0.81
6		0.86	0.81	0.79

C) Cables triplex o monoplares en configuración trébol (circulación de aire restringida)

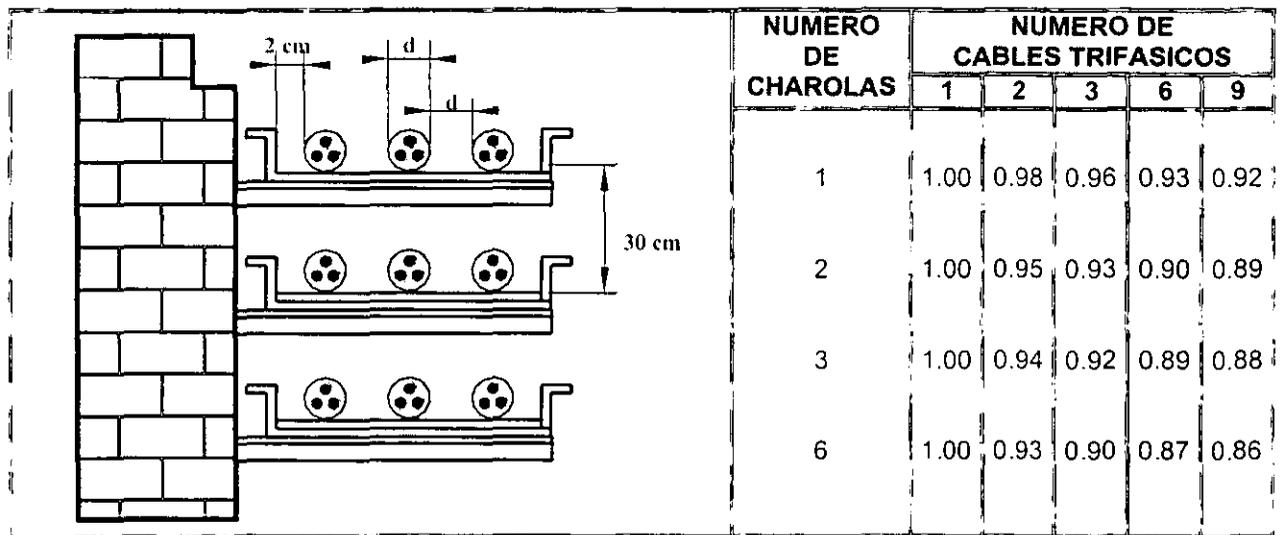
	NUMERO DE CHAROLAS	NUMERO DE CIRCUITOS		
		1	2	3
1		1.00	0.98	0.96
2		1.00	0.95	0.93
3		1.00	0.94	0.92
6		1.00	0.93	0.90

D) Cables triplex o monoplares en configuración trébol.

Tabla No. C3-8. Factores de corrección por agrupamiento en charolas (al aire libre y sin incidencia de rayos solares)\*. (CONTINUACION 1)

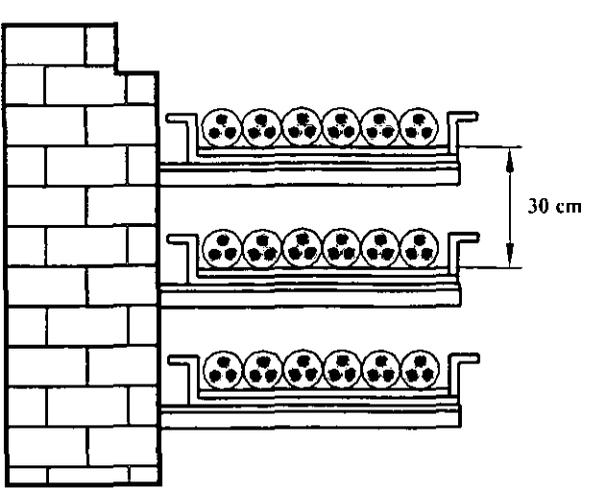


E) Cables trifásicos con espaciamento (circulación de aire restringida)

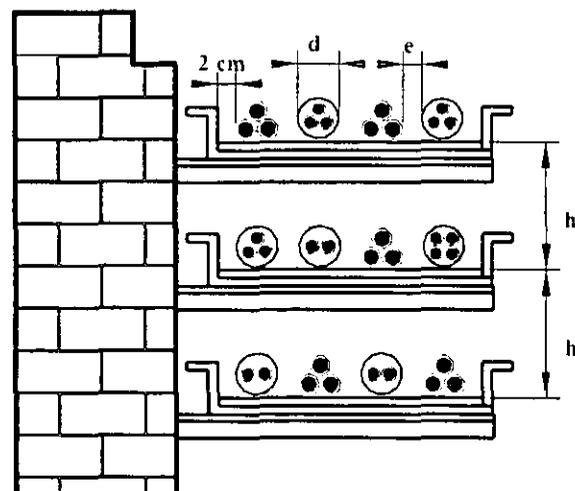


F) Cables trifásicos con espaciamento.

Tabla No. C3-8. Factores de corrección por agrupamiento en charolas.  
(al aire libre y sin incidencia de rayos solares)\*.  
(CONTINUACION 2)

	NUMERO DE CHAROLAS	NUMERO DE CABLES TRIFASICOS				
		1	2	3	6	9
1	0.95	0.84	0.80	0.75	0.73	
2	0.95	0.80	0.76	0.71	0.69	
3	0.95	0.78	0.74	0.70	0.68	
6	0.95	0.76	0.72	0.68	0.66	

G) Cables trifásicos juntos (circulación de aire restringida)

	NUMERO DE CHAROLAS	NUMERO DE CABLES O TREBOLES				
		1	2	3	4	5
1	1.00	0.93	0.87	0.84	0.83	
2	0.89	0.83	0.79	0.76	0.75	
3	0.80	0.76	0.72	0.70	0.69	
6	0.74	0.69	0.64	0.63	0.62	

H) Cuando  $\frac{1}{4} < e$  y  $h < d$

Tabla No. C3-8. Factores de corrección por agrupamiento en charolas.  
(al aire libre y sin incidencia de rayos solares).  
(CONTINUACION 3)

En el caso de que los cables estén instalados al aire libre y expuestos a los rayos solares, los factores anteriores deberán multiplicarse por 0.9.

"Diseño de Instalaciones Eléctricas para la Rehabilitación y Modernización de la Estación de Compresión y Almacenamiento de Gas Natural, Los Ramones, Nuevo León".

CLASIFICACION DEL TRABAJO	PORCIENTO DE LA CORRIENTE NOMINAL INDICADA EN PLACA			
	Régimen de trabajo de diseño del motor			
	5 minutos	30 minutos	30 y 60 minutos	Servicio continuo
<b>De corto tiempo:</b> Accionamiento de válvulas, ascenso y descenso de rodillos.	110	120	150	
<b>Servicio Intermitente;</b> Ascensores y montacargas, máquinas herramientas, bombas, puentes levadizos, mesas giratorias, etc.	85	85	90	140
<b>Servicio Periódico;</b> Rodillos, equipos de manejo de minerales y carbón, etc.	85	90	95	140
<b>Trabajo Variable.</b>	110	120	150	200

Tabla No. C3-9. Porcentajes para la selección de conductores alimentadores a motores Que no operen en servicio continuo.

CALIBRE AWG/kCM	RESISTENCIA A LA CORRIENTE ALTERNA CONDUCTOR DE COBRE		
	25°C ( $\Omega$ /Km)	75°C ( $\Omega$ /Km)	90°C ( $\Omega$ /Km)
8	2.14	2.56	2.69
6	1.35	1.62	1.70
4	0.848	1.02	1.07
2	0.533	0.638	0.670
1/0	0.336	0.402	0.422
2/0	0.266	0.320	0.335
3/0	0.212	0.254	0.266
4/0	0.168	0.201	0.211
250	0.143	0.171	0.179
350	0.103	0.122	0.128
500	0.0725	0.0862	0.108
750	0.0497	0.0586	0.0613
1000	0.0387	0.0452	0.0556

Tabla No. C3-10. Valores de Resistencia en C.A. de conductores de Cobre.

CONSTRUCCION DEL CONDUCTOR	RMG
Alambre Sólido	0.779 r
<b>Cable de un solo material:</b>	
7 hilos	0.726 r
19 hilos	0.758 r
37 hilos	0.768 r
61 hilos	0.772 r
91 hilos	0.774 r
127 hilos	0.776 r

r = radio del conductor.

Tabla No. C3-11. Radio Medio Geométrico de Conductores Usuales.

AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL DEL CONDUCTOR		CONDUCTOR CONCENTRICO NORMAL		
AWG MCM	mm <sup>2</sup>	Número de Alambres	Diámetro exterior nominal mm	Resistencia Eléctrica nominal C.D. Ohms/km 20°C
14	2.082	7	1.85	8.45
12	3.307	7	2.33	5.32
10	5.260	7	2.93	3.34
8	8.367	7	3.70	2.10
6	13.30	7	4.67	1.32
4	21.15	7	5.88	0.832
2	33.62	7	7.42	0.523
1/0	53.48	19	9.47	0.329
2/0	67.43	19	10.63	0.261
3/0	85.01	19	11.94	0.207
4/0	107.20	19	13.40	0.164
250	126.70	37	14.62	0.139
300	152.00	37	16.01	0.116
400	202.70	37	18.49	0.0868
500	253.40	37	20.67	0.0694
750	380.00	61	25.34	0.0463
1000	506.70	61	29.27	0.0347

Tabla No. C3-12. Características de Conductores Concéntricos Normales.

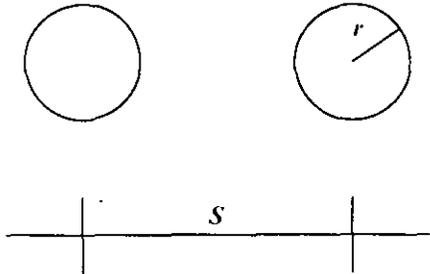
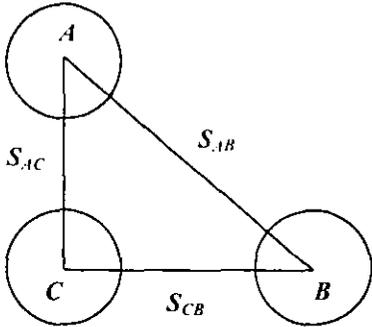
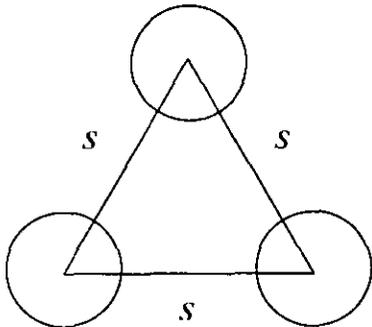
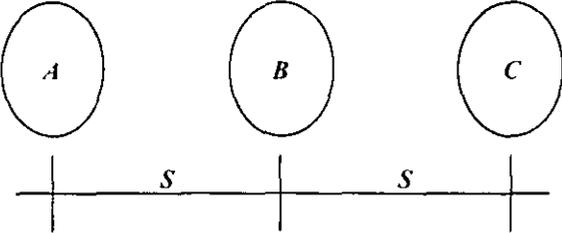
 $L_m = 2 \times 10^{-4} \ln \left( \frac{S}{RMG} \right)$	 <p style="text-align: center;"><math>S_{AB} \neq S_{BC} \neq S_{CA}</math></p> <p>El valor medio de la inductancia total del sistema es:</p> $L = 2 \times 10^{-4} \ln \left( \frac{DMG}{RMG} \right)$ <p>Donde DMG es la distancia media geométrica y queda definida como:</p> $DMG = \sqrt[3]{S_{AB} \times S_{BC} \times S_{CA}}$
<p>Forma Triangular Equidistante:</p>  $L = 2 \times 10^{-4} \ln \left( \frac{S}{RMG} \right)$	 <p>El valor medio de la inductancia total es:</p> $L_m = 2 \times 10^{-4} \ln \left( \frac{DMG}{RMG} \right)$ <p>Donde:</p> $DMG = \sqrt[3]{2 \times S}$

Tabla No. C3-13. Fórmulas de Cálculo de Inductancia Total (H/km).

TEMPERATURA MAX. DE OPERACIÓN	60 °C		75 °C		90 °C	
TIPOS	TW*, UF*		THW*, THWN*, XHHW*, TTHW*, RHW*		RHH*, TTHW*, XHHW*	
AWG kCM	EN TUBERIA	AL AIRE	EN TUBERIA	AL AIRE	EN TUBERIA	AL AIRE
14	20*	25*	20*	30*	25*	35*
12	25*	30*	25*	35*	30*	40*
10	30	40	35*	50*	40*	55*
8	40	60	50	70	55	80
6	55	80	65	95	75	105
4	70	105	85	125	95	140
2	95	140	115	170	130	190
1/0	125	195	150	230	170	260
2/0	145	225	175	265	195	300
3/0	165	260	200	310	225	350
4/0	195	300	230	360	260	405
250	215	340	255	405	290	455
300	240	375	285	445	320	505
350	260	420	310	505	350	570
400	280	455	335	545	380	615
500	320	515	380	620	430	700
600	355	575	420	690	475	780
750	400	655	475	785	535	885
1000	455	780	545	935	615	1055

\* La protección para sobrecorriente para conductores marcados con el asterisco (\*), no deben exceder de:

- 15 A para 14 AWG, 20 A para 12 AWG y 30 A para 10 AWG, para conductores de cobre.
- 15 A para 12 AWG y 25 A para 10 AWG, para conductores de aluminio o aluminio recubierto de cobre, después que se han ampliado los factores de corrección por temperatura ambiente y agrupamiento de conductores.

**Tabla No. C3-14.** Capacidad de Conducción de Corriente. Permisible en Conductores de Cobre Aislados



Tipo	Area de sección transversal del conductor		Diámetro nominal del tubo (mm)											
	mm <sup>2</sup>	AWG	13	19	25	32	38	51	63	76	89	102	127	152
THW	2.082	14	9	15	25	44	60	99	142					
THW-LS	3.307	12	7	12	19	35	47	78	111	171				
THHW	5.260	10	5	9	15	26	36	60	85	131	176			
XHHW	8.367	8	2	4	7	12	17	28	40	62	84	108		
RHW	2.082	14	6	10	16	29	40	65	93	143	192			
RHH	3.307	12	4	8	13	24	32	53	76	117	157			
	5.260	10	4	6	11	19	26	43	61	95	127	163		
	8.367	8	1	3	5	10	13	22	32	49	66	85	133	
THW	13.30	6	1	2	4	7	10	16	23	36	48	62	97	141
	21.15	4	1	1	3	5	7	12	17	27	36	47	73	106
THW-LS	33.62	2	1	1	2	4	5	9	13	20	27	34	54	78
	53.48	1/0		1	1	2	3	5	8	12	16	21	33	49
THHW	67.43	2/0		1	1	1	3	5	7	10	14	18	29	41
	85.01	3/0		1	1	1	2	4	6	9	12	15	24	35
RHW	107.2	4/0			1	1	1	3	5	7	10	13	20	29
RHW y RHH (sin cubierta)	126.7	250			1	1	1	2	4	6	8	10	16	23
	152.0	300			1	1	1	2	3	5	7	9	14	20
	177.3	350				1	1	1	3	4	6	8	12	18
	202.7	400				1	1	1	2	4	5	7	11	16
	253.4	500				1	1	1	1	3	4	6	9	14
	380.0	750				1	1	1	1	2	3	4	6	9

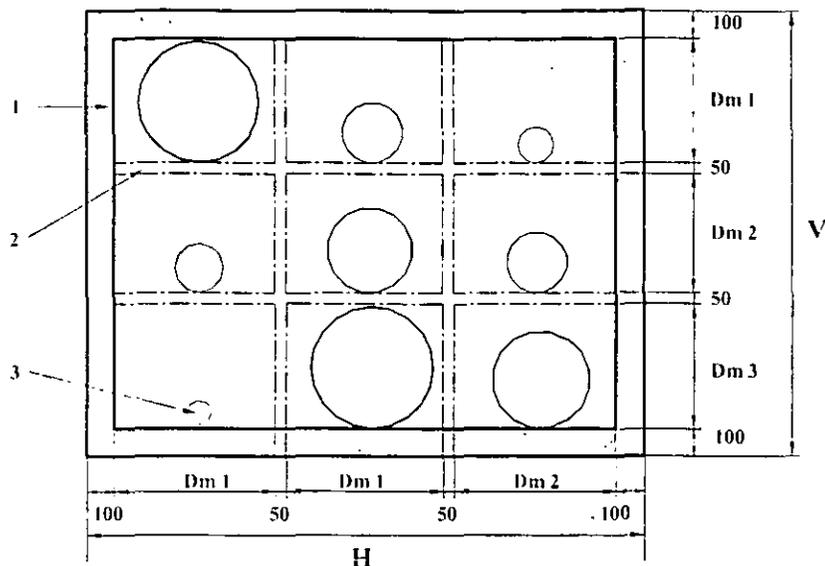
Tabla No. C3-16. Número Máximo de Conductores en Tubo Conduit o Tubería.

"Diseño de Instalaciones Eléctricas para la Rehabilitación y Modernización de la Estación de Compresión y Almacenamiento de Gas Natural, Los Rámones, Nuevo León".

Tipo	Área de sección transversal del conductor		Diámetro nominal del tubo (mm)											
	mm <sup>2</sup>	AWG	13	19	25	32	38	51	63	76	89	102	127	152
THWN	2.082	14	13	24	39	69	94	154						
	3.307	12	10	18	29	51	70	114	164					
THHN	5.260	10	6	11	18	32	44	73	104	160				
	8.367	8	3	5	9	16	22	36	51	79	106	136		
FEP (14 A 12)	13.30	6	1	4	6	11	15	26	37	57	76	98	154	
	21.15	4	1	2	4	7	9	16	22	35	47	60	94	137
	33.62	2	1	1	3	5	7	11	16	25	33	43	67	97
FBP (14 A 8)	53.48	1/0		1	1	3	4	7	10	15	21	27	42	61
	67.43	2/0		1	1	2	3	6	8	13	17	22	35	51
	85.01	3/0		1	1	1	3	5	7	11	14	18	29	42
	107.2	4/0		1	1	1	2	4	6	9	12	15	24	35
XHHW (4 a 500)	126.7	250			1	1	1	3	4	7	10	12	20	28
	152.0	300			1	1	1	3	4	6	8	11	17	24
	202.7	400				1	1	1	3	5	6	8	13	19
	253.4	500				1	1	1	2	4	5	7	11	16
	380.0	750					1	1	1	2	3	4	7	11
XHHW	13.30	6				9	13	21	30	47	63	81	128	185
	380.0	750					1	1	1	2	3	4	7	10

Tabla No. C3-16. Número Máximo de Conductores en Tubo Conduit o Tubería (CONTINUACION 1).

"Discreto de Instalaciones Eléctricas para la Rehabilitación y Modernización de la Estación de Compresión y Almacenamiento de Gas Natural, Los Rumberos, Nueva León".



Acotación en mm

Donde:

- Dm = Diámetro mayor.
- 1 = Concreto.
- 2 = Varilla.
- 3 = Tubería.

La distancia horizontal (H) debe ser mayor que la distancia vertical (V).

Tabla No. C3-17. Esquema representativo de un banco de tuberías.

MEDIO SEPARADOR	SEPARACION MINIMA (cm)
Tierra Compactada	30.0
Tabique	10.0
Concreto	5.0

OBSERVACIONES:

1. Para cables submarinos la separación debe ser de 1.5 veces la profundidad.
2. Previo acuerdo entre las partes involucradas, pueden reducirse estas separaciones.

Tabla No. C3-18. Separación mínima entre ductos o bancos de ductos y con respecto a otras estructuras subterráneas.

LOCALIZACION	PROFUNDIDAD MINIMA (m)
En lugares no transitados por vehículos.	0.3
En lugares transitados por vehículos.	0.5
Bajo carreteras.	1.0
Bajo la base inferior de rieles en vías de ferrocarril ubicadas en calles pavimentadas.	0.9
Bajo la base inferior de rieles en vías de ferrocarril ubicadas en calles o caminos no pavimentados.	1.27

## OBSERVACIONES:

1. Cuando se instalen cables para diferentes tensiones eléctricas en una misma trinchera, los cables de mayor tensión deben estar a mayor profundidad.
2. Los cables submarinos deben enterrarse en una trinchera de 1m de profundidad hasta alcanzar 10m de calado en zonas de arena. En zonas de roca, deben protegerse con medias cañas de fierro; en partes más profundas deben ir depositadas en el lecho marino a fondo perdido.
3. Cuando no sea posible cumplir con estas profundidades, podrá reducirse previo acuerdo entre las partes involucradas.

**Tabla No. C3-19.** Profundidad mínima de los ductos o bancos de ductos.

POTENCIA EN HP DEL MOTOR	TAMANO NEMA DEL INTERRUPTOR- ARRANCADOR
Hasta 2	00
Hasta 5	0
Hasta 10	1
Hasta 25	2
Hasta 50	3
Hasta 100	4
Hasta 200	5
Hasta 400	6
Hasta 600	7

**Tabla No. C3-20.** Combinación arrancador Interruptor Termomagnético a Tensión Plena.  
(3 polos, 60 Hz, 600 VCA máximo)

CP	KW	TENSION NOMINAL DE ARMADURA		
		120 V	240 V	500 V
1/4	0.1865	3.1	1.6	—
1/3	0.2486	4.1	2.0	—
1/2	0.3730	5.4	2.7	—
3/4	0.5595	7.6	3.8	—
1	0.746	9.5	4.7	—
1 1/2	1.119	13.2	6.6	—
2	1.492	17.0	8.5	—
3	2.238	25.0	12.2	—
5	3.730	40.0	20.0	—
7 1/2	5.595	58.0	29.0	13.6
10	7.46	76.0	38	18
15	11.19	—	55	27
20	14.92	—	72	34
25	18.65	—	89	43
30	22.38	—	106	51
40	29.84	—	140	67
50	37.30	—	173	83
60	44.76	—	206	99
75	55.95	—	255	123
100	74.60	—	341	164
125	93.25	—	425	205
150	111.9	—	506	246
200	149.2	—	675	330

Valores dados para motores funcionando a su velocidad normal.

Tabla No. C3-21. Corriente a Plena Carga en Amperes, de Motores de C.D.

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

CP	KW	127 V	220 V
1/6	0.1243	4.0	2.3
1/4	0.1865	5.3	3.0
1/3	0.2486	6.5	3.8
1/2	0.373	8.9	5.1
3/4	0.5595	11.5	7.2
1	0.746	14	8.4
1 1/2	1.119	18	10
2	1.492	22	13
3	2.238	31	18
5	3.73	51	29
7 1/2	5.595	72	42
10	7.46	91	52

Tabla No. C3-22. Corriente a Plena Carga en Amperes, de Motores Monofásicos de CA.

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

CP	KW	MOTOR DE INDUCCION DE JAULA DE ARDILLA Y ROTOR DEVANADO (AMPERES)			MOTOR SINCRONO, CON FACTOR DE POTENCIA UNITARIO (AMPERES)		
		220 V	440 V	2400 V	220 V	440 V	2400 V
1/2	0.373	2.1	1.0	-	-	-	-
3/4	0.5595	2.9	1.5	-	-	-	-
1	0.746	3.8	1.9	-	-	-	-
1 1/2	1.119	5.4	2.7	-	-	-	-
2	1.492	7.1	3.6	-	-	-	-
3	2.238	10.0	5.0	-	-	-	-
5	3.73	15.9	7.9	-	-	-	-
7 1/2	5.595	23.0	11.0	-	-	-	-
10	7.46	29.0	15.0	-	-	-	-
15	11.19	44	22	-	-	-	-
20	14.92	56	28	-	-	-	-
25	18.65	71	36	-	54	27	-
30	22.38	84	42	-	65	33	-
40	29.84	109	54	-	86	43	-
50	37.3	136	68	-	108	54	-
60	44.76	161	80	15	128	64	11
75	55.95	201	100	19	161	81	14
100	74.6	259	130	25	211	106	19
125	93.25	326	163	30	264	132	24
150	111.9	376	188	35	-	158	29
200	149.2	502	251	47	-	210	38

Tabla No. C3-23. Corriente a Plena Carga en Amperes, de Motores Trifásicos de C.A.

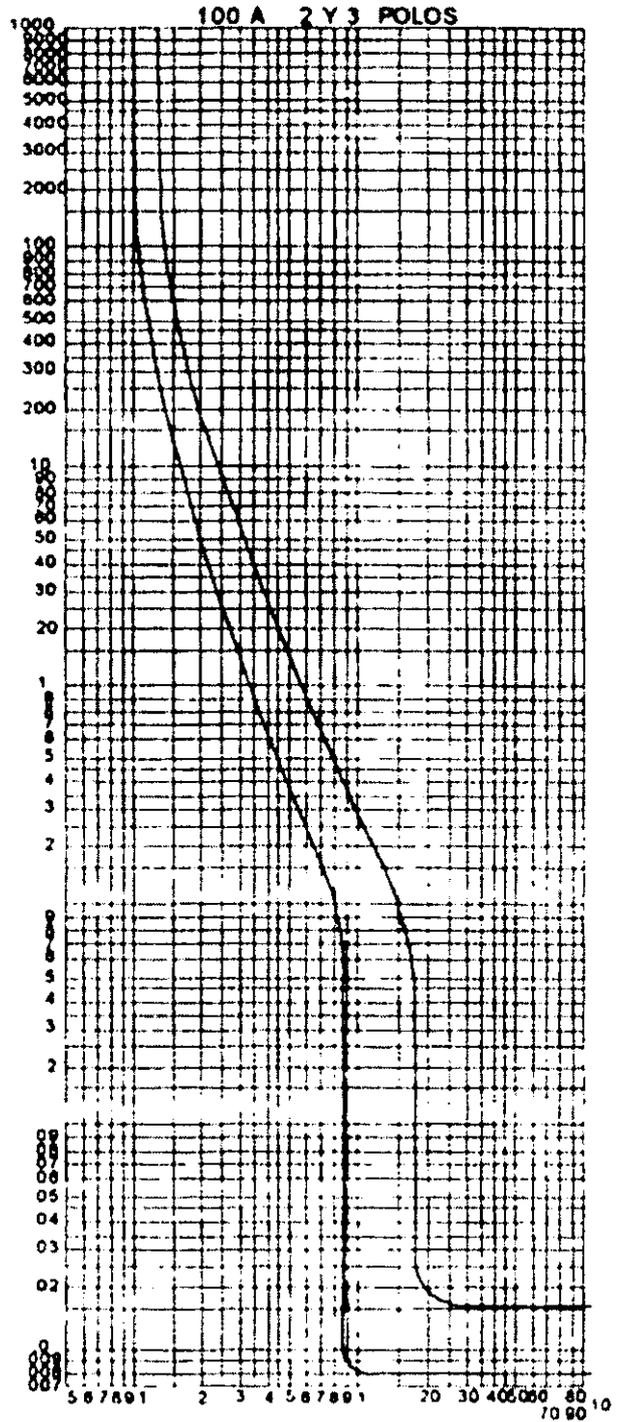
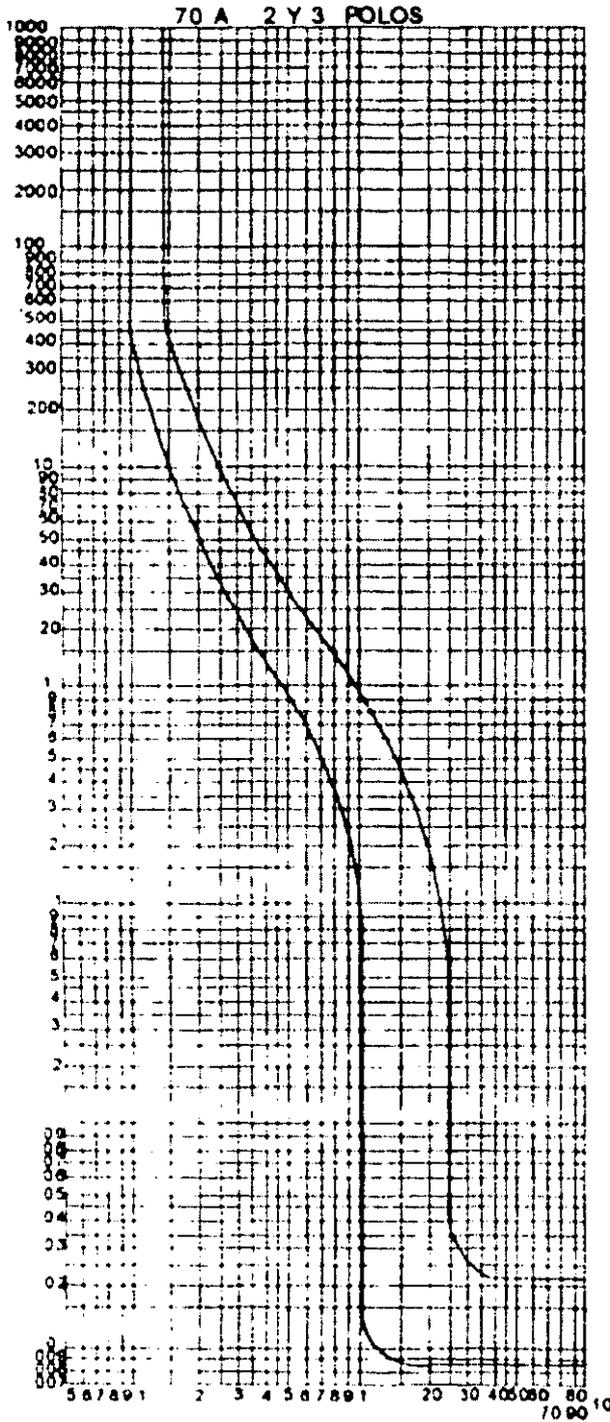
TIPO DE MOTOR	PORCIENTO DE LA CORRIENTE A PLENA CARGA			
	FUSIBLE SIN RETRASO DE TIEMPO	ELEMENTO DUAL (FUSIBLE CON RETRASO)	INTERRUPTOR CON DISPARO INSTANTANEO	INTERRUPTOR DE TIEMPO INVERSO
Monofásicos, todos los tipos sin letra de código.	300	175	700	250
Todos los motores monofásicos y polifásicos, jaula de ardilla con arranque a voltaje pleno, o arranque por reactor o resistor;				
Sin letra de código	300	175	700	250
Letras de código F a V.	300	175	700	250
Letras de código B a E.	250	175	700	250
Letra de código A.	150	150	700	150
Todos los motores de jaula de ardilla y sincros con arranque por autotransformador;				
No mayores de 30 amperes sin letra de código.	250	175	700	200
Mayores de 30 amperes sin letra de código.	200	175	700	200
Letras de código F a V.	250	175	700	200
Letras de código B a E.	200	175	700	200
Letra de código A.	150	150	700	150
Jaula de ardilla con alta reactancia;				
No mayores de 30 amperes sin letra de código.	250	175	700	250
Mayores de 30 amperes sin letra de código.	200	175	700	200
Rotor devanado sin letra de código.	150	150	250	150

Tabla No. C3-24. Capacidad máxima o ajuste del dispositivo de protección contra corto circuito y falla a tierra para el circuito derivado de motores.

	(Serie F) 100 AM	(Serie K) 250 AM	(Serie L) 400 AM	(Serie M) 1000 AM	(Serie N) 1200 AM	(Serie P) 2000 AM
Interruptores Industriales en Caja Moldeada (Interruptores Termomagnéticos) AD	15	125	225	500	900	600
	20	150	250	600	1000	700
	30	175	300	700	1200	800
	40	200	350	800		1000
	50	225	400	900		1200
	70	250		1000		1400
	100					1600
					1800	2000

Tabla No. C3-25. Interruptores Termomagnéticos de Caja Moldeada, 3 polos, 60 Hz, 600 VCA máximo. Amperes de Marco (AM), contra Amperes de Disparo (AD).

TIEMPO EN SEGUNDOS



MÚLTIPLOS DE LA CORRIENTE NOMINAL

MÚLTIPLOS DE LA CORRIENTE NOMINAL

Tabla No. C3-26. Curva característica de disparo de un Interruptor Termomagnético.

"Diseño de Instalaciones Eléctricas para la Rehabilitación y Modernización de la Estación de Compresión y Almacenamiento de Gas Natural, Los Ramones, Nuevo León".

KW	CORRIENTE MAXIMA EN AMPERES (A FP = 0.8)	
	240 V	480 V
30	90	45
50	150	75
75	226	113
100	300	150
125	376	188
150	452	226
200	600	300
250	752	376
300	904	452
350	1054	527
400	1204	602
500	1500	750
750	2260	1130
1000	3000	1500

Tabla No. C3-27. Capacidades de Generadores para Plantas de Emergencia (60 Hz).

POTENCIA DEL GENERADOR (kW)	POTENCIA DEL MOTOR (HP)	VELOCIDAD (RPM)	PRESION MEDIA EFECTIVA	CILINDRADA (LITROS) kg/cm <sup>2</sup>	NUMERO DE CILINDROS
75*	112	1800	7	8.1	4
100*	155	1800	6.4	12.17	6
125	202	1800	8	12.17	6
150	235	1800	10	12.17	8
200	315	1800	10	16.2	8
250	505	1800	17	14.6	6
350	660	1800	17	19.5	8
400	790	1200	18	32.2	8
600	1190	1200	18	48.3	12
900	1570	1200	18	64.5	16

\* Con aspiración natural, las que no se indican son con turbocargado.

Tabla No. C3-28. Algunos Tamaños Comerciales de Motores de Combustión, para Generadores en Plantas de Emergencia.

DESCRIPCION	Conductividad del Material (%)	Factor $\alpha_r$ @ 20 °C	$K_0$ @ 0°C	$T_m$ en °C	$\rho_r$ ( $\mu\Omega - cm$ ) a 20 °C	TCAP $J (cm^3 \cdot ^\circ C)$
Alambre de cobre suave estándar.	100.0	$3.93 \times 10^{-3}$	234	1083	1.7241	3.422
Alambre de cobre cocido duro comercial.	97.0	$3.81 \times 10^{-3}$	242	1084	1.7774	3.422
Alambre de cobre con aleación de plata.	40.0	$3.78 \times 10^{-3}$	245	1084/ 1300	4.397	3.846
Alambre de cobre con aleación de plata	30.0	$3.78 \times 10^{-3}$	245	1084/ 1300	5.862	3.846
Alambre comercial EC de aluminio.	61.0	$4.03 \times 10^{-3}$	228	657	2.862	2.556
Alambre de aluminio ligero 5095.	53.5	$3.53 \times 10^{-3}$	263	660	3.2226	2.598
Alambre de aluminio ligero 6201.	52.5	$3.47 \times 10^{-3}$	268	660	3.2840	2.598
Alambre de aluminio con aleación de plata.	20.3	$3.60 \times 10^{-3}$	258	660/ 1300	8.4805	2.670
Alambre de aleación de zinc con plata.	8.5	$3.20 \times 10^{-3}$	293	419/ 1300	20.1	3.931
Alambre plateado No 304.	2.4	$1.30 \times 10^{-3}$	749	1400	72.0	4.032

Tabla No. C4-1. Constantes de Materiales.

(Tomados de IEEE Guide For Safety in AC Substation Grounding IEEE Std 80-2000)

Tipo de Terreno	Promedio de Resistividad
Suelo Orgánico Mojado	10
Suelo Húmedo	$10^2$
Suelo Seco	$10^3$
Suelo Rocoso	$10^4$

Tabla No. C4-2. Rangos de resistividad de la tierra.

DURACION DE LA FALLA		FACTOR DE DECREMENTO
SEGUNDOS	CICLOS (60 HZ)	
0.008	½	1.65
0.1	6	1.25
0.25	15	1.1
0.5 ó más	30 ó más	1

Tabla No. C4-3. Valores del Factor de Decremento.

**NIVELES DE ILUMINACION EN INSTALACIONES DEL TIPO INDUSTRIA PETROLERA**  
Tomado de Alumbrado Para Instalaciones Industriales, Norma No. 2.231.01 PEMEX.

**AREAS DE PROCESOS:**

UBICACION	LUXES
<b>UNIDADES DE PROCESO GENERAL</b>	
Puentes de tubería	50
Baterías de bombas, válvulas y cabezales	50
Cambiadores de calor	30
Plataformas de mantenimiento	10
Plataformas de operación	50
Torres de enfriamiento (área de equipo)	50
Hornos (área de operación)	30
Escaleras (inactivas)	10
Escaleras (activas)	50
Indicadores de nivel	50
Instrumentos (en unidades de proceso)	60
Casas de compresores	200
Separadores	50
Area general	10
<b>CASAS Y CUARTOS DE CONTROL</b>	
Casa de control ordinario	300
Tablero de instrumentos	300 <sup>b</sup>
Consola	300
Parte posterior del tablero	100 <sup>b</sup>
Casa de control central	500
Tablero de instrumentos	500 <sup>b</sup>
Consola	500 <sup>b</sup>
Parte posterior del tablero	100 <sup>b</sup>
<b>UNIDADES DE PROCESO ESPECIAL</b>	
Cuarto de tableros eléctricos	50
Hornos eléctricos	50
Transportadores	20
Puntos de referencia entre transportadores	50
Hornos (área de operación)	50
Extrusores y mezcladores	200

<sup>b</sup> Indica iluminación en el plano vertical.

**Tabla No. C5-1. Niveles de Iluminación.**

**AREAS SIN PROCESOS:**

UBICACION	LUXES
<b>CARGA, DESCARGA Y CASAS DE BOMBAS</b>	
Areas de bombas interiores	150
Area de bombas exteriores	50
Area de control general	150
Tablero de control	200 <sup>b</sup>
<b>CALDERAS Y COMPRESORES DE AIRE</b>	
Equipo interior	200
Equipo exterior	50
<b>AREA DE TANQUES</b>	
Escaleras (inactivas)	5
Escaleras (activas)	11
Area de medición	10
Area de cabezales	5
<b>AREA DE CARGA</b>	
Area general	50
Punto de carga en carros tanque (FF.CC.)	100
Punto de carga en autos tanque	100
<b>MUELLES PARA BUQUES TANQUE</b>	
Area general	20
Manejo de mangueras	150
Area de cabezales y puntos de carga	100
<b>SUBESTACIONES ELECTRICAS Y PATIOS DE DESCONEJION</b>	
Patio de desconexión exteriores	20
Alumbrado general de la subestación (intemperie)	20
Pasillos de operación	150
Alumbrado general de la subestación (interior)	50
Desconectores	50 <sup>b</sup>
<b>ALUMBRADO CALLES DE LA PLANTA</b> (Donde se requiera iluminación)	
Uso frecuente (camiones)	4.0
Poco frecuente	2.0
<b>ESTACIONAMIENTO DE LA PLANTA</b>	1.0

<sup>b</sup> Indica iluminación en el plano vertical.

**Tabla No. C5-1.** Niveles de Iluminación (CONTINUACIÓN 1).

**EDIFICIOS:**

<b>UBICACIÓN</b>	<b>LUXES</b>
<b>OFICINAS</b>	<b>600</b>
<b>LABORATORIOS</b>	
Para pruebas cualitativas, cuantitativas y físicas	500
Experimental y de Investigación	500
Plantas piloto, proceso y especialidades	300
Pruebas de materiales	300
Cristalería y cuartos de aseo	300
Campanas recolectoras de humos	300
Cuartos de almacenaje	150
<b>BODEGAS Y CUARTOS DE ALMACENAJE</b>	
Almacenaje interior apilado	50
Almacenaje exterior apilado	5
Almacenaje en cajas grandes	50
Almacenaje en cajas chicas	100
Almacenaje de partes pequeñas	200
Mostradores (almacenaje en cajoneras de vitrinas)	300
<b>TALLERES DE REPARACION</b>	
Fabricación en grande	200
Trabajos en máquina y banco	500
Rieles de grúa, pasillos	150
Máquinas pequeñas	300
Metal laminado	200
Eléctrico	200
Instrumentos	300
<b>VESTIDORES</b>	
Cuarto de gavetas y regaderas	100
Lavabos	100
<b>RELOJES MARCADORES Y CASSETAS DE ENTRADA</b>	
Tarjeteros y áreas del reloj	100
Entrada e inspección	150
General	50
<b>GARAGE Y PUESTO DE BOMBEROS</b>	
Area general	100
Reparaciones menores	100
<b>CUARTO DE PRIMEROS AUXILIOS</b>	<b>700</b>

Tabla No. C5-1. Niveles de Iluminación (CONTINUACIÓN 2).

**FACTOR DE MANTENIMIENTO****FACTORES TOTALES DE MANTENIMIENTO RECOMENDADOS  
CONDICIONES DE OPERACIÓN**

<b>BUENO</b>	<b>MEDIANO</b>	<b>MALO</b>
Aire limpio, libre de humos y polvos, aparatos programados para limpieza frecuente y reemplazo sistemático de lámparas.	Condiciones atmosféricas menos favorables, limpieza de aparatos a intervalos frecuentes y reemplazo de lámparas sólo después de haberse quemado.	Atmósferas y trabajo completamente sucio, mantenimiento pobre o espasmódico del equipo de iluminación. Reemplazo de lámparas sólo quemadas.

<b>LAMPARA Y LUMINARIO</b>	<b>BUENO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>MALO</b>
Incandescente	0.75	0.70	0.65
Cuarzo	0.85	0.80	0.75
Mercurio	0.75	0.70	0.65
Aditivo Metálico	0.65	0.60	0.55
Fluorescente	0.75	0.70	0.65
Descarga Cerámica	0.75	0.70	0.65
Sodio Alta Presión	0.75	0.70	0.65

**Tabla No. C5-2. Factor de Mantenimiento.**

## VALORES DE LAS RELACIONES DEL LOCAL

INDICE DEL LOCAL	RELACION DEL LOCAL
J	Menos de 0.7
I	0.7 a 0.9
H	0.9 a 1.12
G	1.12 a 1.38
F	1.38 a 1.75
E	1.75 a 2.25
D	2.25 a 2.75
C	2.75 a 3.50
B	3.50 a 4.50
A	Más de 4.5

Tabla No. C5-3. Relaciones de Local.

## TABLA DE REFLECTANCIAS

REFLECTANCIAS EN ACABADO MADERA	
COLOR	REFLECTANCIAS
Maple (claro)	48%
Encino (claro)	34%
Avellana (medio)	19%
Nogal (oscuro)	16%
Caoba (oscuro)	12%

REFLECTANCIAS EN ACABADO METALICO	
COLOR	REFLECTANCIAS
Blanco Porcelanizado o Esmalte Horneado	70-88%
Aluminio Pálido (especular)	80-85%
Aluminio Mate (difuso)	75%
Pintura Aluminio (claro)	79%
Pintura Aluminio (medio)	0%

Tablas No. C5-4. Reflectancias.

REFLECTANCIAS EN ACABADO MADERA	
COLOR	REFLECTANCIAS
Vidrio Claro	10%
Vidrio Opaco	15-30%
Con Acabado Mármol (claro)	20-40%

REFLECTANCIAS EN PLASTICO	
COLOR	REFLECTANCIAS
Claro	5-10%
Obscuro	15-30%

Tabla No. C5-4. Reflectancias (CONTINUACIÓN 1):

REFLECTANCIAS EN ACABADO MATE	
COLOR	REFLECTANCIAS
Blanco	80-88%
<b>MUY CLARO</b>	
Azul verde	76%
Verde	72%
Crema	80%
Amarillo crema	76%
Azul	70%
Gris	73%
<b>CLARO</b>	
Azul verde	70%
Verde	64%
Crema	70%
Amarillo crema	66%
Azul	55%
Gris	49%
Café	35%
<b>MEDIO</b>	
Azul verde	54%
Verde	33%
Crema	44%
Amarillo crema	55%
Azul	22%
Gris	38%
Café	24%
<b>OBSCURO</b>	
Amarillo	50%
Naranja	25%
Gris	25%
Rojo	12%
Café	10%
Azul	8%
Verde	7%

Tabla No. C5-4. Reflectancias (CONTINUACIÓN 2).

LAMPARAS INCANDESCENTES								
Watts	Volts	Base	Bulbo	Acabado	Long. Total (cm)	Vida Horas	Lumens Iniciales	Depreciación
<b>SERVICIO GENERAL</b>								
15	125	MEDIA	A-15	PERLA	8.6	1,000	144	13%
25	"	"	A-19	"	9.8	"	265	15%
40	"	"	"	CL o PER	10.5	"	470	9%
60	"	"	"	"	"	"	855	6%
75	"	"	"	"	"	"	1,180	"
100	"	"	"	"	10.7	"	1,720	"
150	"	"	A-23	"	14.8	"	2,730	9%
200	"	"	PS-25	"	17.0	"	3,750	"
300	"	"	PS-30	"	20.0	"	6,000	12%
300	"	MOGUL	PS-35	"	23.0	"	5,700	"
500	"	"	PS-40	CLARO	24.1	"	9,900	"
750	"	"	PS-52	"	32.4	"	15,600	"
1,000	"	"	"	"	"	"	21,600	15%
1,500	"	"	"	"	"	"	33,000	21%
<b>REFLECTORES DE USO INTERIOR</b>								
30	125	MEDIA	R-20	DIFUSO	10.2	2,000	200	15%
50	"	"	"	"	"	"	430	"
75	"	"	R-30	DIF O CON	12.7	"	840	"
150	"	"	R-40	"	15.9	"	1,725	"
200	"	"	"	"	"	"	3,600	"
300	"	MED. FALD.	"	"	16.5	"	6,500	"
500	"	MOG. MEC.	"	"	17.8	"	"	"
500	"	MOGUL	R-52	DIFUSO	29.0	"	8,300	"
750	"	"	"	"	"	"	12,700	"
<b>REFLECTORES DE USO EXTERIOR</b>								
75	125	MEDIA	PAR-38	DIF O CON	15.6	2,000	730	15%
150	"	"	"	"	"	"	1,730	"
200	"	MED. PROL	PAR-56	"	12.7	"	3,650	"
500	"	"	PAR-64	"	15.3	"	6,000	"

Tabla No. C5-5. Lámparas Eléctricas.

LAMPARAS FLUORESCENTES								
Watts	Tipo	Encendido	Bulbo	Acabado	Long. Total (cm)	Vida Horas	Lumens Iniciales	Depreciación
<b>SERVICIO GENERAL</b>								
15	STD	STD	T-8	B. FRIO	45.7	7,500	830	16%
15	"	"	"	L. DIA	"	"	710	"
15	"	"	T-12	B. FRIO	"	"	725	14%
15	"	"	"	L. DIA	"	"	620	"
20	"	"	"	B. FRIO	61.0	"	1,170	13%
20	"	"	"	L. DIA	"	"	995	"
40	E RAPIDO	RAPIDO	"	B. FRIO	122.0	9,000	3,100	10%
40	"	"	"	L. DIA	"	"	2,600	"
38	SLIMLINE	INSTANTANEO	"	B. FRIO	"	"	2,900	11%
38	"	"	"	L. DIA	"	"	2,400	"
55	"	"	"	B. FRIO	183.0	"	4,290	9%
55	"	"	"	L. DIA	"	"	3,600	"
74	"	"	"	B. FRIO	244.0	"	6,050	"
74	"	"	"	L. DIA	"	"	5,080	"
87	H.O.	RAPIDO	"	B. FRIO	183.0	"	6,200	11%
87	"	"	"	L. DIA	"	"	5,170	"
110	"	"	"	B. FRIO	244.0	"	8,980	12%
110	"	"	"	L. DIA	"	"	7,520	"
110	V.H.O	"	"	B. FRIO	122.0	6,000	6,900	20%
110	"	"	"	L. DIA	"	"	5,900	"
160	"	"	"	B. FRIO	183.0	"	11,100	"
160	"	"	"	L. DIA	"	"	9,700	"
215	"	"	"	B. FRIO	244.0	"	15,500	"
215	"	"	"	L. DIA	"	"	13,300	"
110	P. GROOVE	"	PG-17	B. FRIO	122.0	"	6,900	"
110	"	"	"	L. DIA	"	"	6,150	"
160	"	"	"	B. FRIO	183.0	"	10,900	"
160	"	"	"	L. DIA	"	"	9,700	"
215	"	"	"	B. FRIO	244.0	"	15,500	"
215	"	"	"	L. DIA	"	"	13,300	"

Tabla No. C5-5. Lámparas Eléctricas (CONTINUACIÓN 1).

LAMPARAS HALOGENAS (IODO CUARZO)								
Watts	Volts	Base	Bulbo	Acabado	Long. Total (cm)	Vida Horas	Lumens Iniciales	Depreciación
<b>SERVICIO GENERAL</b>								
500	120	R7S-15	T3Q	CLARO	11.6	2,000	10,500	12%
1,000	220	"	"	"	18.6	"	22,000	"
1,500	"	"	"	"	25.4	"	33,000	"
2,000	"	F-4	"	"	33.0	"	44,000	"
100	120	MINICAN	T-4	"	6.9	1,000	1,800	4%
150	"	"	"	"	"	1,500	2,900	"
200	"	RSC	T-3	"	7.9	"	3,460	"
250	"	MINICAN	T-4	"	7.1	2,000	4,850	"
300	"	RSC	T-3	"	11.9	"	5,950	"
400	"	"	T-4	"	7.9	"	7,750	"
500	"	"	T-3	"	11.9	"	10,950	"
1000	220	"	"	"	25.5	"	21,400	"
1500	"	"	"	"	"	"	35,800	"
2000	"	MOG BIPOSTE	T-30	"	25.4	"	48,000	6%

LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO									
Watts	Pérdidas en el Balastro (Watts)	Base	Posición	Bulbo	Acabado	Long. Total (cm)	Vida Horas	Lumens Iniciales	Depreciación
<b>SERVICIO GENERAL</b>									
175	25	MOGUL	Vert.	BT-28	B DE LUJO	21.1	24,000	8,600	11
250	34	"	"	"	"	"	"	12,775	16
400	39	"	"	BT-37	"	29.2	"	23,125	14
700	70	"	"	BT-46	"	36.8	"	42,750	16
1,000	100	"	"	BT-56	"	39.0	"	61,670	23

Tabla No. C5-5. Lámparas Eléctricas (CONTINUACIÓN 2).

LAMPARAS DE VAPORES METALICOS									
Watts	Pérdidas en el Balastro (Watts)	Base	Posición	Bulbo	Acabado	Long. Total (cm)	Vida Horas	Lumens Iniciales	Depreciación
<b>SERVICIO GENERAL</b>									
175	34	MOGUL	V	BT-28	FOSFORADO	21.1	7,500	14,000	27
175	"	"	H	"	"	"	10,000	12,000	30
250	43	"	V	"	"	"	"	20,500	22
250	"	"	H	"	"	"	"	19,500	28
400	61	"	V	E-37	"	17.7	17,500	34,000	28
400	"	"	H	"	"	"	"	32,000	30
1,000	130	"	V	BT-56	"	38.2	11,000	105,000	22
1,000	"	"	H	"	"	"	10,000	100,000	21

LAMPARAS DE LUZ MIXTA									
Watts	Volts	Base	Posición	Bulbo	Acabado	Long. Total (cm)	Vida Horas	Lumens Iniciales	Depreciación
<b>SERVICIO GENERAL</b>									
160	220	MEDIA	H-V	BT-28	BLANCO	21.1	6,000	2,900	15
250	"	MOGUL	"	"	"	22.6	"	5,500	"
500	"	"	"	BT-37	"	29.2	"	12,500	17

Tabla No. C5-5. Lámparas Eléctricas (CONTINUACIÓN 3).

CATEGORIA DE MANTENIMIENTO	PARTE SUPERIOR	PARTE INFERIOR
I	1.- Nada.	1.- Nada.
II	1.- Nada. 2.- Transparente con 15% o más de luz hacia arriba a través de las aberturas. 3.- Translúcida con 15% o más de luz hacia arriba a través de las aberturas. 4.- Opaca con 15% o más de luz hacia arriba a través de las aberturas.	1.- Nada. 2.- Rejillas o reflector.
III	1.- Nada. 2.- Transparente con menos del 15% de luz hacia arriba a través de las aberturas. 3.- Translúcida con menos del 15% de luz hacia arriba a través de las aberturas. 4.- Opaca con menos del 15% de luz hacia arriba a través de las aberturas.	1.- Nada. 2.- Rejillas o reflector.
IV	1.- Transparente sin aberturas. 2.- Translúcida sin aberturas. 3.- Opaco sin aberturas.	1.- Nada. 2.- Rejillas.
V	1.- Transparente sin aberturas. 2.- Translúcida sin aberturas. 3.- Opaco sin aberturas.	1.- Nada. 2.- Rejillas o reflector.
VI	1.- Nada. 2.- Transparente sin aberturas 3.- Translúcida sin aberturas. 4.- Opaca sin aberturas.	1.- Transparente sin aberturas. 2.- Translúcida sin aberturas. 3.- Opaco sin aberturas.

Tabla No. C5-6. Categorías de Mantenimiento.

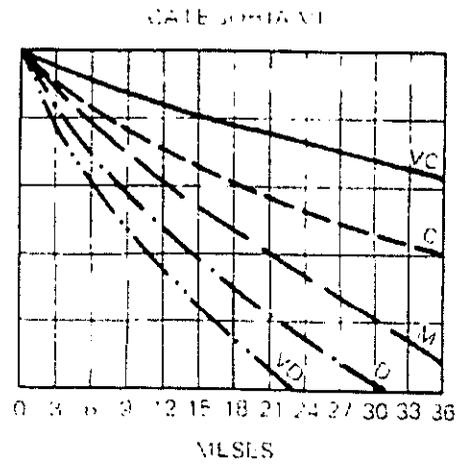
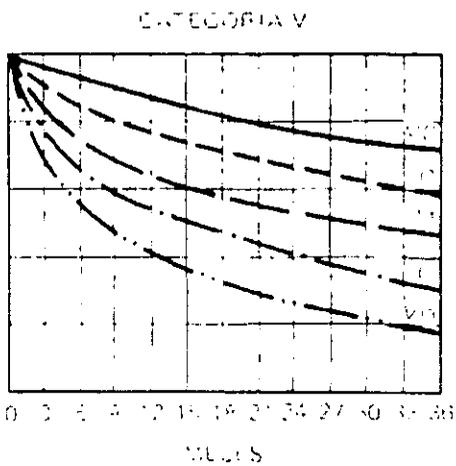
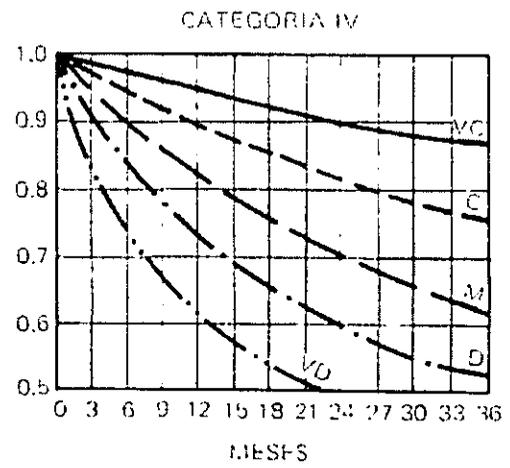
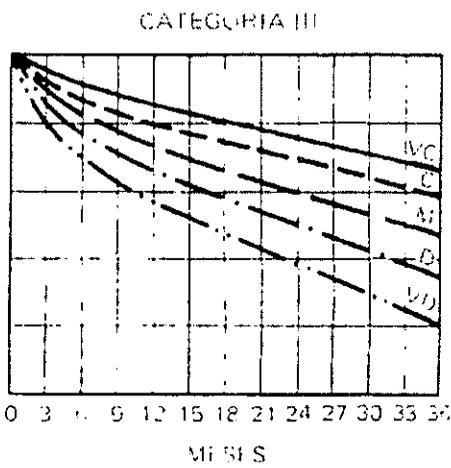
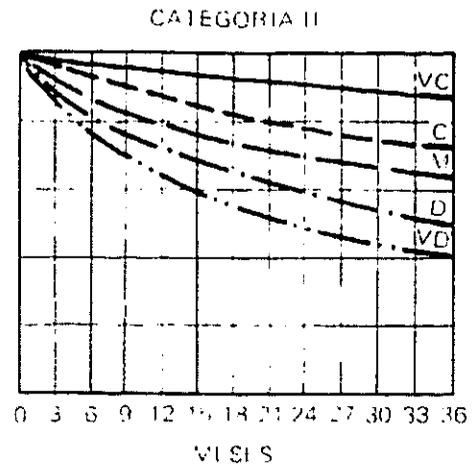
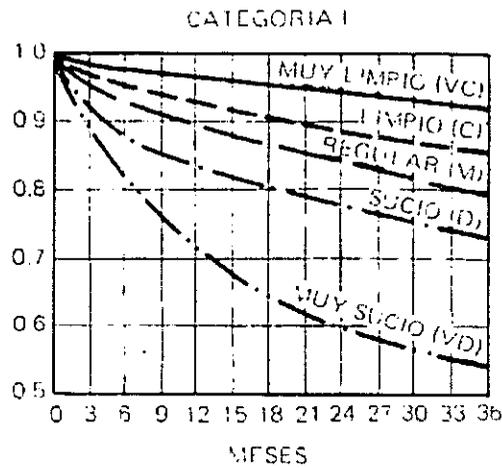
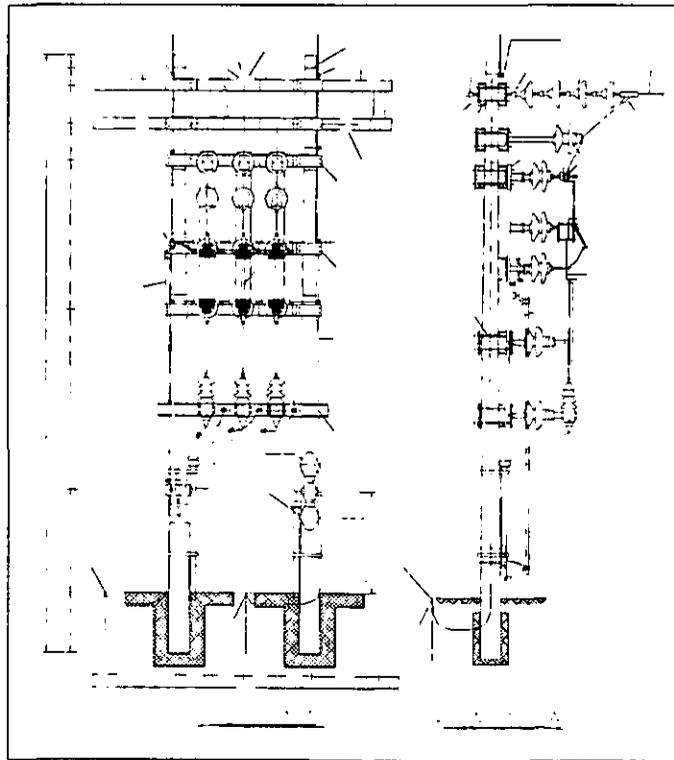


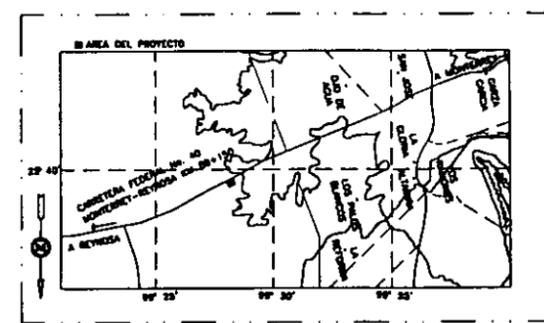
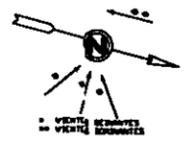
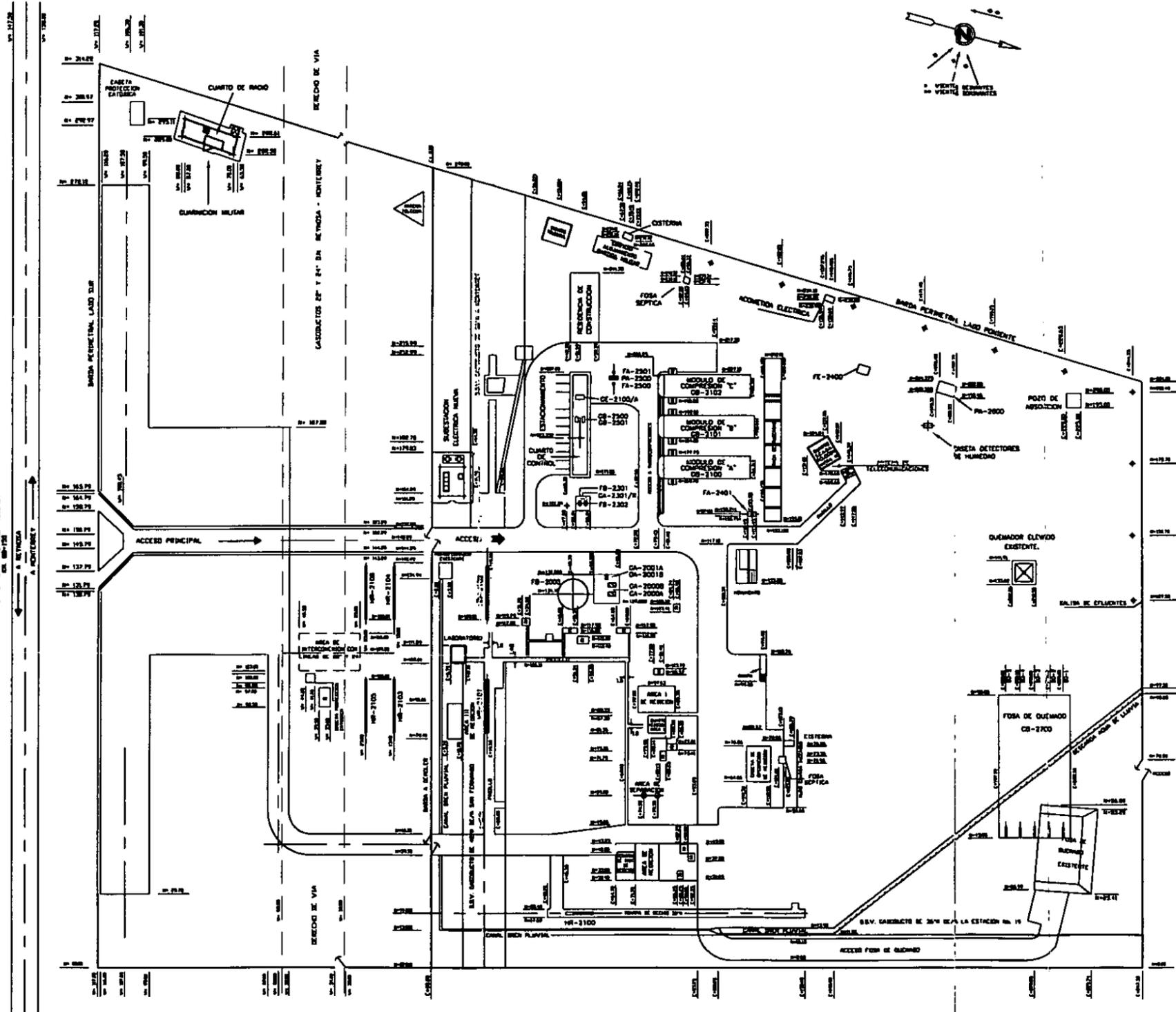
Tabla No. C5-6. Categorías de Mantenimiento (CONTINUACIÓN 1).

# ANEXO B

---

## PLANOS GENERADOS





CROQUIS DE LOCALIZACION  
SIN ESC.

LISTA DE EQUIPO

CLAVE	DESCRIPCION	CARACTERISTICAS
CB-2700	FOSA DE QUEMADO	LARGO= 4300mm ANCHO = 2500mm PROF = 750mm
FA-2401	SEPARADOR DE OXIGENO A PRESION	D.L = 782mm L <sub>1-2</sub> = 1800 mm
FA-2500	ACUMULADOR DE AIRE DE PLANTA	D.L = 814mm L <sub>1-2</sub> = 2280 mm
FA-2501	ACUMULADOR DE AIRE DE INST.	D.L = 814mm L <sub>1-2</sub> = 2280 mm
FB-2000	TANQUE DE AGUA CONTRAMICCIÓN	D.L = 10537mm L <sub>1-2</sub> = 9294 mm
FB-2301	SISTEMA DE AGUA DE SERVICIOS	LARGO = 5000mm ANCHO = 8000mm PROF = 4000mm
FB-2302	TANQUE DE AGUA DE SERVICIOS	D.L = 900mm L <sub>1-2</sub> = 1702 mm
FE-2400	FOSA DE SEPARACION DE AGUAS ACEITOSAS	CAP. 80 LI / MIN.
CA-2000 A/B	BOMBAS PRINCIPALES CONTRAMICCIÓN	Q= 36775 LPM; P <sub>10</sub> = 11.25 Kg/Cm <sup>2</sup>
CA-2001 A/B	BOMBAS JOCKET PARA CONTRAMICCIÓN	Q= 473.2 LPM; P <sub>10</sub> = 4.21 Kg/Cm <sup>2</sup>
CA-2301 A/B	BOMBAS DE AGUA DE SERVICIOS	Q= 473.2 LPM; P <sub>10</sub> = 4.21 Kg/Cm <sup>2</sup>
CB-2100	MODULO DE COMPRESION "A"	CAP. 8.38MM <sup>3</sup> /CM <sup>2</sup> ; AP=6.57Kg/Cm <sup>2</sup>
CB-2101	MODULO DE COMPRESION "B"	CAP. 8.38MM <sup>3</sup> /CM <sup>2</sup> ; AP=6.57Kg/Cm <sup>2</sup>
CB-2102	MODULO DE COMPRESION "C"	CAP. 8.38MM <sup>3</sup> /CM <sup>2</sup> ; AP=6.57Kg/Cm <sup>2</sup>
CB-2500	COMPRESOR DE AIRE DE PLANTA (ELECTRICO)	CAP. 127.3MCM <sup>3</sup> ; P <sub>10</sub> =8.8Kg/Cm <sup>2</sup>
CB-2501	COMPRESOR DE AIRE DE INSTRUM. (GAS)	CAP. 127.3MCM <sup>3</sup> ; P <sub>10</sub> =8.8Kg/Cm <sup>2</sup>
CE-2100 A	MOTOCOMPROBADOR	CAP. = 300W.
HR-2100	LANZADOR/RECEPTOR DE DIABLOS	36" x 42"
HR-2101	LANZADOR/RECEPTOR DE DIABLOS	42" x 42"
HR-2102	LANZADOR DE DIABLOS	36" x 42"
HR-2103	RECEPTOR DE DIABLOS	34" x 30"
HR-2104	LANZADOR DE DIABLOS	34" x 30"
HR-2105	RECEPTOR DE DIABLOS	22" x 24"
HR-2106	LANZADOR DE DIABLOS	22" x 24"
PA-2500	PAQUETE DE SECADO DE AIRE DE INSTRUMENTOS	CAP. 127.3 MCM <sup>3</sup> PUEVE 8 Kg/Cm <sup>2</sup>
PA-2600	PAQUETE DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS Y JARDINERAS	CAP. 1.7m <sup>3</sup> /D

NOTAS

1.- LAS CARACTERISTICAS DE LA NUEVA CASITA DE SECAO SERAN PROPORCIONADAS POR TELECOMUNICACIONES DE POPS.

SIMBOLOGIA

REGISTRO PARA VALUAS.

DIBUJOS DE REFERENCIA:

DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS PARA LA REHABILITACION Y MODERNIZACION DE LA ESTACION DE COMPRESION Y ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL "LOS RAMONES", NUEVO LEON.

TESIS DE LICENCIATURA  
PRESENTA: Oscar Jony García Santiago.

MEXICO D.F. JULIO DE 2000.

PLANO DE LOCALIZACION GENERAL  
ESTACION DE COMPRESION Y MEDICION FASE III  
"LOS RAMONES", NUEVO LEON.

ESCALA: 1:1700

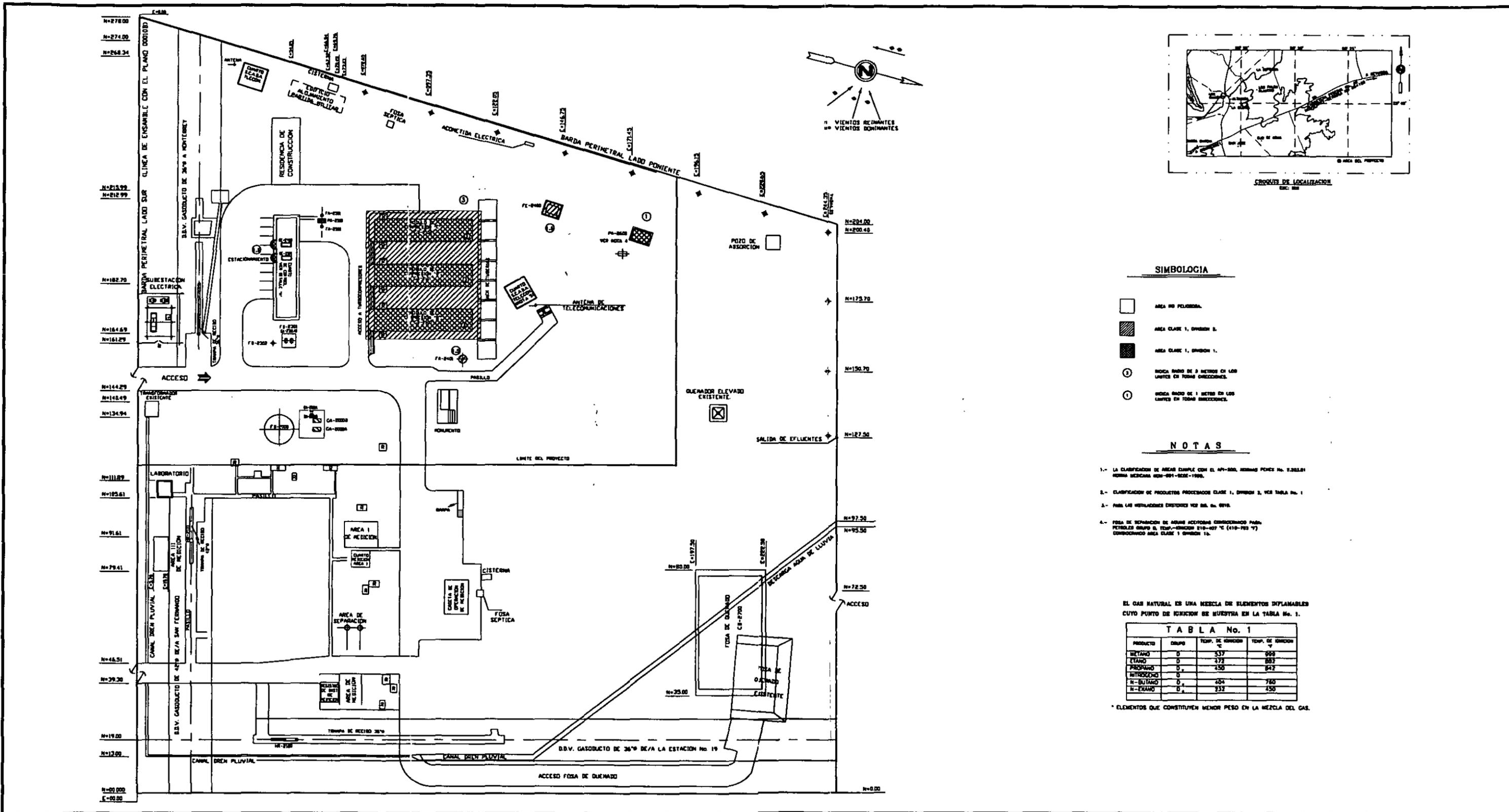
PLANO No.

0010

ACOTACION EN: METROS

REV.

S/N



**SIMBOLOGIA**

- AREA NO PELIGROSA
- ▨ AREA CLASE 1, DIVISION 2
- AREA CLASE 1, DIVISION 1
- ⊙ BOLA RADIO DE 3 METROS EN LOS LIMITES EN TODAS DIRECCIONES
- ⊙ BOLA RADIO DE 1 METRO EN LOS LIMITES EN TODAS DIRECCIONES

**NOTAS**

- 1.- LA CLASIFICACION DE AREAS CUMPLE CON EL API-500, NORMAS POR EL 3.053.11 NORMA MEXICANA 620-891-802E-1990.
- 2.- CLASIFICACION DE PRODUCTOS PROCESADOS CLASE 1, DIVISION 2, VER TABLA No. 1
- 3.- PASE LAS VENTILACIONES EXISTENTES VER DEL. No. 0910.
- 4.- FODA DE SEPARACION DE AGUAS RESIDUALES CONSIDERANDO PARA: PETROLEO GRUPO B, TEMP.-GRADOS 210-407 °C (410-765 °F) CONSIDERANDO AREA CLASE 1 DIVISION 1.

EL GAS NATURAL ES UNA MEZCLA DE ELEMENTOS INFLAMABLES CUYO PUNTO DE IGNICION SE MUESTRA EN LA TABLA No. 1.

PRODUCTO	GRUPO	TEMP. DE IGNICION °C	TEMP. DE IGNICION °F
METANO	D	537	999
ETANO	D	472	881
PROPANO	D	430	812
NITROGENO	D	404	760
N-BUTANO	D	332	630

\* ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN MENOR PESO EN LA MEZCLA DEL GAS.

DIBUJOS DE REFERENCIA:	
0010	PLANO DE LOCALIZACION GENERAL

DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS PARA LA REHABILITACION Y MODERNIZACION DE LA ESTACION DE COMPRESION Y ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL "LOS RAMONES", NUEVO LEON.

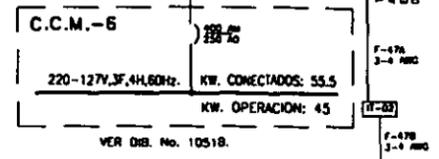
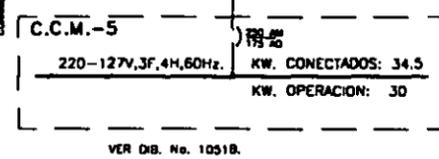
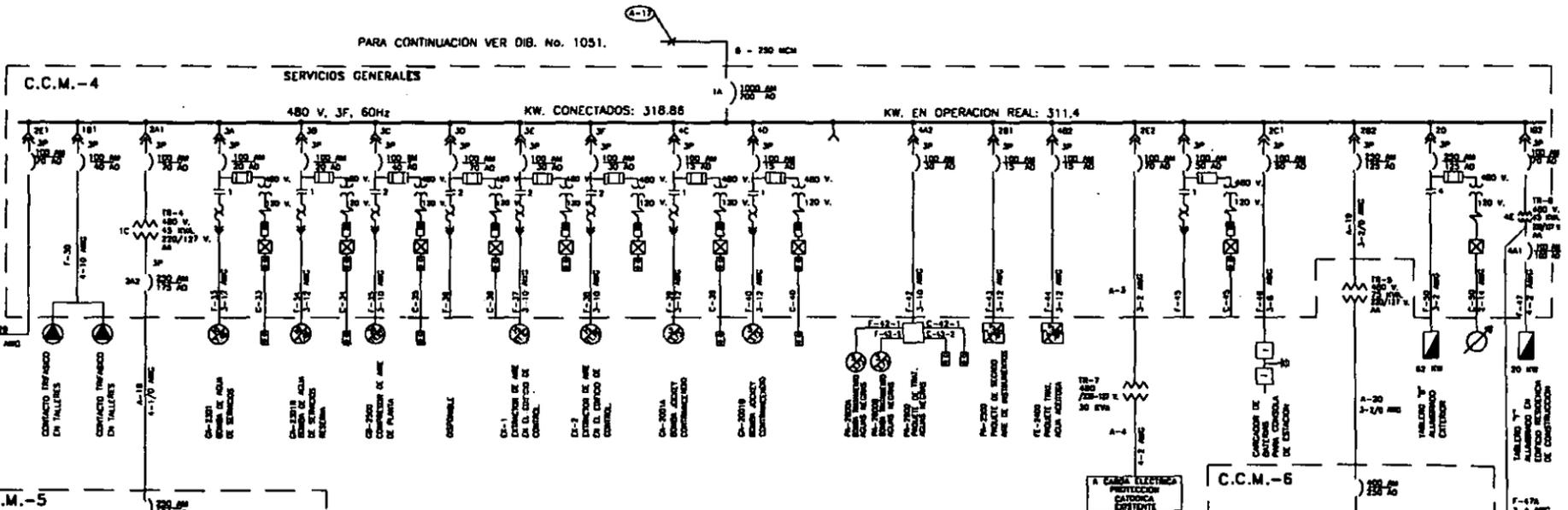
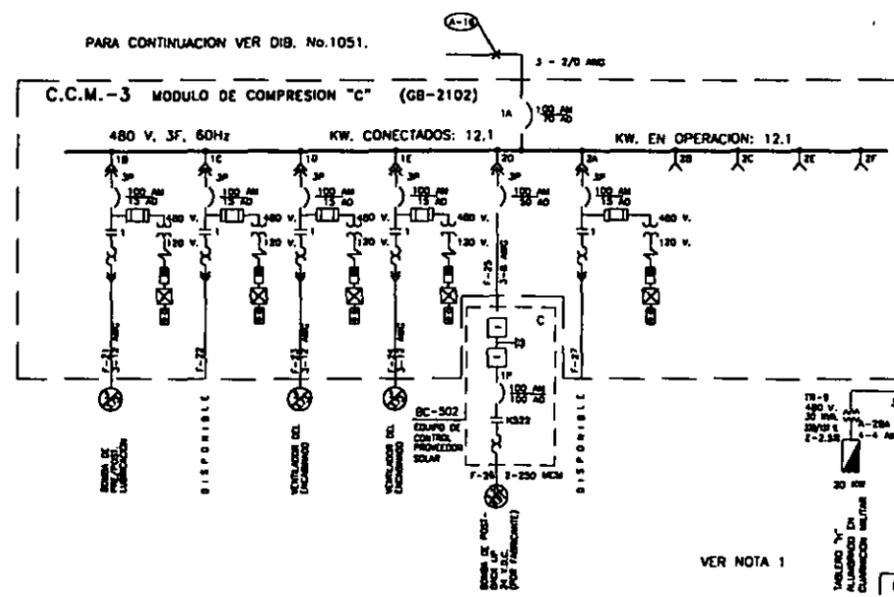
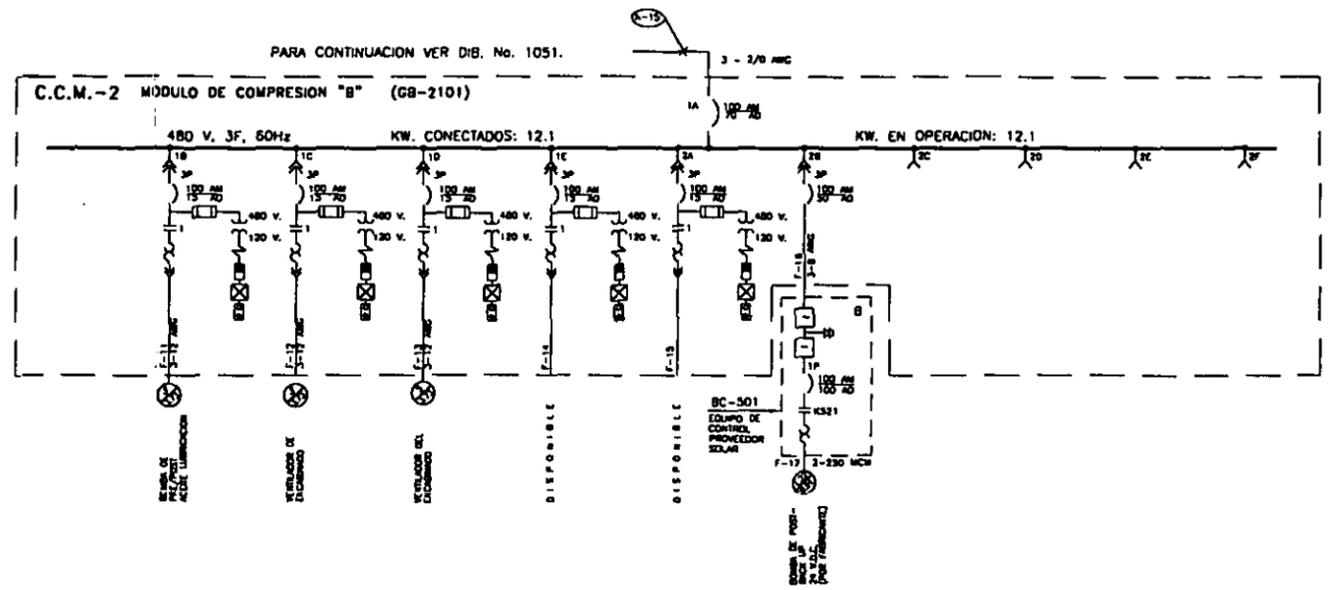
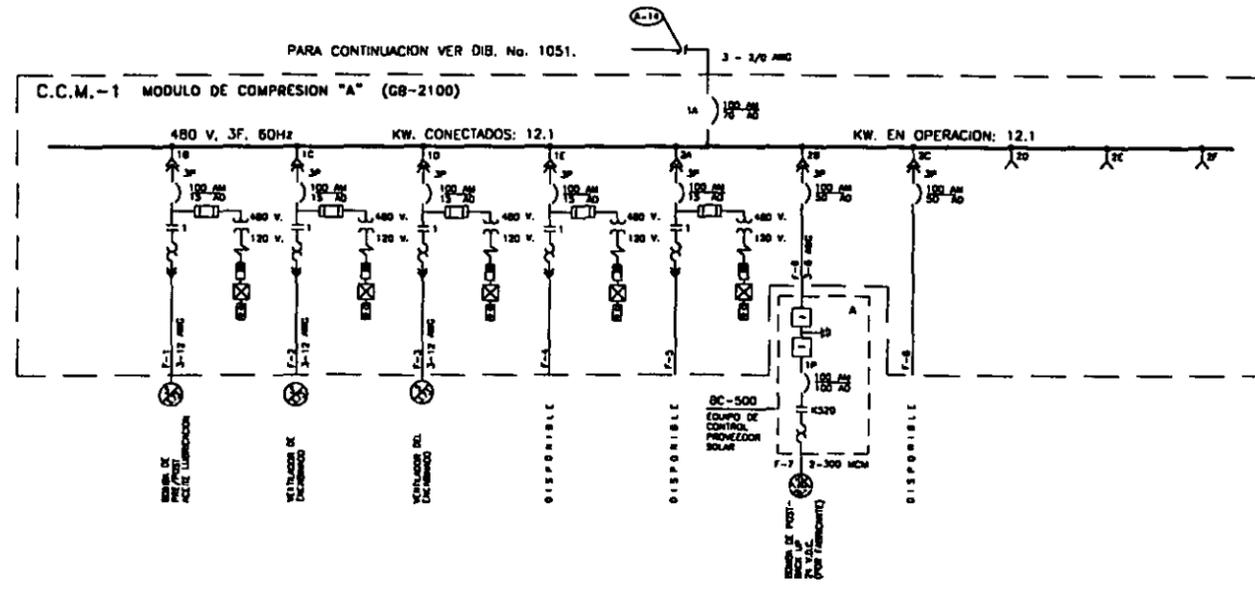
TESIS DE LICENCIATURA  
PRESENTA: Oscar Jony Garcia Santiago.  
MEXICO D.F. JULIO DE 2000.

**CLASIFICACION DE AREAS ESTACION DE COMPRESION Y MEDICION FASE III "LOS RAMONES", NUEVO LEON.**

ESCALA: 1:12500      PLANO No. 1050

ACOTACION EN: METROS      REV. S/N





**NOTAS**

1.- PARA NOTAS GENERALES Y SIMBOLOS VER DIB. No. 1051.

VER NOTA 1

VER NOTA 1

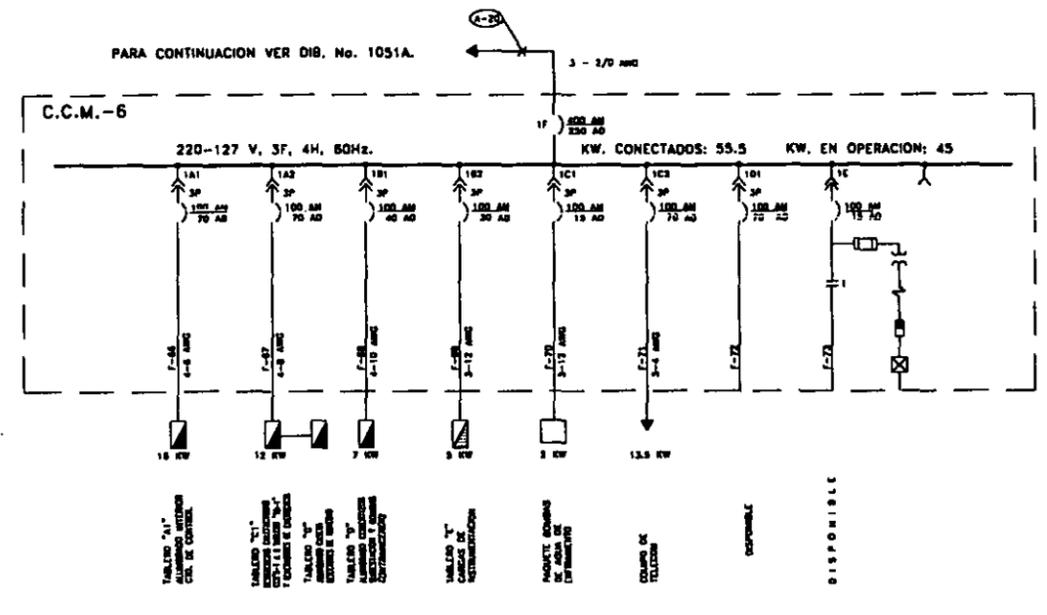
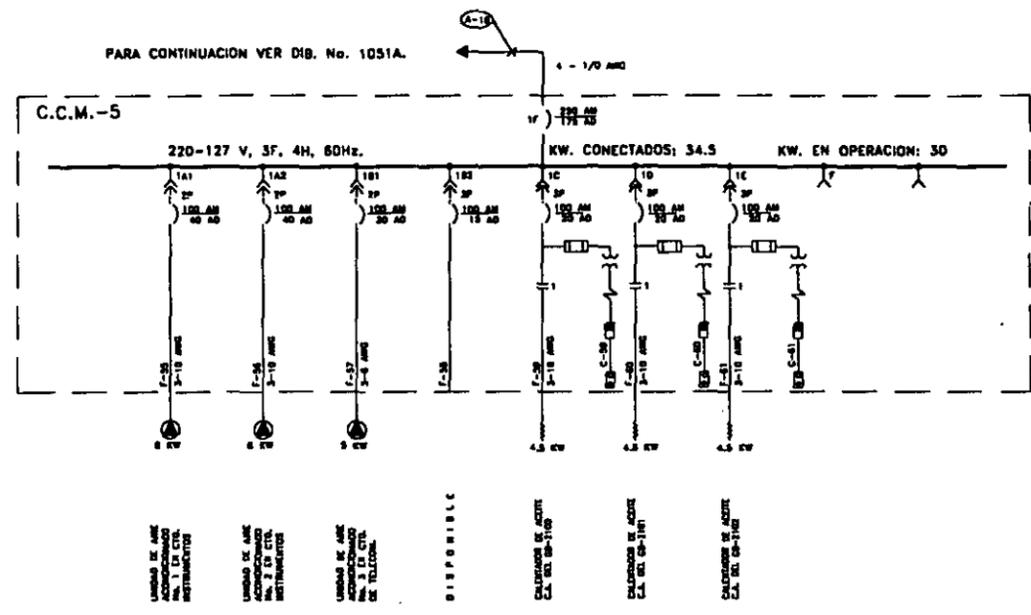
VER DIB. No. 1051B.

VER DIB. No. 1051B.

18 KW

UNIDAD MÓDULO DE AIRE RESIDUAL DE CONSTRUCCION

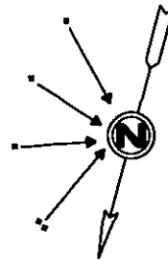
DIBUJOS DE REFERENCIA:				DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS PARA LA REHABILITACION Y MODERNIZACION DE LA ESTACION DE COMPRESION Y ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL "LOS RAMONES", NUEVO LEON.		DIAGRAMA UNIFILAR 480 V ESTACION DE COMPRESION Y MEDICION FASE III "LOS RAMONES", NUEVO LEON.	
1051	DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL.	1055	CEBULA DE CONDUCTORES Y TUBERIAS (1 DE 2).			ESCALA: ~	PLANO No.
1051B	DIAGRAMA UNIFILAR 220-127 V.	1055A	CEBULA DE CONDUCTORES Y TUBERIAS (2 DE 2).				1051A
1052	ARREGLO DE EQUIPO ELECTRICO EN CUARTO DE CONTROL.						REV.
1053	SISTEMA GENERAL DE FUERZA.						S/N
1054	SISTEMA GENERAL DE FUERZA EN CUARTO DE CONTROL.						
1054A	ARREGLO EN FRENTE DE TABLEROS.					ACOTACION EN: ~	
				TESIS DE LICENCIATURA PRESENTA: Oscar Jony Garcia Santiago.			
				MEXICO D.F. AGOSTO DE 2000.			



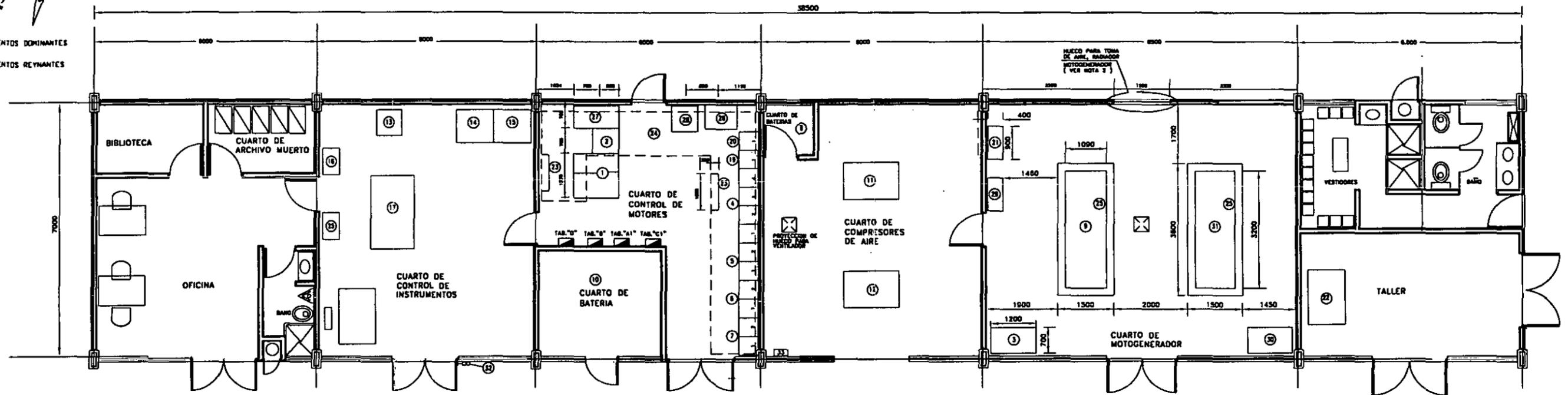
**NOTAS**

1.- PARA NOTAS GENERALES Y SIMBOLOGIA VER DIB. No. 1051.

DIBUJOS DE REFERENCIA:				DISERIO DE INSTALACIONES ELECTRICAS PARA LA REHABILITACION Y MODERNIZACION DE LA ESTACION DE COMPRESION Y ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL "LOS RAMONES", NUEVO LEON.		DIAGRAMA UNIFILAR 220-127 V ESTACION DE COMPRESION Y MEDICION FASE III "LOS RAMONES", NUEVO LEON.	
1051	DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL.	1055	CEDULA DE CONDUCTORES Y TUBERIAS (1 DE 2).	TESIS DE LICENCIATURA		ESCALA: ~	PLANO No.
1051A	DIAGRAMA UNIFILAR 480 V.	1055A	CEDULA DE CONDUCTORES Y TUBERIAS (2 DE 2).	PRESENTA: Oscar Jony Garcia Santiago.			1051B
1052	ARREGLO DE EQUIPO ELECTRICO EN CUARTO DE CONTROL.			MEXICO D.F. AGOSTO DE 2000.		ACOTACION EN: ~	REV.
1053	SISTEMA GENERAL DE FUERZA.						S/N
1054	SISTEMA GENERAL DE FUERZA EN CUARTO DE CONTROL.						
1054A	ARREGLO EN FRENTE DE TABLEROS.						



■ VIENTOS DOMINANTES  
 ■ VIENTOS REYNANTES



No.	DESCRIPCION
1	TABLERO DE DISTRIBUCION TD-1
2	TABLERO DE TRANSFERENCIA TA-01
3	TABLERO DE CONTROL TCO-01 PARA EL GENERADOR DE EMERGENCIA GE-2100
4	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES SERVICIOS GENERALES (480V)
5	CENTRO CONTROL DE MOTORES 3 (480V)
6	CENTRO CONTROL DE MOTORES 2 (480V)
7	CENTRO CONTROL DE MOTORES 1 (480V)
8	CUARTO DE BATERIAS
9	MOTOGENERADOR "GE-2100"
10	CARGADOR DE BATERIAS (POR FABRICANTE) SOLAR (AULCJ) TURBOCOMPRESORES
11	COMPRESOR ELECTRICO DE AIRE DE PLANTA "CB-2500"
12	COMPRESOR DE GAS DE AIRE INSTRUMENTOS "CB-2501"
13	EQUIPO DE COMPUTACION SCADA

14	CONSOLA DE CONTROL TURBINA "A".
15	CONSOLA DE CONTROL TURBINA "B".
16	TABLERO DE DISTRIBUCION DE CARGAS DE INSTRUMENTOS.
17	TABLERO DE CONTROL DE LA ESTACION.
18	CAJA DE CONEXIONES C-1 (PENDIENTE LOCALIZACION POR INSTRUMENTOS).
19	CENTRO CONTROL DE MOTORES 5 DE 220/127V.
20	CENTRO CONTROL DE MOTORES 6 DE 220/127V
21	CARGADOR DE BATERIAS DEL MOTOGENERADOR GE-2100
22	PAQUETE DE BOMBAS DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
23	ESCALERA HIRINA (POR CIVL)
24	TRINCHERA
25	TABLERO DE CONTROL Y ALIMENTACION DEL SISTEMA DE DETECCION Y ALARMA.
26	TRANSFORMADOR TR-5 DE 75 KVA RELACION 480V/220-127V

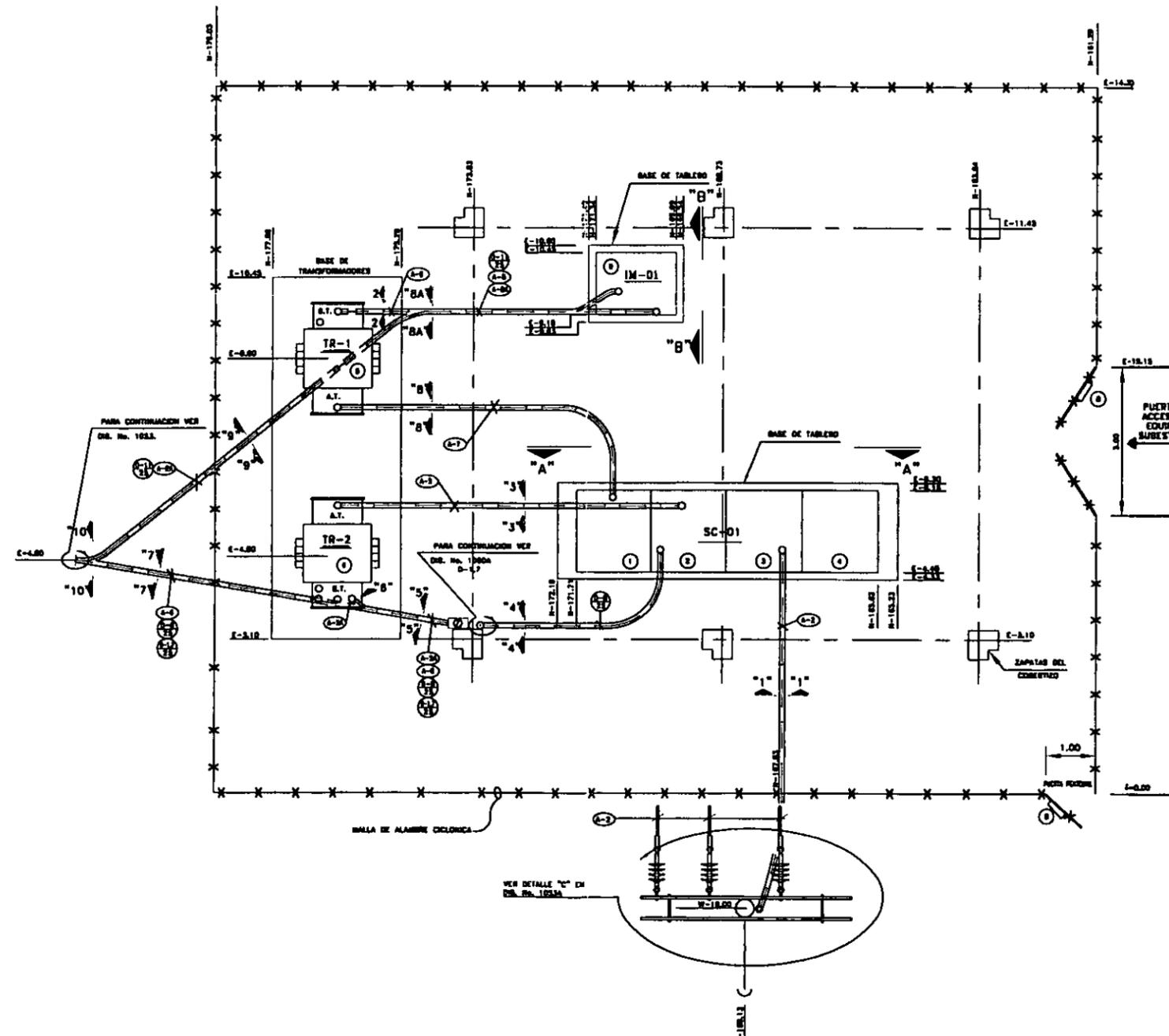
27	TABLERO DE DISTRIBUCION DE 416 KV.
28	TABLERO DE TRANSFERENCIA TA-01A
29	CARGADOR DE BATERIAS DEL MOTOGENERADOR GE-2100A
30	TABLERO DE CONTROL TCO-01A PARA EL GENERADOR DE EMERGENCIA GE-2100A
31	MOTOGENERADOR "GE-2100A"
32	ZUMBADOR O CAMPANA
33	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO IT-02 PARA LA (UMA-01) UNIDAD INYECTORA DE AIRE.

P L A N T A  
 ESC. 1:1000 ACOT: mm

**NOTAS**

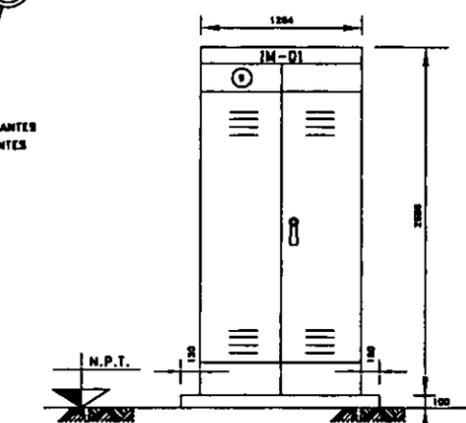
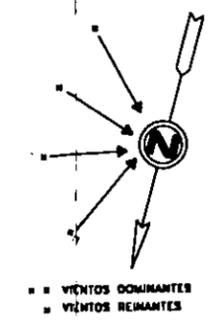
- 1.- PARA FRENTE DE TABLEROS VER DIS. No 1054A.
- 2.- LAS DIMENSIONES DEL HUECO PARA TOMA DE AIRE DEL RADADOR DEL MOTOGENERADOR SE AJUSTARAN EN CAMPO CUANDO SE TENGAN LOS DATOS FINALES DEL PROVEEDOR

DIBUJOS DE REFERENCIA:		DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS PARA LA REHABILITACION Y MODERNIZACION DE LA ESTACION DE COMPRESION Y ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL "LOS RAMONES", NUEVO LEON.	ARREGLO DE EQUIPO ELECTRICO EN CUARTO DE CONTROL ESTACION DE COMPRESION Y MEDICION FASE III "LOS RAMONES", NUEVO LEON.	
1051	DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL.		TESIS DE LICENCIATURA PRESENTA: <i>Oscar Jony Garcia Santiago.</i> MEXICO D.F. JUNIO DE 2000.	ESCALA: 1:1000
1051A	DIAGRAMA UNIFILAR 480 V.	ACOTACION EN: MILIMETROS		1052
1051B	DIAGRAMA UNIFILAR 220-127 V.			
1054A	ARREGLO EN FRENTE DE TABLEROS.	S/N		

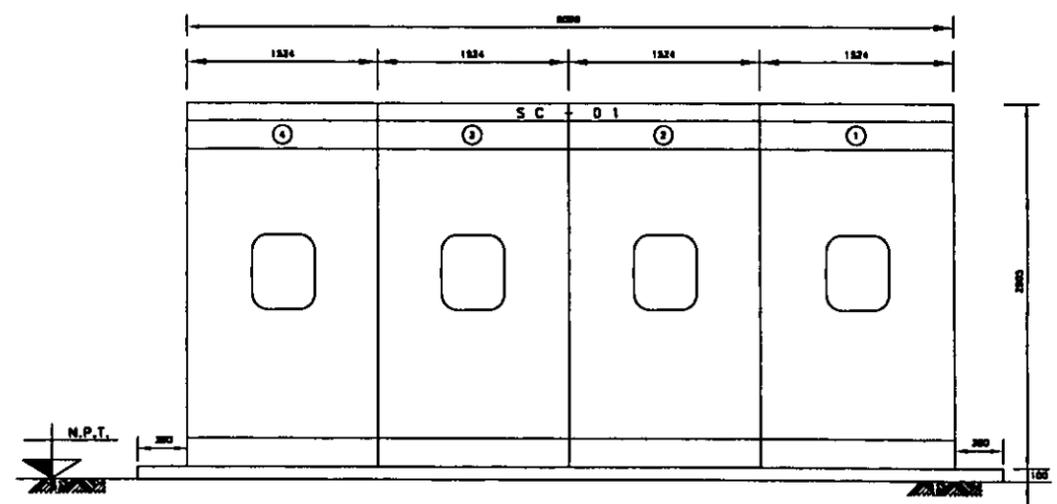


PLANTA DE LA SUBESTACION ELECTRICA

CSC. 111000 ACOT. EN MM.



VISTA "B-B"  
FRONTE DE TABLERO 4.16 KV. TIPO INTENSIVE  
CSC. 11000 ACOT. EN MM.



VISTA "A-A"  
FRONTE DE LA SUBESTACION COMPACTA TIPO INTENSIVE

NOTAS

- 1.- TODA LA TUBERIA DEBE LAMPARSE ADECUADAMENTE ANTES DE EFECTUARSE EL ALAMBRADO.
- 2.- PARA NOTAS GENERALES Y SIMBOLOGIA VER DISE. No. 1054.
- 3.- PARA CORTES DE CUERPO SUBESTACIONES VER DIBUJO No. 1053B.

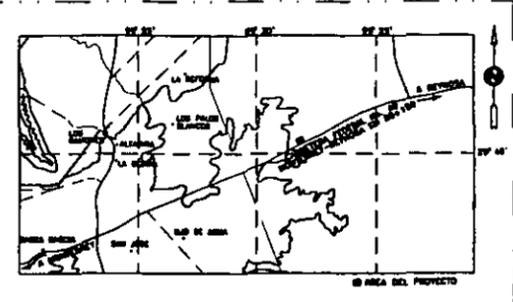
LISTA DE EQUIPO	
No.	DESCRIPCION
1	CELDA DE INTERRUPTOR PARA TRANSFORMADOR DE TR-1, 500 KVA.
2	CELDA DE INTERRUPTOR PARA TRANSFORMADOR DE TR-2, 500 KVA.
3	CELDA DE INTERRUPTOR DE ACOMETIDA
4	CELDA DE CUCHILLA DE PRUEBA Y APARTARRAYOS
5	TRANSFORMADOR TR-1, 500 KVA, 34.5/4.16 KV. PARA BOMBA DE 250 H.P.
6	TRANSFORMADOR TR-2 DE 500 KVA, 34.5/480 V.
7	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO EN CAJA MOLDEADA DE 800 AMP., 480V, 3F, 3H, 60Hz. (IT-01)
8	LETREDO CON LEGENDA "PELIGRO ALTA TENSION"
9	CUCHILLA FUSIBLE EN GABINETE

DIBUJOS DE REFERENCIA:	
1051	DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL.
1052	ARREGLO DE EQUIPO ELECTRICO EN CUARTO DE CONTROL.
1053	SISTEMA GENERAL DE FUERZA.
1053A	DETALLES DEL SISTEMA DE FUERZA.
1055	CEDULA DE CONDUCTORES Y TUBERIA (1 DE 2).
1055A	CEDULA DE CONDUCTORES Y TUBERIA (2 DE 2).

DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS PARA LA REHABILITACION Y MODERNIZACION DE LA ESTACION DE COMPRESION Y ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL "LOS RAMONES", NUEVO LEON.

TESIS DE LICENCIATURA  
PRESENTA: Oscar Jony Garcia Santiago.  
MEXICO D.F. AGOSTO DE 2000.

ARREGLO DE EQUIPO ELECTRICO EN COBERTIZO, SUBESTACION ELECTRICA Y FUERZA	
ESCALA: INDICADA	PLANO No. 1052A
ACOTACION EN: INDICADA	REV. S/N



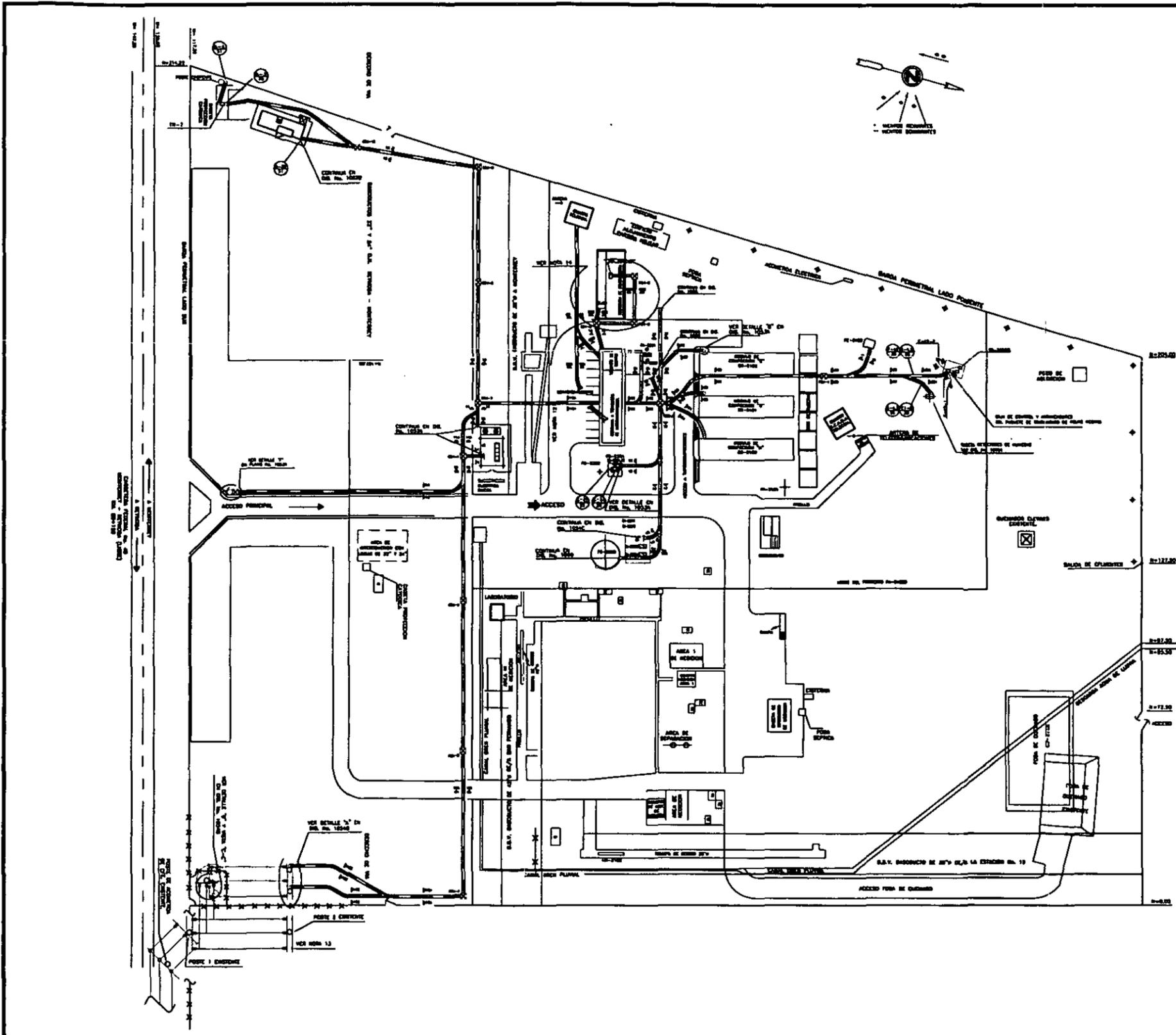
CROQUIS DE LOCALIZACION  
ESC. 500

**SIMBOLOGIA**

- TUBERIA CONDUIT AEREA DE ACERO GALVANIZADO PAREO GRUESA.
- - - TUBERIA CONDUIT SUBTERRANEA, ACERO GALVANIZADO PAREO GRUESA.
- ==== DUCTO O BANCO DE DUCTOS, ARMADO, SUBTERRANEO.
- REH-1 □ REGISTRO ELECTRICO
- CAJA CONDULET PARA AREAS PELIGROSAS.
- CAJA CONDULET PARA AREAS NO PELIGROSAS.
- ⊙ CHOVINERA ZUMADOR 120 V.C.A.
- INDICA TABLERO.
- ⊖ INDICA No. DE CIRCUITO DE FUERZA  
INDICA DIAMETRO DEL TUBO EN mm.
- ⊕ INDICA No. DE CIRCUITO PRINCIPAL.
- ⊞ ESTACION DE BOTONES ARRANCAR-PARAR.
- ⊞ DUCTO ELECTRICO SUBTERRANEO

**NOTAS**

- 1.- LOS CONDUCTORES ESPECIFICADOS PARA 800 V. O MENOS SON TPO THHN.
- 2.- TODOS LOS CONDUCTORES DEBEN SER CONTINUOS, SIN EMPALMES, DENTRO DE LAS TUBERIAS.
- 3.- TODOS LOS CONDUCTORES DEBEN IDENTIFICARSE CON SU NUMERO DE CIRCUITO EN LAS TERMINALES DE LOS EMPALMES Y EN LAS CAJAS DE CONEXIONES.
- 4.- LA TUBERIA DEBE LIMPIARSE INTERIORMENTE, ANTES DE EFECTUARSE EL ALAMBADO.
- 5.- LA TUBERIA SUBTERRANEA HA COMO MARGEN A 300 mm POR CADA UNO DEL NIVEL DE PISO TERMINADO TOMANDO EL PUNTO DE REFERENCIA MAS BAJO Y DE USAR TAMPOCO PARA TUBOS INFERIORES QUE LA CONEXION PARA SEA MEDIDA, PARA SUCEDAN QUE LA SUCESION, AGUA U OTROS ELEMENTOS ENTREN EN EL.
- 6.- EN LOS CRUCES O INTERSECCION DE BANCOS DE DUCTOS ELECTRICOS TENDRA UNA SEPARACION MINIMA DE 100 mm ENTRE ELLOS.
- 7.- PARA LAS LLEGADAS AL PATIN DE LOS MODULOS DE COMPRESION SE ASESISTIRA EN CAMPO DE ACUERDO A LA OBR.
- 8.- PARA CORTES VER DISE. No. 1053B, 1053C Y 1053D.
- 9.- LOS CORTES DE DUCTOS SUBTERRANEOS QUE NO SE MUEVEN EN ESTE PLANO SE INDICARAN EN DISE. No. 1054.
- 10.- LA DISTANCIA ENTRE SOPORTES DE DUCTOS ELECTRICOS SERA DE 2500 mm., COMO MAXIMO.
- 11.- CODIGO DE COLORES PARA CONDUCTORES:  
NEGRO - ENERGIA NORMAL  
BLANCO - NEUTRO  
AMARILLO - CONTROL  
ROJO - ENERGIA DE EMERGENCIA  
VERDE - CONEXION A TIERRA
- 12.- EL CRUCE ENTRE EL BANCO DE DUCTOS ELECTRICOS Y EL DUCTO DE GAS DE 38" TENDRA UNA SEPARACION MINIMA DE 300 mm ENTRE ELLOS.
- 13.- SE DESMANTELARAN LAS CONEXIONES, CABLES, CRUCETAS, AISLACIONES Y POSTES QUE ESTAN DESPUES DEL POSTE 2, Y QUE VAN A LA SUBESTACION ELECTRICA NUEVA.
- 14.- LOS REGISTROS REH-A/V/C, LOS CORTES SOC/800 Y SUS TRAYECTORIAS, ASI LA RESERVA DE CONSTRUCCION SON EXISTENTES CONSTRUIDOS POR PEMEX.



**DIBUJOS DE REFERENCIA:**

0010	PLANO DE LOCALIZACION GENERAL.
1051	DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL.
1053A	DETALLES DEL SISTEMA DE FUERZA.
1053B	CORTES DE DUCTOS SUBTERRANEOS (1 DE 3).
1053C	CORTES DE DUCTOS SUBTERRANEOS (2 DE 3).
1053D	CORTES DE DUCTOS SUBTERRANEOS (3 DE 3).

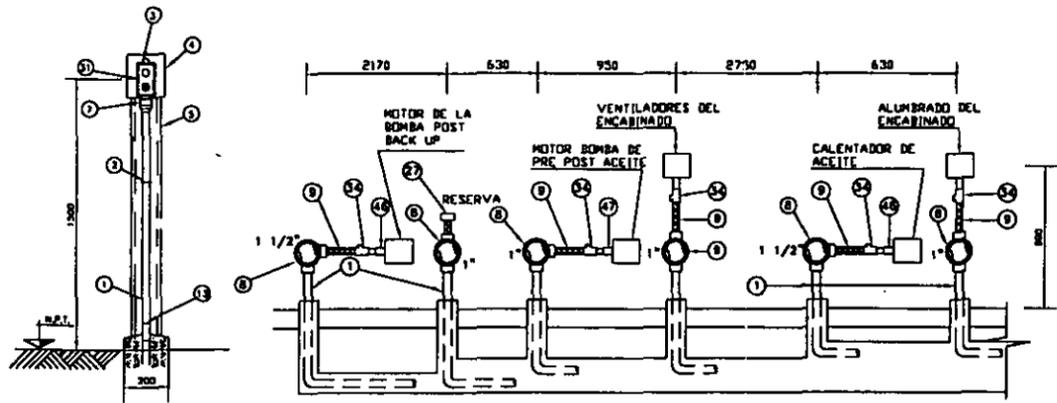
**DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS PARA LA REHABILITACION Y MODERNIZACION DE LA ESTACION DE COMPRESION Y ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL "LOS RAMONES", NUEVO LEON.**

TESIS DE LICENCIATURA  
PRESENTA: *Oscar Jony Garcia Santiago.*  
MEXICO D.F. SEPTIEMBRE DE 2000.

**SISTEMA GENERAL DE FUERZA ESTACION DE COMPRESION Y MEDICION FASE III "LOS RAMONES", NUEVO LEON.**

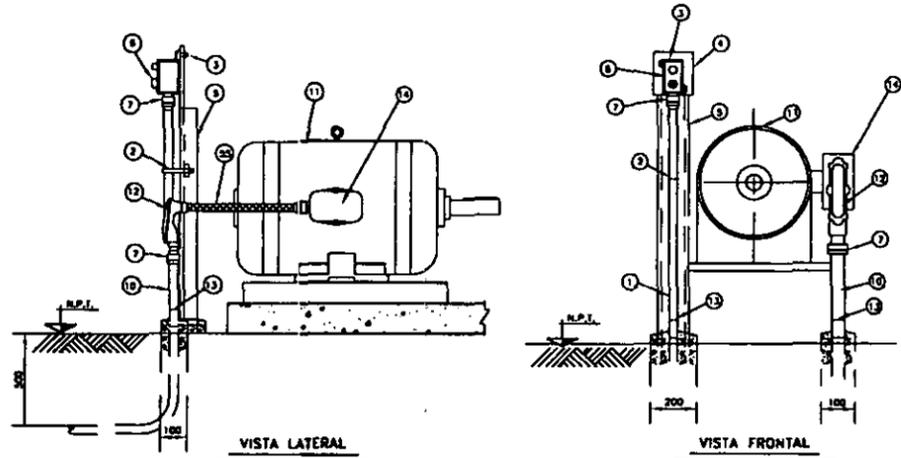
ESCALA: 1:1700  
ACOTACION EN: METROS

PLANO No. 1053  
REV. S/N



**DETALLE "F"**  
PARA BOTON PULSADOR TIMBRE ACCESO DE CARRETERA

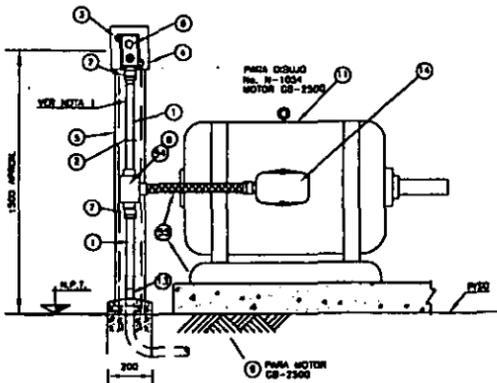
**DETALLE "G"**  
(GB-2100, GB-2101, GB-2102)



VISTA LATERAL

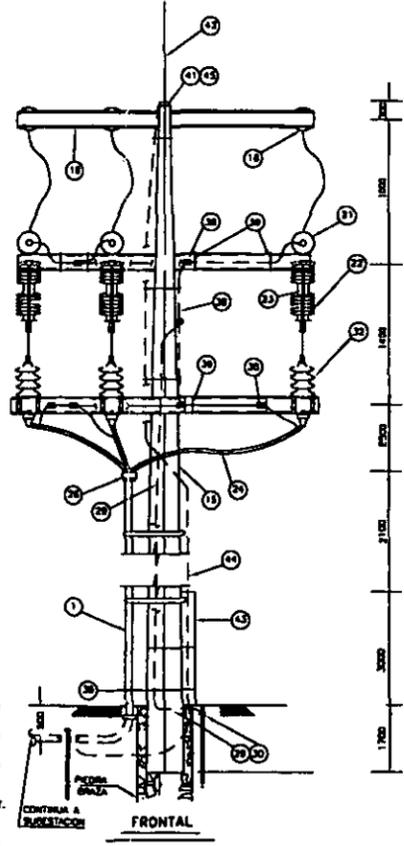
VISTA FRONTAL

**DETALLE "B"**  
INSTALACION TIPICA PARA MOTORES HORIZONTALES (CA-2000A)



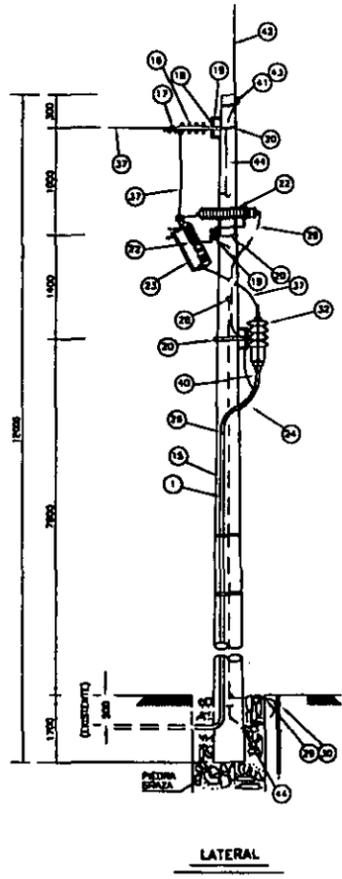
**DETALLE "A"**

INSTALACION TIPICA PARA MOTORES HORIZONTALES GA-2001A, CA-2001B, PA-2000A, PA-2000B, PA-2300, GA-2301/R

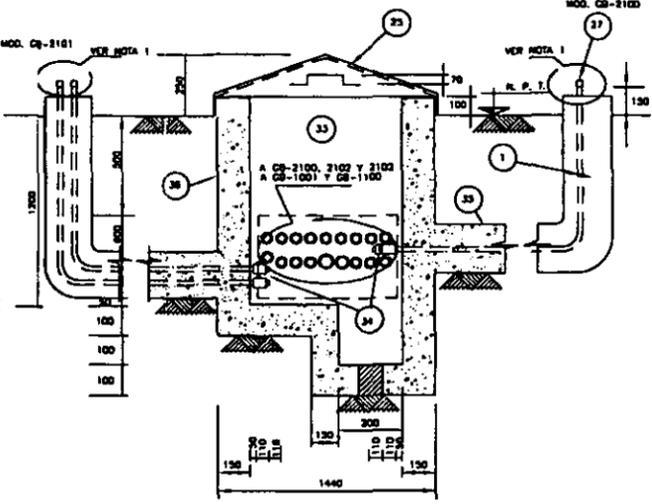


**DETALLE "C"**

INSTALACION TIPICA PARA CONECTOR DE C.F.E.



LATERAL



**DETALLE "D"**

INSTALACION TIPICA PARA MOTORES HORIZONTALES

No. PART	DESCRIPCION
1	TUBERIA CONDUIT DE ACERO GALV. CON COPLER CEDULA "40"
2	ABRAZADERA TIPO "U" DE FIERRO GALV. CON TUERCA Y ROLDANA
3	TORNILLO DE FIERRO GALVANIZADO, CABEZA HEXAGONAL DE 12.7 mm Ø POR 38mm (1/2" Ø x 1 1/2")
4	PLACA DE FIERRO DE 120x180x8.5 mm.
5	CANAL DE FIERRO TIPO CANAL DE 76 mm X 7.44 Kg/m.
6	ESTACION DE BOTONES ARRANQUE Y PARO CLASE I DIVISION 2
7	TUERCA UNION TIPO "UNY" MACHO.
8	CONDULET SERIE "CUA".
9	COPLER FLEXIBLE TIPO "ECLX".
10	NIPLER CORTO.
11	MOTOR ELECTRICO
12	CONDULET SERIE "LBO".
13	COPLER ROSCADO.
14	CAJA DE CONEXIONES PARA CABLE DE FUERZA INTEGRADA AL MOTOR.
15	POSTE DE CONCRETO PC-12-500 DE 12 METROS DE ALTURA
16	AISLADOR DE SUSPENSION HORQUILLA, OJO (4 POR FASE) NEMA 52-6
17	GRAPA DE REMATE -8 NORMA CFE 1.2 H70 DE 1980 PARA CABLE (AC) DE 2/O
18	PERNO TIPO REDONDO DE 18 MM. GALVANIZADO CON CHAVETA DE 3 MM. NORMA CFE 1:2.H.32 CFE-1980
19	CRUCETA TIPO CANAL DE 102MM. X 3000MM. DE ACERO GALVANIZADO
20	ABRAZADERA "UC"
21	APARTARRAYOS ADA-27 TIPO DISTRIBUCION 34.5 KV.
22	CORTA CIRCUITOS FUSIBLES INTENSIVAS, TIPO EXPULSION, 35KV. DE 40AMP.
23	FUSIBLE UNIVERSAL S/M
24	CONDUCTOR CABLEADO DE COBRE CON AISLAMIENTO TIPO "XLP" CAL. No. 2/O AWG
25	TAPA DE REGISTRO DE LAMINA TIPO DIAMANTADA
26	RESINA EPOXICA
27	TAPON CACHUCHA
28	BAIANTE DE TIERRAS
29	PUESTA A TIERRAS FORMADO DE CABLE DE COBRE DESNUDO CAL. No. 2/O AWG.
30	VARILLA DE COBRE TIPO COPPERWELD Y CONECTORES
31	BOTON PULSADOR CONTACTO MOMENTANEO NORMALMENTE ABIERTO NEMA 3R.
32	TERMINAL DE PORCELANA PARA 34.5KV. PARA INTENSIVAS TIPO SCOTCH CAST CON CONECTOR TIPO T2
33	REGISTRO ELECTRICO
34	SELLO TIPO "EYS"
35	DUCTO ELECTRICO CON ENVOLVENTE DE CONCRETO Y COLDRANTE ROJO E IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL.
36	MURO O PARED DEL REGISTRO ELECTRICO DE CEMENTO CON ACABADO FINO Y SELLANTE, INTEGRADO.
37	CABLE DE ALUMINIO TIPO AAC CALIBRE 2/O AWG
38	CONECTOR MECANICO BIPARTIDO PARA CABLE No. 2/O AWG
39	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 18 X 0.51MM. CON GRAPA DE ACERO INOXIDABLE DE 18 X 30 X 0.51MM.
40	PANTALLA METALICA DEL CONDUCTOR DE FUERZA
41	ABRAZADERA TIPO BOC, SOLERA DE 8 X 38MM. GALVANIZADA NORMA CFE-1-2. H52 DE 1980
42	PUNTA DE PARARRAYOS DE 1.22MTS. DE LONGITUD
43	TUBO P.V.C. PESADO DE 25MM. Ø PARA TIERRAS
44	CABLE DE PARARRAYOS DE 45MM. DE 28 MILDS
45	CONECTOR MECANICO TIPO GAR, CABLE A VARILLA
46	REDUCCION BUSHING DE 101mm A 38mm (4" A 1 1/2")
47	REDUCCION BUSHING DE 101mm A 25mm (4" A 1")
48	TUERCA UNION UNF HEMBRA
49	CAJA DE CONEXIONES USO INTENSIVAS SERIE WAB
50	CANAL DE FIERRO APS DE 102 X 3.04 KG/M
51	PLACA BASE DE ACERO DE 150 X 150 X 6.3MM (6" x 6" 1/4")
52	BARREMANCHA DE 9.25 MM Ø (3/8")
53	TORNILLO DE 6.35MM X 9.5MM DE ACERO INOXIDABLE CON TUERCA Y ROLDANA
54	CONDULET SERIE OVALADA
55	TUBO FLEXIBLE APRUEBA DE LIQUIDOS, TIPO LIQUATITE.

**NOTAS**

- 1.- AJUSTAR EN OBRA AL PATIN DEL MODULO DE COMPRESORES GB-2100, GB-2101/GB-2102.
- 2.- PARA MOTOR GB-2300 DEBE ADOPTARSE SELLO TIPO EYS.

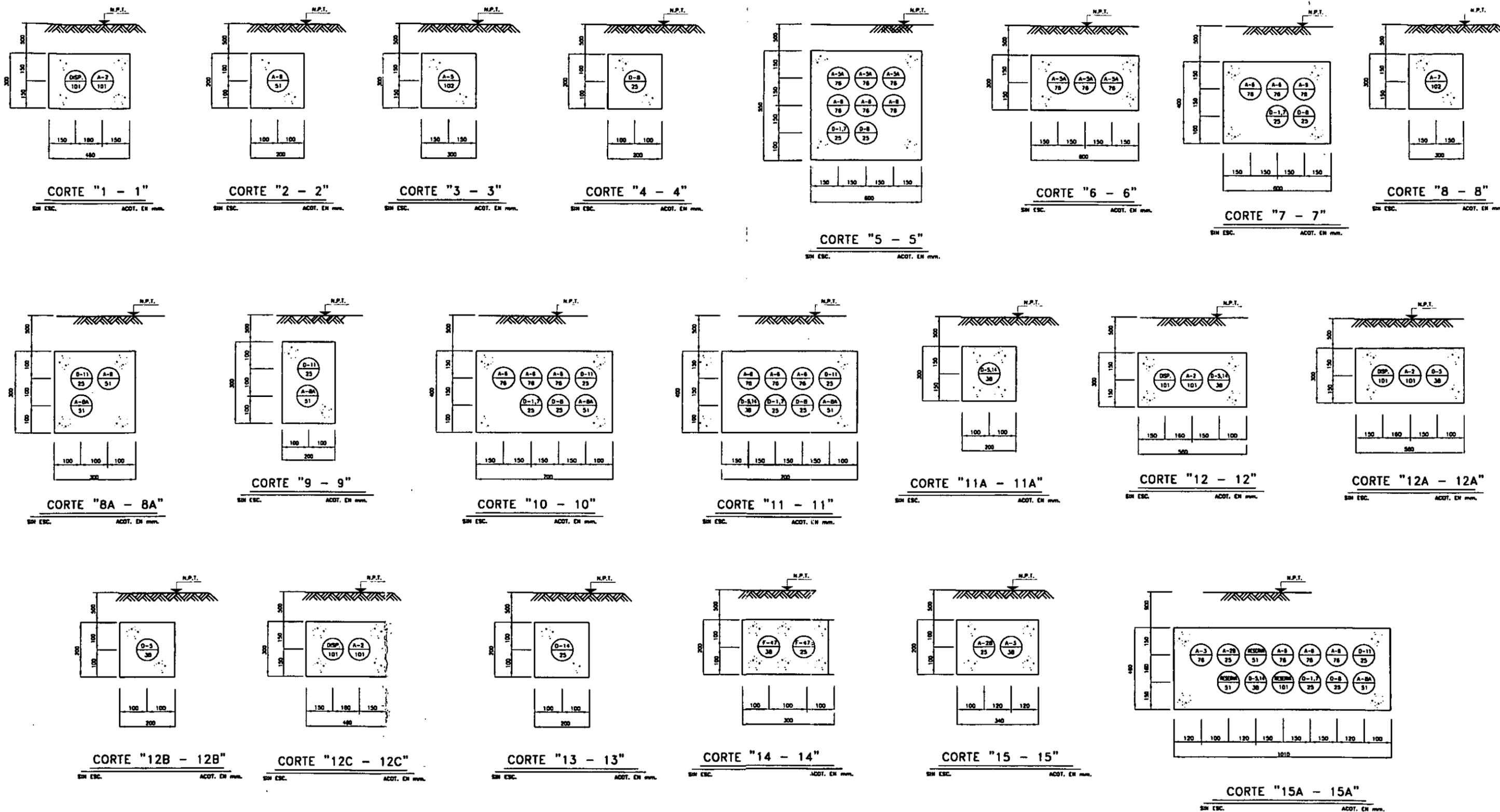
DIBUJOS DE REFERENCIA:	
1051	DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL.
1052A	ARREGLO DE EQUIPO ELECTRICO EN COBERTIZO SUBESTACION ELECTRICA Y FUERZA.
1053	SISTEMA GENERAL DE FUERZA.
1054	SISTEMA GENERAL DE FUERZA EN CUARTO DE CONTROL.
1054C	SISTEMA DE FUERZA EN COBERTIZO CONTRA INCENDIO.
1055	CEDULA DE CONDUCTORES Y TUBERIA (1 DE 2).

1055A	CEDULA DE CONDUCTORES Y TUBERIA (2 DE 2).
-------	---

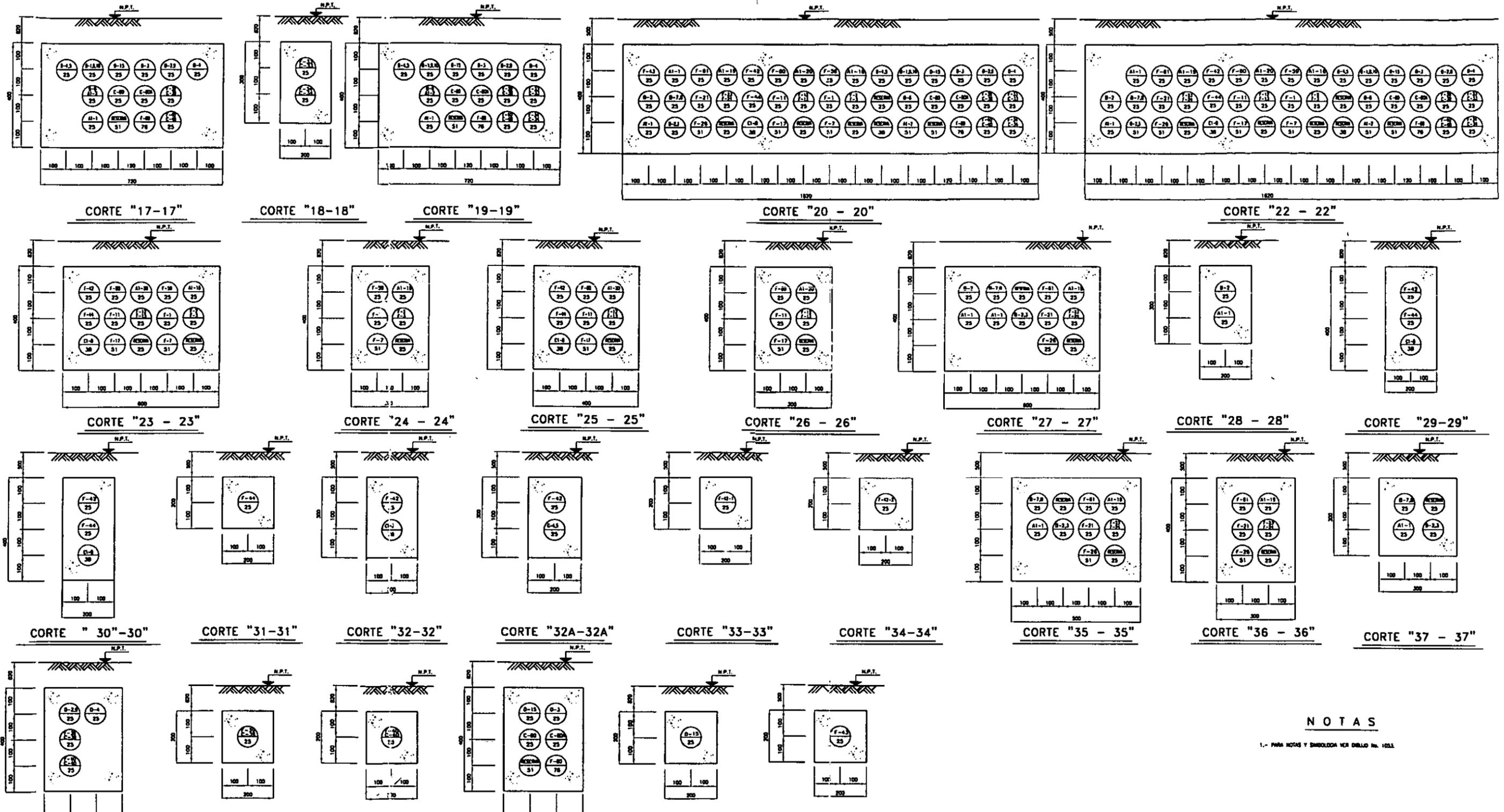
DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS PARA LA REHABILITACION Y MODERNIZACION DE LA ESTACION DE COMPRESION Y ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL "LOS RAMONES", NUEVO LEON.

TESIS DE LICENCIATURA  
PRESENTA: Oscar Jony García Santiago.  
MEXICO D.F. SEPTIEMBRE DE 2000.

DETALLES DEL SISTEMA GENERAL DE FUERZA ESTACION DE COMPRESION Y MEDICION FASE III "LOS RAMONES", NUEVO LEON.	
ESCALA: ~	PLANO No. 1053A
ACOTACION EN: MILIMETROS	REV. S/N



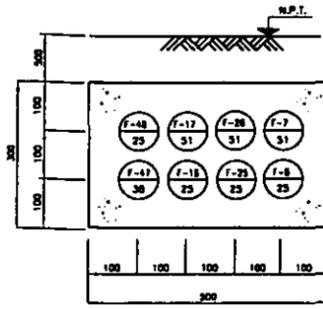
DIBUJOS DE REFERENCIA:				DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS PARA LA REHABILITACION Y MODERNIZACION DE LA ESTACION DE COMPRESION Y ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL "LOS RAMONES", NUEVO LEON.	CORTES DE DUCTOS SUBTERRANEOS (1 DE 3) ESTACION DE COMPRESION Y MEDICION FASE III "LOS RAMONES", NUEVO LEON.	
0010	PLANO DE LOCALIZACION GENERAL.	1055	CEDULA DE CONDUCTORES Y TUBERIA (1 DE 2).		TESIS DE LICENCIATURA	ESCALA: ~
1051	DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL.	1055A	CEDULA DE CONDUCTORES Y TUBERIA (2 DE 2).	PRESENTA: Oscar Jony Garcia Santiago.		1053B
1051A	DIAGRAMA UNIFILAR 480 V.			MEXICO D.F. OCTUBRE DE 2000.	ACOTACION EN: MILIMETROS	
1052A	ARREGLO DE EQUIPO ELECTRICO EN COBERTIZO SUBESTACION ELECTRICA Y FUERZA.					REV.
1053A	DETALLES DEL SISTEMA DE FUERZA.					S/N
1054	SISTEMA GENERAL DE FUERZA EN CUARTO DE CONTROL.					



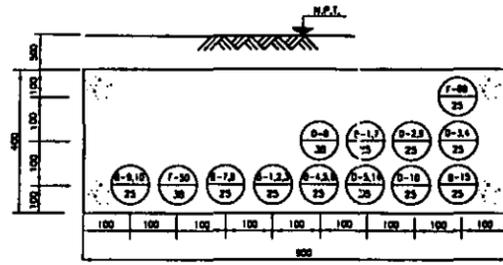
**NOTAS**

1.- PARA NOTAS Y SIMBOLOS VER DIBUJO No. 1033

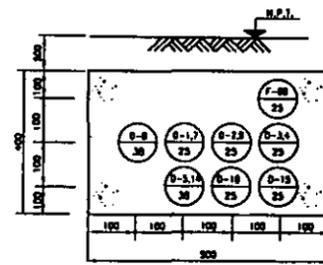
<b>DIBUJOS DE REFERENCIA:</b>				DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS PARA LA REHABILITACION Y MODERNIZACION DE LA ESTACION DE COMPRESION Y ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL "LOS RAMONES", NUEVO LEON.	<b>CORTES DE DUCTOS SUBTERRANEOS (2 DE 3)</b>	
0010	PLANO DE LOCALIZACION GENERAL.	1053	CEDULA DE CONDUCTORES Y TUBERIA (1 DE 2).		ESTACION DE COMPRESION Y MEDICION FASE III "LOS RAMONES", NUEVO LEON.	ESCALA: ~
1051	DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL.	1053A	CEDULA DE CONDUCTORES Y TUBERIA (2 DE 2).	TESIS DE LICENCIATURA		REV.
1051A	DIAGRAMA UNIFILAR 480 V.			PRESENTA: Oscar Jony Garcia Santiago.		S/N
1052A	ARREGLO DE EQUIPO ELECTRICO EN COBERTIZO SUBESTACION ELECTRICA Y FUERZA.			MEXICO D.F. OCTUBRE DE 2000.	ACOTACION EN: MILIMETROS	
1053A	DETALLES DEL SISTEMA DE FUERZA.					
1054	SISTEMA GENERAL DE FUERZA EN CUARTO DE CONTROL.					
						1053C



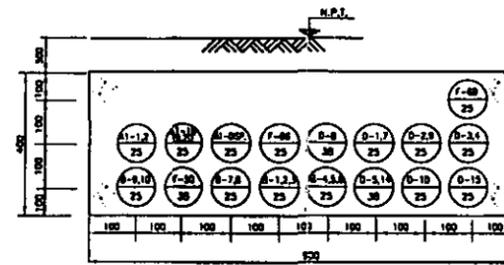
CORTE "38 - 38"



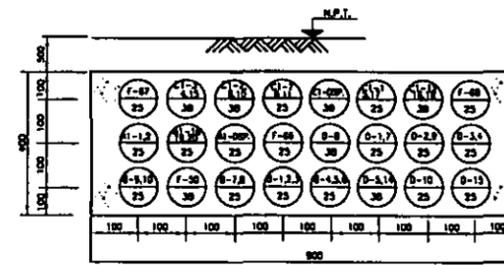
CORTE "39 - 33"



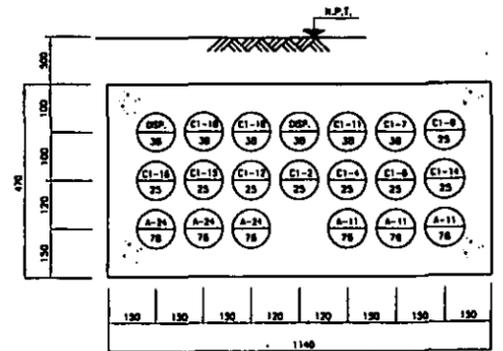
CORTE "39a - 39a"



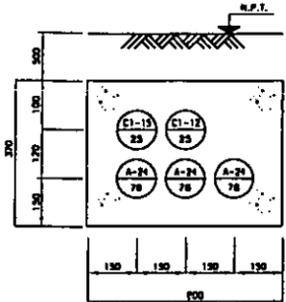
CORTE "40 - 40"



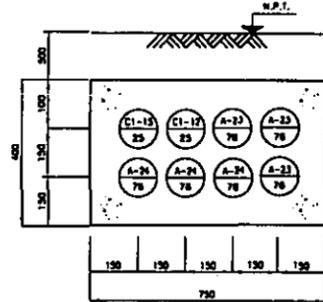
CORTE "41 - 41"



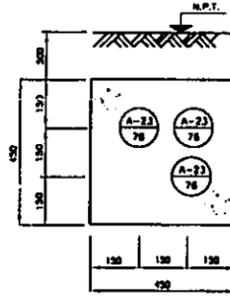
CORTE "42 - 42"



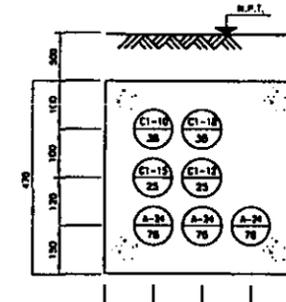
CORTE "43 - 43"



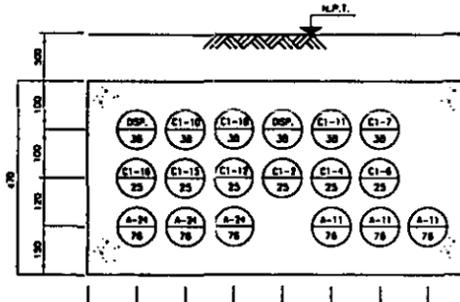
CORTE "44 - 44"



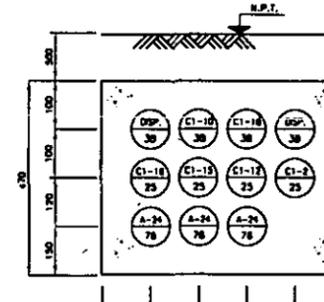
CORTE "45 - 45"



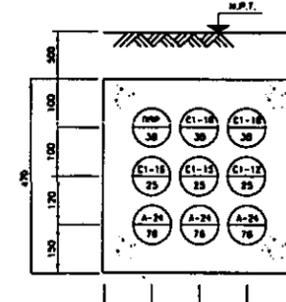
CORTE "48 - 48"



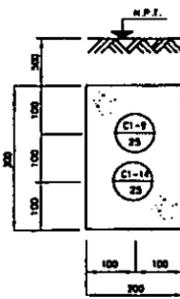
CORTE "49 - 49"



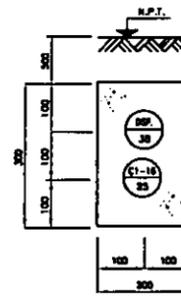
CORTE "50 - 50"



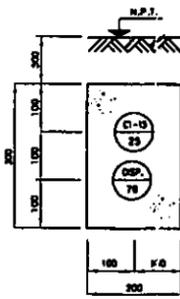
CORTE "51 - 51"



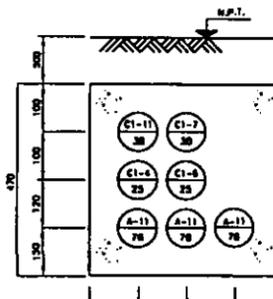
CORTE "55 - 55"



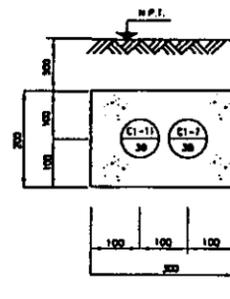
CORTE "56 - 56"



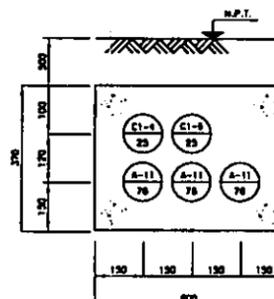
CORTE "58 - 58"



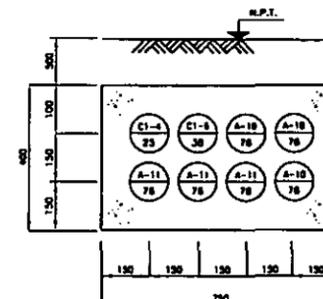
CORTE "61 - 61"



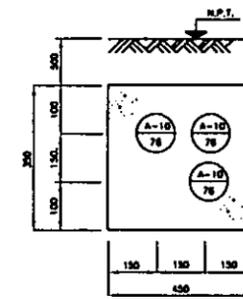
CORTE "62-62"



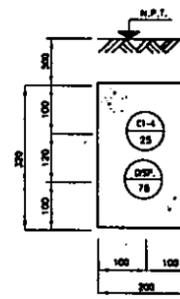
CORTE "63 - 63"



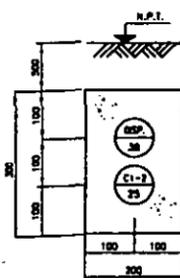
CORTE "64 - 64"



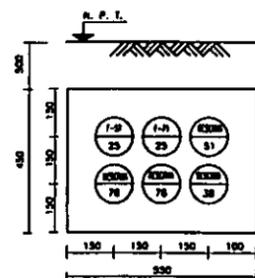
CORTE "65 - 65"



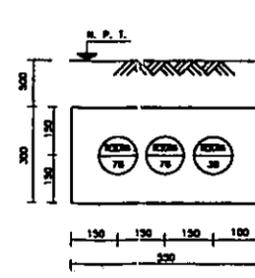
CORTE "66 - 66"



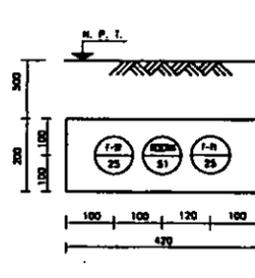
CORTE "67 - 67"



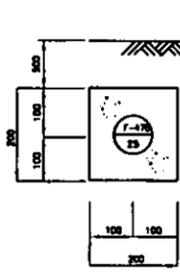
CORTE "60-60"



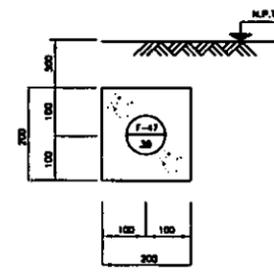
CORTE "60 A-60 A"



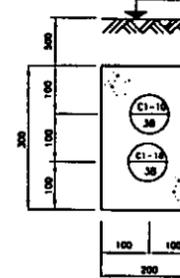
CORTE "60 B-60 B"



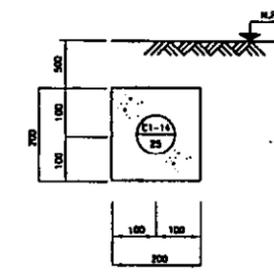
CORTE "60 C-60 C"



CORTE "60 D-60 D"



CORTE "47 - 47"

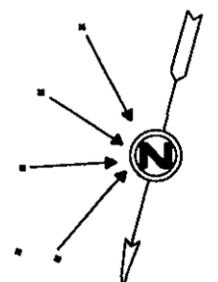
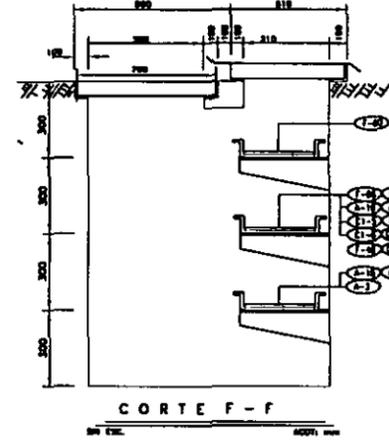
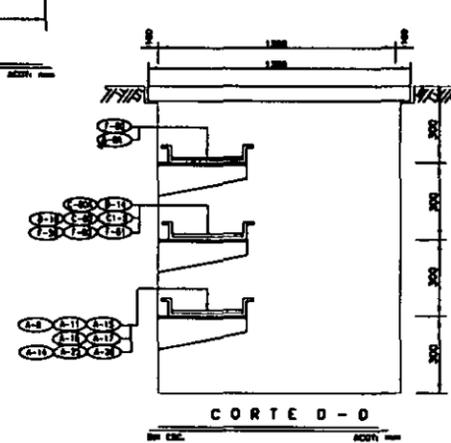
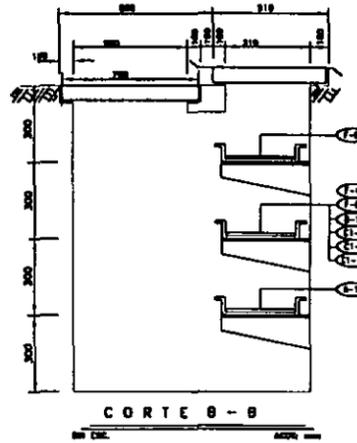
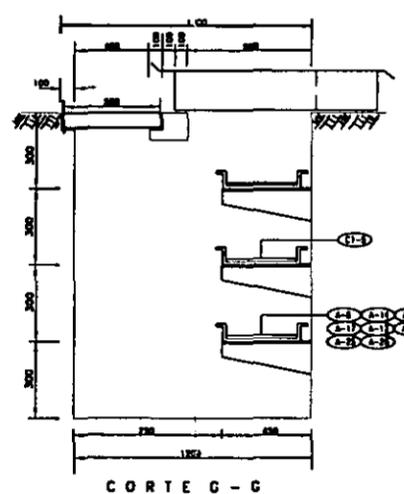
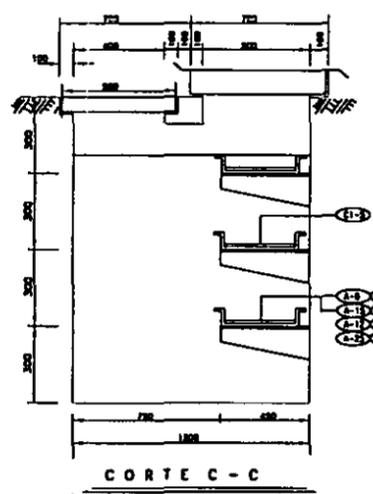
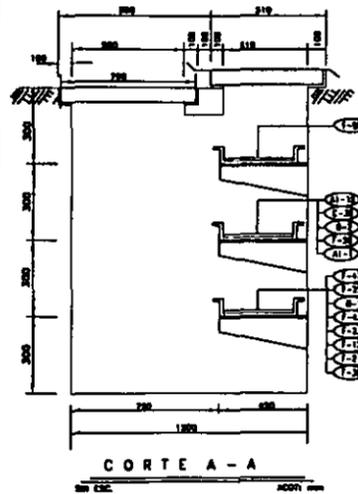
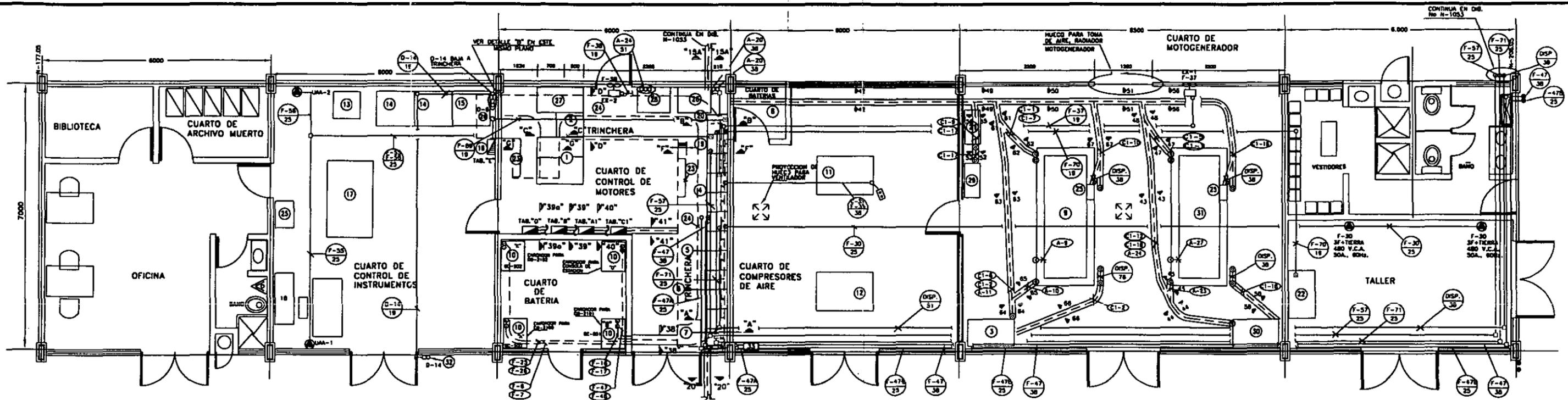


CORTE "52-52"

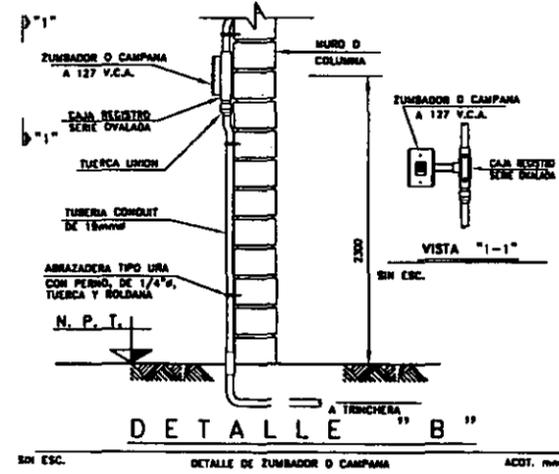
NOTA

1.- LOS CORTES 44, 53, 54 Y 57 NO TIENEN APLICACION.

DIBUJOS DE REFERENCIA:				DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS PARA LA REHABILITACION Y MODERNIZACION DE LA ESTACION DE COMPRESION Y ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL "LOS RAMONES", NUEVO LEON.	CORTES DE DUCTOS SUBTERRANEOS (3 DE 3) ESTACION DE COMPRESION Y MEDICION FASE III "LOS RAMONES", NUEVO LEON.	
0010	PLANO DE LOCALIZACION GENERAL.	1053	CEDULA DE CONDUCTORES Y TUBERIA (1 DE 2).		TESIS DE LICENCIATURA	ESCALA: ~
1051	DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL.	1053A	CEDULA DE CONDUCTORES Y TUBERIA (2 DE 2).	PRESENTA: Oscar Jony Garcia Santiago.		1053D
1051A	DIAGRAMA UNIFILAR 480 V.			MEXICO D.F. OCTUBRE DE 2000.	ACOTACION EN: MILIMETROS	REV.
1052A	ARREGLO DE EQUIPO ELECTRICO EN COBERTIZO SUBESTACION ELECTRICA Y FUERZA.					S/N
1053A	DETALLES DEL SISTEMA DE FUERZA.					
1054	SISTEMA GENERAL DE FUERZA EN CUARTO DE CONTROL.					



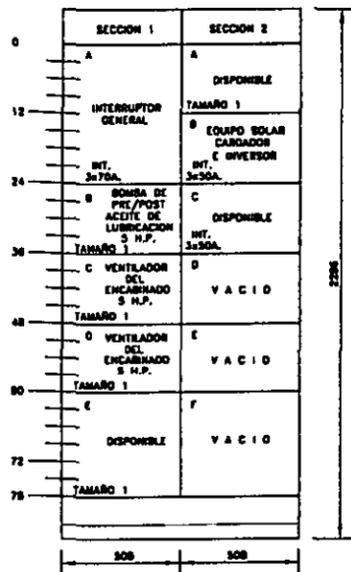
■ VIENTOS DOMINANTES  
 ■ VIENTOS REYNANTES



**NOTAS**

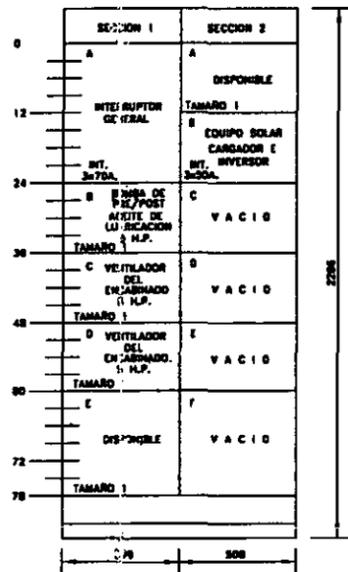
- 1.- PARA FRETE DE TABLEROS VER DISEÑO No 1054A.
- 2.- PARA SIMBOLOGIA Y NOTAS VER DISEÑO No. 1053.
- 3.- PARA CORTES DE DUCTOS SUBTERRANEOS VER DISEÑO No 1053D.

DIBUJOS DE REFERENCIA:				DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS PARA LA REHABILITACION Y MODERNIZACION DE LA ESTACION DE COMPRESION Y ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL "LOS RAMONES", NUEVO LEON.	SISTEMA GENERAL DE FUERZA EN CUARTO DE CONTROL	
1051	DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL.	1053D	CORTES DE DUCTOS SUBTERRANEOS (3 DE 3).		TESIS DE LICENCIATURA	ESCALA: 1:1000
1051A	DIAGRAMA UNIFILAR 480 V.	1053A	ARREGLO DE FRETE DE TABLEROS Y CCM'S.	PRESENTA: Oscar Jony Garcia Santiago.		1054
1051B	DIAGRAMA UNIFILAR 220-127 V.	1053E	CEDULA DE CONDUCTORES Y TUBERIAS (1 DE 2).	MEXICO DF. NOVIEMBRE DE 2000.	ACOTACION EN: MILIMETROS	REV.
1053	SISTEMA GENERAL DE FUERZA.	1055A	CEDULA DE CONDUCTORES Y TUBERIAS (2 DE 2).			S/N
1053B	CORTES DE DUCTOS SUBTERRANEOS (1 DE 3).					
1053C	CORTES DE DUCTOS SUBTERRANEOS (2 DE 3).					



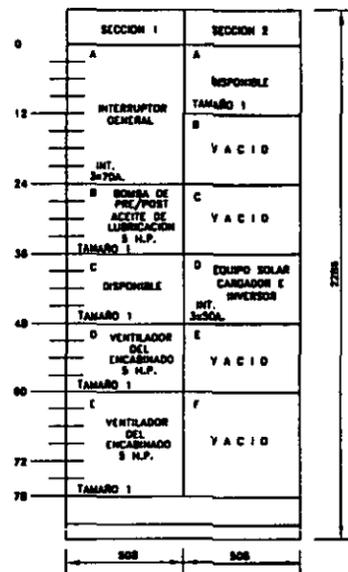
FRENTE DE CCM - 1  
MODULO DE COMPRESION "A" (GB-2100)

ESC. 1:300 ACOT. EN MM.



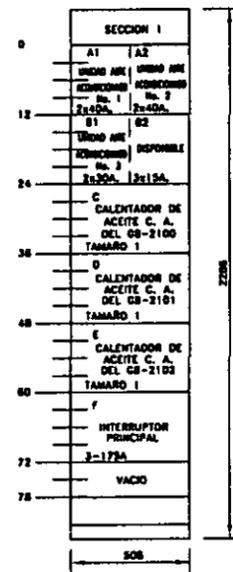
FRENTE DE CCM - 2  
MODULO DE COMPRESION "B" (GB-2101)

ESC. 1:300 ACOT. EN MM.



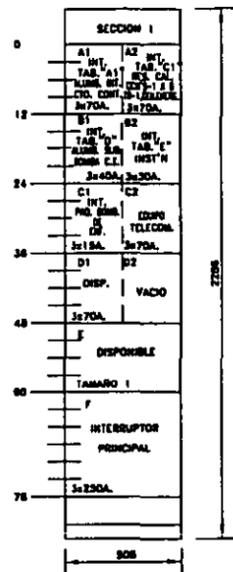
FRENTE DE CCM - 3  
MODULO DE COMPRESION "B" (GB-2102)

ESC. 1:300 ACOT. EN MM.



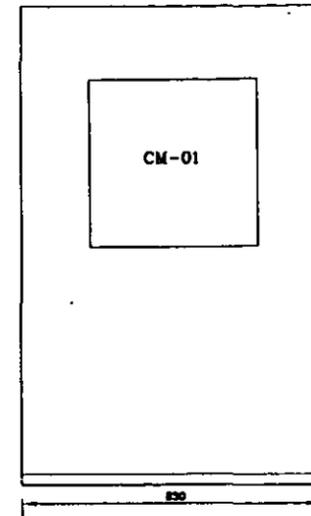
FRENTE DE CCM-5

ESC. 1:300 ACOT. EN MM.



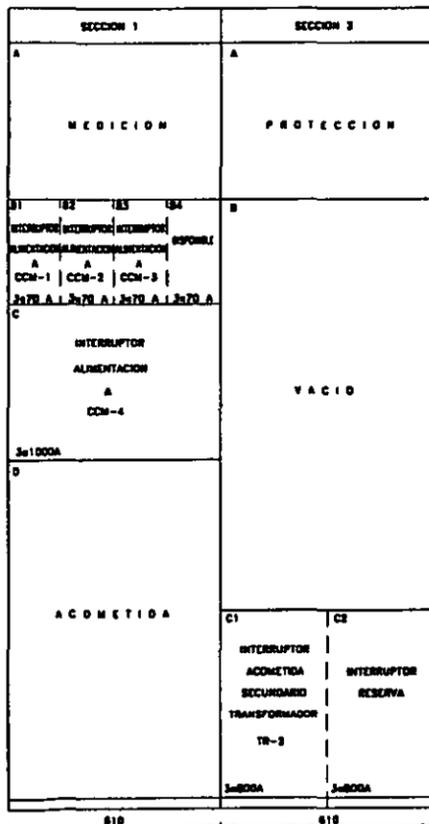
FRENTE DE CCM-6

ESC. 1:300 ACOT. EN MM.



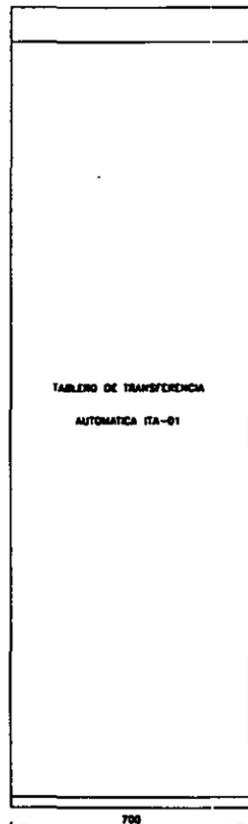
CUCHILLA FUSIBLE  
PARA PRIMARIO TRANSFORMADOR

ESC. 1:200 ACOT. EN MM.



TD-1  
TABLERO DE DISTRIBUCION Y CONTROL

ESC. 1:200 ACOT. EN MM.



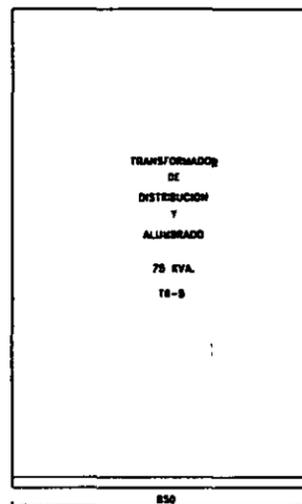
ITA-01  
TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMATICO

ESC. 1:200 ACOT. EN MM.



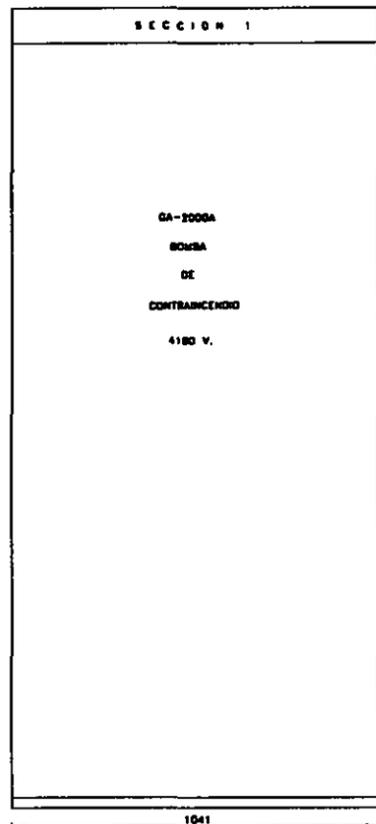
ITA-01A  
TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMATICO

ESC. 1:200 ACOT. EN MM.



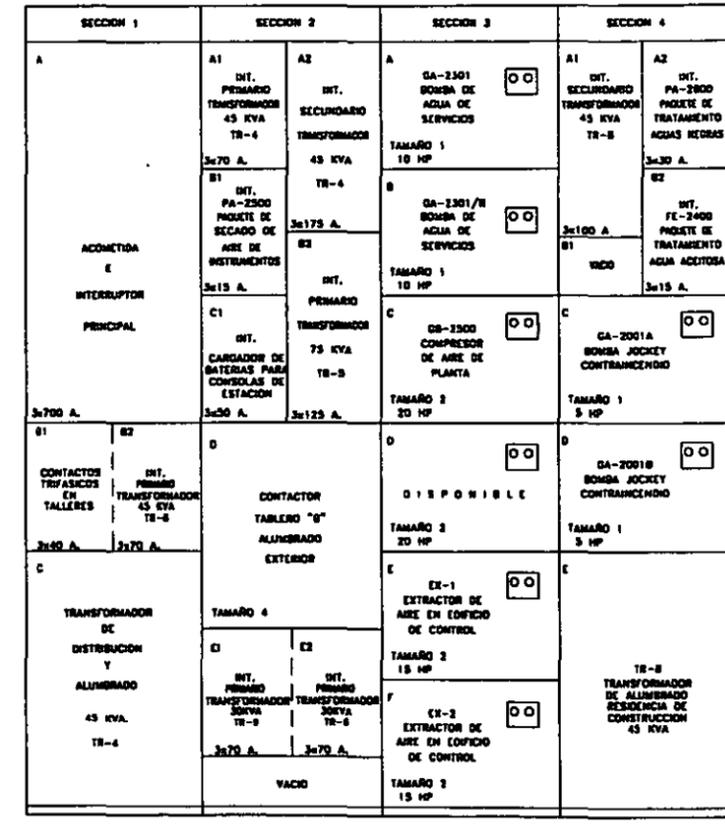
TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMATICO

ESC. 1:200 ACOT. EN MM.



TABLERO TD-2 DE 4160 V. PARA BOMBA DE CONTRAINCENDIO

ESC. 1:200 ACOT. EN MM.



CCM - 4  
SERVICIOS GENERALES

ESC. 1:200 ACOT. EN MM.

DIBUJOS DE REFERENCIA:

1051	DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL.
1051A	DIAGRAMA UNIFILAR 480 V.
1051B	DIAGRAMA UNIFILAR 220-127 V.
1052	ARREGLO DE EQUIPO ELECTRICO EN CUARTO DE COINTROL.
1054	SISTEMA GENERAL DE FUERZA EN CUARTO DE CONTROL.

DISENO DE INSTALACIONES ELECTRICAS PARA LA REHABILITACION Y MODERNIZACION DE LA ESTACION DE COMPRESION Y ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL "LOS RAMONES", NUEVO LEON.

TESIS DE LICENCIATURA  
PRESENTA: Oscar Jony Garcia Santiago.

MEXICO DF. NOVIEMBRE DE 2000.

ARREGLO DE FRENTE DE TABLEROS Y CCM'S ESTACION DE COMPRESION Y MEDICION FASE III "LOS RAMONES", NUEVO LEON.

ESCALA: ~

PLANO No.

1054A

ACOTACION EN: MILIMETROS

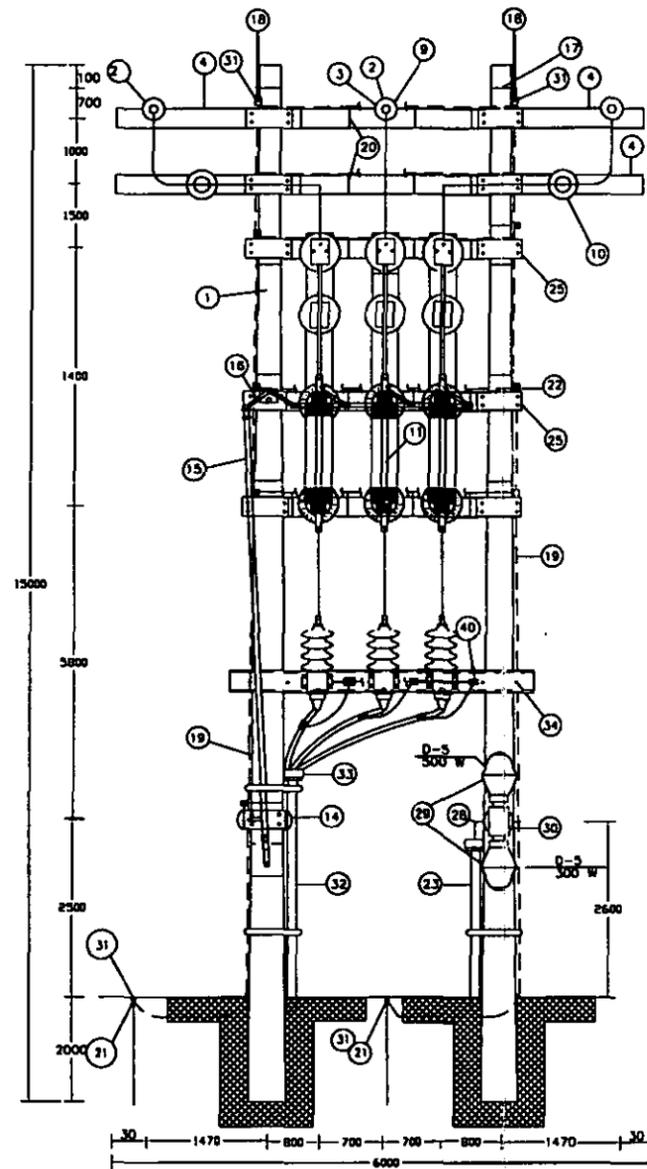
REV.

S/N

No. PARTIDA	DESCRIPCION
1	POSTE DE CONCRETO PC-15-800 DE 15 mts. DE ALTURA
2	AISLADOR DE SUSPENSION HORQUILLA OJO (4 POR FASE PARA 34.5 KV)
3	GRAPA DE REMATE NORMA C.F.E. 1.2 H70 DE 1980 PARA CABLE A:SR 2/D AWG.
4	CRUCETA C4S NORMA C.F.E. 1.2-IC13 DE 1980.
5	TUBO CONDUIT DE ACERO GALVANIZADO DE 25 mm. DIAMETRO
6	CRUCETA FIERRO CANAL DE 4" (102mm) X 3000mm
7	TORNILLO MAQUINA 19x305
8	ABRAZADERA TIPO "U" DESIGNACION 2 U, NORMA C.F.E. 1.2 HL
9	PERNO OJO TIPO IPO, NORMA C.F.E. 1.
10	AISLADOR ALFILER CLASE NEMA 5B-3.
11	FUSIBLE DE 40 AMP. PARA CUCHILLA ALDUTI
12	INTERRUPTOR DESCONECTADOR CON CARGA. OPERACION EN GRUPO.
13	TIPO ALDUTI, PARA UNA TENSION DE SERVICIO. DE 34.5 KV
14	APARTARRAYOS ADA-27 PARA 34.5 KV NOMINAL.
15	MECANISMO OPERADOR DE MANDO PARA MONTAJE DE EQUIPO VERTICAL
16	TUBO DE TRANSMISION
17	PALANCA DE ACCIONAMIENTO
18	ABRAZADERA TIPO "BDC" SOLERA DE 6X38mm GALV. NORMAL C.F.E. 1.2.H52 DE 1980.
19	PUNTA DE PARARRAYOS DE 1.22 m. DE LONG.
20	CABLE DE COBRE DESNUDO DE 45 mm DE 28 HILOS.
21	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 16x0.51 mm.
22	CON GRAPA DE ACERO INOXIDABLE DE 16x30x0.51 mm.
23	VARILLA DE COBRE TIPO COPPERWELD Y CONECTORES
24	CONECTOR BIPARTIDO MECANICO PARA CABLE No.2/D AWG.
25	TUBO CONDUIT DE ACERO GALVANIZADO DE 38 mm
26	MUFA
27	CRUCETA FIERRO CANAL DE 101 mm. (4") POR 3500mm 1/4" (6.35mm).
28	CABLE DESNUDO DE ALUMINIO TIPO AAC CAUBRE 2/D AWG.
29	AISLADOR TIPO ALFILER PARA 34.5 KV.
30	ALFILER PARA AISLADOR TIPO ALFILER
31	TRES CABLES MONOPOLARES No.6 AWG (1.3mm) TIPO XHHW, VULCAVEL "XLP".
32	LUMINARIO TIPO SUBESTACION USO INTEMPERIE, INCANDESCENTE, 127 V.C.A., 60HZ.
33	BASE DE ALUMINIO TIPO SUBESTACION.
34	CONECTOR MECANICO VARILLA A CABLE.
35	TUBO CONDUIT DE ACERO GALVANIZADO DE 101 mm
36	RESINA EPOXICA
37	ABRAZADERA "UC"

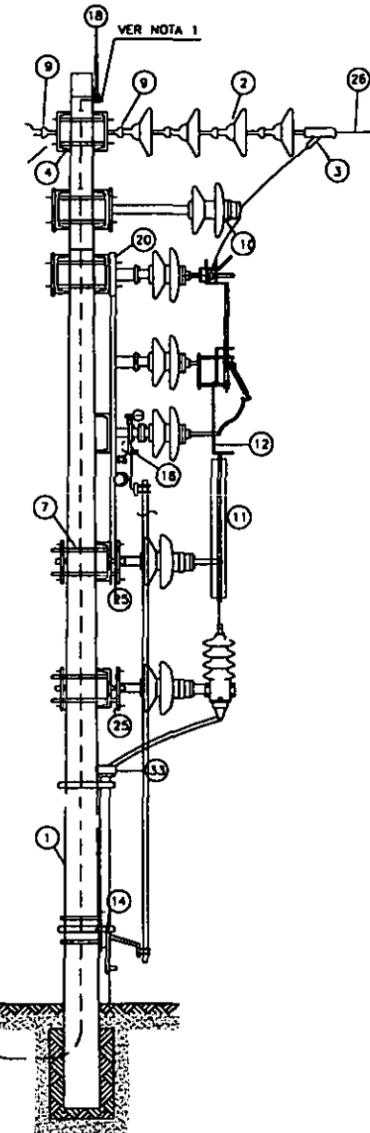
### NOTAS

- SE CONECTARAN TODOS LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES AL CABLE DE PARARRAYOS.
- LINEA AEREA Y POSTES EXISTENTES DE 34.5 KV.



VISTA FRONTAL

ESC./SIN ACOT.mm

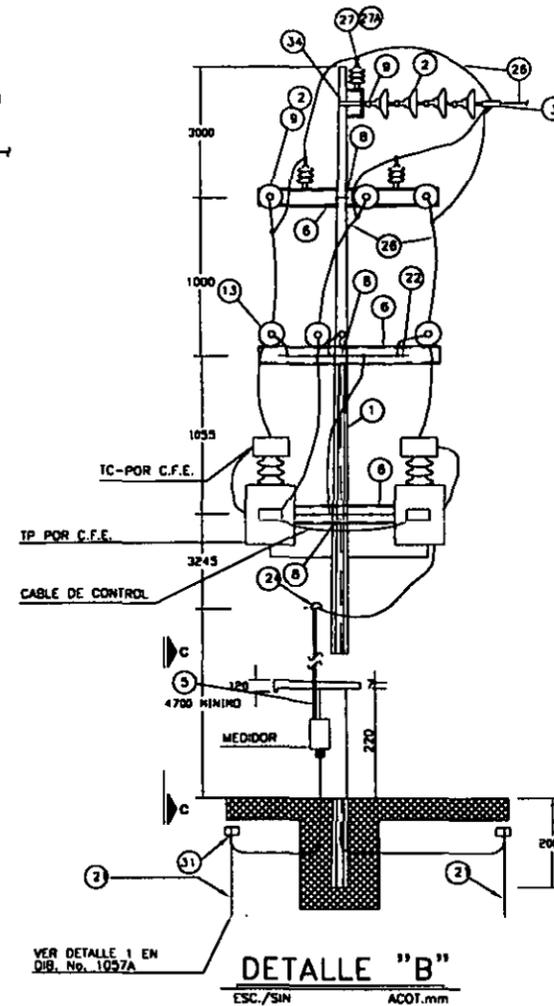


VISTA LATERAL

ESC./SIN ACOT.mm

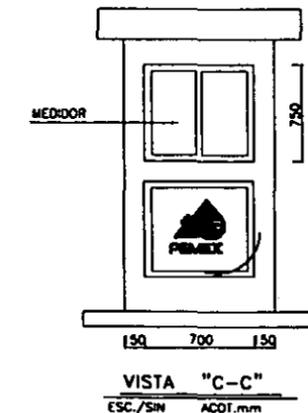
DETALLE "A"

ESC./SIN ACOT.mm



DETALLE "B"

ESC./SIN ACOT.mm



VISTA "C-C"

ESC./SIN ACOT.mm

### DIBUJOS DE REFERENCIA:

1051	DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL.
1052A	ARREGLO DE EQUIPO ELECTRICO EN COBERTIZO, SUBESTACION ELECTRICA Y FUERZA.

DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS PARA LA REHABILITACION Y MODERNIZACION DE LA ESTACION DE COMPRESION Y ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL "LOS RAMONES", NUEVO LEON.

TESIS DE LICENCIATURA

PRESENTA: Oscar Jony Garcia Santiago.

MEXICO D.F. NOVIEMBRE DE 2000.

ARREGLO DE ACOMETIDA ELECTRICA, FUERZA, ALUMBRADO Y TIERRAS

ESCALA: ~

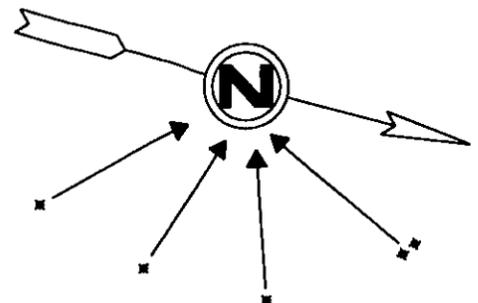
ACOTACION EN: MILIMETROS

PLANO No.

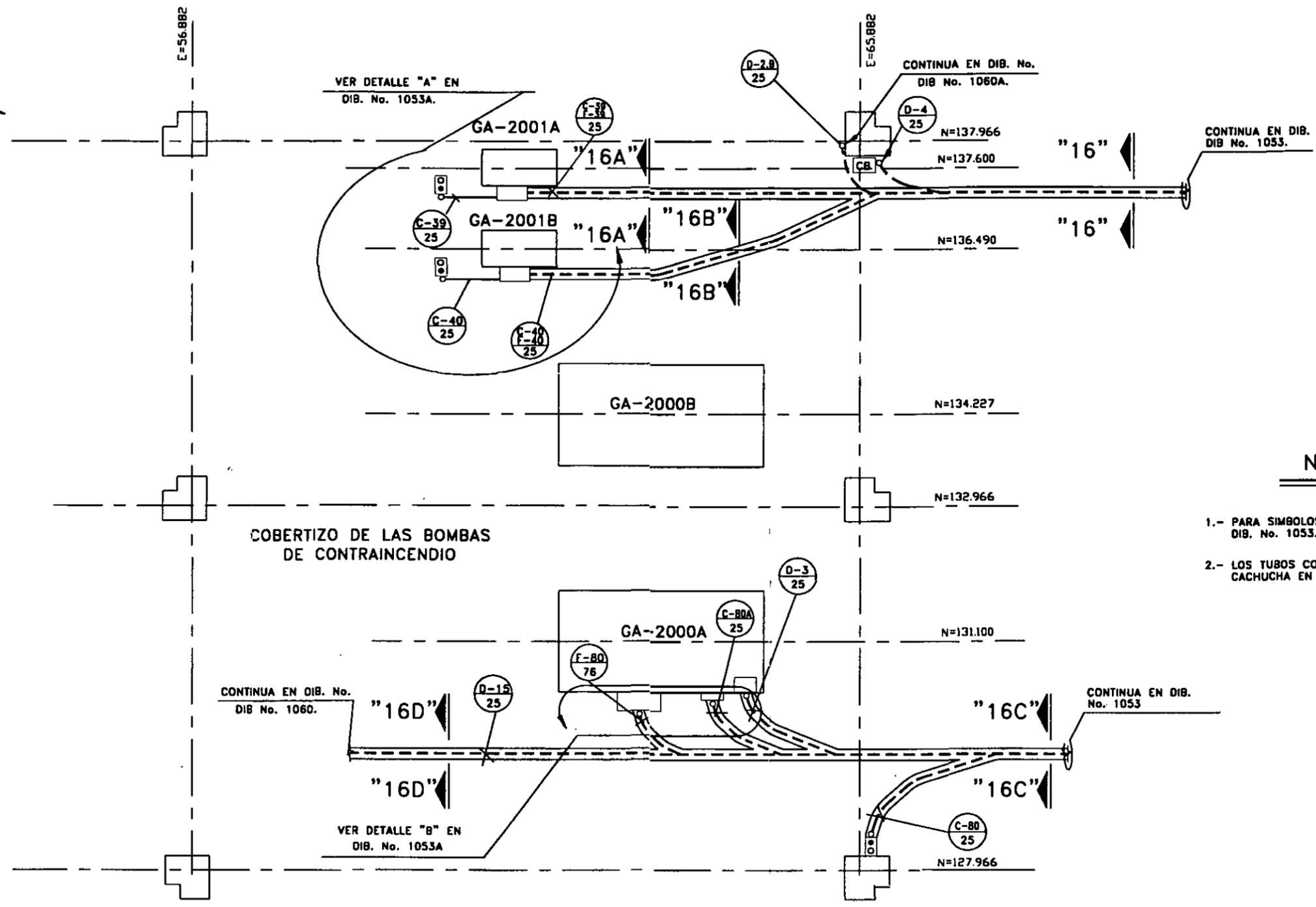
1054B

REV

S/



- \* \* VIENTOS DOMINANTES
- \* \* VIENTOS REINANTES
- \* \* VIENTOS REINANTES



COBERTIZO DE LAS BOMBAS DE CONTRAINCENDIO

P L A N T A

NOTAS

- 1.- PARA SIMBOLOS Y NOTAS GENERALES VER DIB. No. 1053.
- 2.- LOS TUBOS CONDUIT DE RESERVA TENDRAN TAPON CACHUCHA EN SU EXTREMO FINAL.

DIBUJOS DE REFERENCIA:	
1051	DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL.
1051A	DIAGRAMA UNIFILAR EN 480 V.
1053	SISTEMA GENERAL DE FUERZA.
1053A	DETALLES DEL SISTEMA DE FUERZA.
1055	CEDULA DE CONDUCTORES Y TUBERIA (1 DE 2).
1055A	CEDULA DE CONDUCTORES Y TUBERIA (2 DE 2).

1060A	SIST. GRAL. DE ALUMBRADO EN SUB. ELEC. Y COBERTIZO DE BOMBAS CONTRAINCENDIO.
-------	--

DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS PARA LA REHABILITACION Y MODERNIZACION DE LA ESTACION DE COMPRESION Y ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL "LOS RAMONES", NUEVO LEON.

TESIS DE LICENCIATURA  
PRESENTA: Oscar Jony Garcia Santiago.

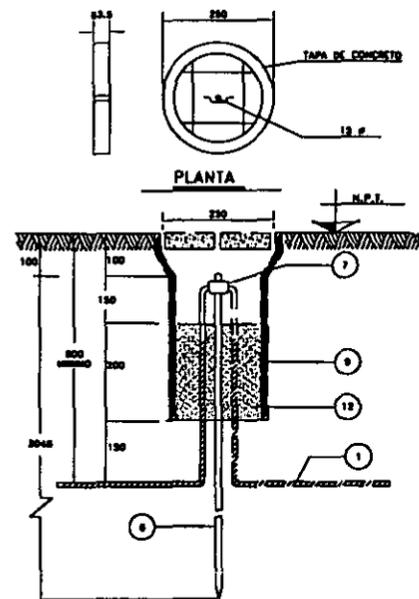
MEXICO DF. NOVIEMBRE DE 2000.

SISTEMA DE FUERZA EN COBERTIZO CONTRAINCENDIO ESTACION DE COMPRESION Y MEDICION FASE III "LOS RAMONES", NUEVO LEON.		
ESCALA: 1:625	PLANO No.	REV.
ACOTACION EN: METROS	1054C	S/N

CEDULA DE CONDUCTORES Y TUBERIA

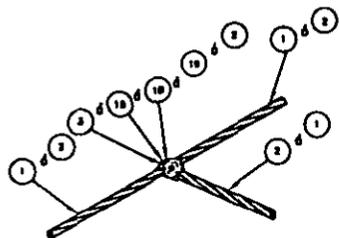
CIRC.	No.	CLAVE	DESCRIPCION	POTENCIA		TENSION(V)		IPC	TRAYECTORIA		CONDUCTORES		TUBERIA		NOTAS	
				KV	KVA	FUERZA	CONTROL		DESDE	HASTA	NUMERO Y SECCION	LONG.	DIAM.	LONG.		TAMANO
A-1			LINEA AEREA	1000	34300	13.8	13.8	100	DE	HASTA	3-87.45 (2/8 AWG)	28	101	100	EXISTENTE	
A-2	SC-01		ALIMENTADOR A SC-01 SUBEST COMPACTA	1000	34300	13.8	13.8	100	DE	HASTA	3-87.45 (2/8 AWG)	28	101	100	EXISTENTE	
A-3	TR-7		ALIMENTADOR A TR-7	20	480	26.8	26.8	100	DE	HASTA	3-33.82 (3 AWG)	20	28	100/70		
A-4	MEC. OMBRA		TABLERO DE MEDICION CPT EN POSTE EXISTENTE	20	220	78.73	78.73	100	DE	HASTA	4-33.82 (2 AWG)	13	20	100/100		
A-5	TR-2		ALIMENTADOR A TR-2	200	34300	13.8	13.8	100	DE	HASTA	3-87.45 (2/8 AWG)	14	101	100	EXISTENTE	
A-6	IT-01		ALIMENTADOR A IT-01	200	480	801.41	801.41	100	DE	HASTA	3-182 (200 MCM)	10	3-70	1000/800	EXISTENTE	
A-7	TD-1		ALIMENTADOR A TD-1	430	480	801.41	801.41	100	DE	HASTA	3-182 (200 MCM)	10	3-70	1000/800	EXISTENTE	
A-8	TR-1		ALIMENTADOR A TR-1	200	34300	13.8	13.8	100	DE	HASTA	3-87.45 (2/8 AWG)	14	101	100	EXISTENTE	
A-9	TR-01		ALIMENTADOR A TR-01	188.8	4180	28.70	28.70	100	DE	HASTA	3-21.15 (4 AWG)	14	91	100/70	EXISTENTE	
A-10	TR-2		ALIMENTADOR A TR-2	188.8	4180	28.70	28.70	100	DE	HASTA	3-21.15 (4 AWG)	14	91	100/70	EXISTENTE	
A-11	DE-2100		NEUTRO GENERADOR DE-2100	277				100	DE	HASTA	3-107.8 (4/0 AWG)	3	70	3	EXISTENTE	
A-12	DE-2100		ALIMENTADOR A DE-2100	200	480	487.76	487.76	100	DE	HASTA	3-21.15 (4 AWG)	3	3-70	4	1000/800	EXISTENTE
A-13	TCO-01		ALIMENTADOR A TCO-01 (CICLOTRONICA)	200	480	487.76	487.76	100	DE	HASTA	3-21.15 (4 AWG)	25	3-70	20	1000/800	EXISTENTE
A-14	ITA-01B		ALIMENTADOR A ITA-01 (NORMAL)	430	480	801.41	801.41	100	DE	HASTA	3-182 (200 MCM)	7			1000/800	EXISTENTE
A-15	ITA-01		ALIMENTADOR A ITA-01	430	480	801.41	801.41	100	DE	HASTA	3-182 (200 MCM)	7			1000/800	EXISTENTE
A-16	CCM-1		ALIMENTADOR A CCM-1	12.1	480	18.17	18.17	100	DE	HASTA	3-87.45 (2/8 AWG)	21		100/70		
A-17	CCM-2		ALIMENTADOR A CCM-2	12.1	480	18.17	18.17	100	DE	HASTA	3-87.45 (2/8 AWG)	20		100/70		
A-18	CCM-3		ALIMENTADOR A CCM-3	12.1	480	18.17	18.17	100	DE	HASTA	3-87.45 (2/8 AWG)	19		100/70		
A-19	CCM-4		ALIMENTADOR A CCM-4	318.86	480	428.14	428.14	100	DE	HASTA	3-182.7 (250 MCM)	18		1000/700		
A-20	CCM-5		ALIMENTADOR A CCM-5	34.8	220	100.8	100.8	100	DE	HASTA	4-33.82 (2 AWG)	19		200/170		
A-21	TR-5		ALIMENTADOR A TR-5	75	480	801.41	801.41	100	DE	HASTA	3-87.45 (2/8 AWG)	10		200/100		
A-22	CCM-6		ALIMENTADOR A CCM-6	58.8	220	181.83	181.83	100	DE	HASTA	3-87.45 (2/8 AWG)	12		400/230		
A-23	TR-6		ALIMENTADOR A TR-6 (EXISTENTE)	25	34300			100	DE	HASTA	3-87.45 (2/8 AWG)				EXISTENTE	
A-24	TR-6		ALIMENTADOR A TABLERO DE DISTRIBUCION EXISTENTE CPT/TA (EXISTENTE)	25	220			100	DE	HASTA	3-87.45 (2/8 AWG)				EXISTENTE	
F-1			BOMBA DE PRE/PPOST ACOTE LUBRICACION	3.73	480	6.36	6.36	100	DE	HASTA	3-3.207 (12 AWG)	63	25	80	100/15	MOD. COMP. A CB-2100
F-2			VENTILADOR DEL ENCABARRADO	3.73	480	6.36	6.36	100	DE	HASTA	3-3.207 (12 AWG)	63	25	80	100/15	MOD. COMP. A CB-2100
F-3			VENTILADOR DEL ENCABARRADO	3.73	480	6.36	6.36	100	DE	HASTA	3-3.207 (12 AWG)	63	25	80	100/15	MOD. COMP. A CB-2100
F-4			DISPONIBLE													
F-5			DISPONIBLE													
F-6			ALIMENTADOR A CARGADOR DE BATERIAS DE SOLAR SC-301	25	480	30.7	30.7	100	DE	HASTA	3-8.267 (8 AWG)	11	25	8	100/30	MOD. COMP. B CB-2101
F-7			ALIMENTADOR A BOMBA DE BOMBA DE POST BACK UP	0.81	24V.C.D.	27.82	27.82	100	DE	HASTA	3-182.8 (200 MCM)	63	51	80	100/70	MOD. COMP. A CB-2100
F-8			DISPONIBLE													
F-9			DISPONIBLE													
F-10			DISPONIBLE													
F-11			BOMBA DE PRE/PPOST ACOTE LUBRICACION	3.73	480	6.36	6.36	100	DE	HASTA	3-3.207 (12 AWG)	63	25	80	100/15	MOD. COMP. B CB-2101
F-12			VENTILADOR DEL ENCABARRADO	3.73	480	6.36	6.36	100	DE	HASTA	3-3.207 (12 AWG)	63	25	80	100/15	MOD. COMP. B CB-2101
F-13			VENTILADOR DEL ENCABARRADO	3.73	480	6.36	6.36	100	DE	HASTA	3-3.207 (12 AWG)	63	25	80	100/15	MOD. COMP. B CB-2101
F-14			DISPONIBLE													
F-15			DISPONIBLE													
F-16			ALIMENTADOR A CARGADOR DE BATERIAS DE SOLAR SC-301	25	480	30.7	30.7	100	DE	HASTA	3-8.267 (8 AWG)	11	25	8	100/30	MOD. COMP. B CB-2101
F-17			ALIMENTADOR A BOMBA DE BOMBA DE POST BACK UP	0.81	24V.C.D.	27.82	27.82	100	DE	HASTA	3-182.8 (200 MCM)	63	51	80	100/70	MOD. COMP. B CB-2101
F-18			DISPONIBLE													
F-19			DISPONIBLE													
F-20			DISPONIBLE													
F-21			BOMBA DE PRE/PPOST ACOTE LUBRICACION	3.73	480	6.36	6.36	100	DE	HASTA	3-3.207 (12 AWG)	70	25	80	100/15	MOD. COMP. C CB-2102
F-22			DISPONIBLE													
F-23			VENTILADOR DEL ENCABARRADO	3.73	480	6.36	6.36	100	DE	HASTA	3-3.207 (12 AWG)	70	25	80	100/15	MOD. COMP. C CB-2102
F-24			VENTILADOR DEL ENCABARRADO	3.73	480	6.36	6.36	100	DE	HASTA	3-3.207 (12 AWG)	70	25	80	100/15	MOD. COMP. C CB-2102
F-25			ALIMENTADOR A CARGADOR DE BATERIAS DE SOLAR SC-302	25	480	30.7	30.7	100	DE	HASTA	3-8.267 (8 AWG)	11	25	8	100/30	MOD. COMP. C CB-2102
F-26			ALIMENTADOR A BOMBA DE BOMBA DE POST BACK UP	0.81	24V.C.D.	27.82	27.82	100	DE	HASTA	3-182.8 (200 MCM)	70	51	80	100/70	MOD. COMP. C CB-2102
F-27			DISPONIBLE													
F-28			DISPONIBLE													
F-29			DISPONIBLE													
F-30			DISPONIBLE													
F-31			DISPONIBLE													
F-32			DISPONIBLE													
F-33	GA-2301		BOMBA DE AGUA DE SERVICIOS	7.46	480	12.0	12.0	100	DE	HASTA	3-3.207 (12 AWG)	80	25	70	100/20	CABLES EN MISMO TUBO DE FUERZA
F-34	GA-2301		ESTACION DE BOMBAS MOTOR BOMBA DE AGUA DE SERVICIOS	7.46	480	12.0	12.0	100	DE	HASTA	3-3.207 (12 AWG)	80	25	70	100/20	CABLES EN MISMO TUBO DE FUERZA
F-35	GA-2301B		BOMBA DE AGUA DE SERVICIOS RESERVA	7.46	480	12.0	12.0	100	DE	HASTA	3-3.207 (12 AWG)	80	25	70	100/20	CABLES EN MISMO TUBO DE FUERZA
F-36	GA-2301B		ESTACION DE BOMBAS MOTOR BOMBA DE AGUA DE SERVICIOS RESERVA	7.46	480	12.0	12.0	100	DE	HASTA	3-3.207 (12 AWG)	80	25	70	100/20	CABLES EN MISMO TUBO DE FUERZA
F-37	CB-2300		COMPRESOR DE AIRE DE PLANTA	14.82	480	23.71	23.71	100	DE	HASTA	3-3.207 (12 AWG)	12	10	100/40	CABLES EN MISMO TUBO DE FUERZA	
F-38	CB-2300		ESTACION DE BOMBAS MOTOR BOMBA COMPRESOR DE AIRE DE PLANTA	14.82	480	23.71	23.71	100	DE	HASTA	3-3.207 (12 AWG)	12	10	100/40	CABLES EN MISMO TUBO DE FUERZA	
F-39			DISPONIBLE													
F-40			DISPONIBLE													
F-41	CI-1		CONTRACTOR DE AIRE EN CUANDO GENERADOR EN CUANDO DE CONTROL	11.10	480	17.20	17.20	100	DE	HASTA	3-3.207 (12 AWG)	31	10	20	100/20	
F-42	CI-2		CONTRACTOR DE AIRE EN CUANDO DE COM'S DE CUANDO DE CONTROL	11.10	480	17.20	17.20	100	DE	HASTA	3-3.207 (12 AWG)	31	10	20	100/20	
F-43	GA-2301A		BOMBA JOCKEY CONTRAMARCHA	3.73	480	6.36	6.36	100	DE	HASTA	3-3.207 (12 AWG)	130	25	100	100/15	CABLES EN MISMO TUBO DE FUERZA
F-44	GA-2301A		ESTACION DE BOMBAS MOTOR BOMBA JOCKEY CONTRAMARCHA	3.73	480	6.36	6.36	100	DE	HASTA	3-3.207 (12 AWG)	130	25	100	100/15	CABLES EN MISMO TUBO DE FUERZA
F-45	GA-2301B		BOMBA JOCKEY CONTRAMARCHA RESERVA	3.73	480	6.36	6.36	100	DE	HASTA	3-3.207 (12 AWG)	130	25	100	100/15	CABLES EN MISMO TUBO DE FUERZA
F-46	GA-2301B		ESTACION DE BOMBAS MOTOR BOMBA JOCKEY CONTRAMARCHA RESERVA	3.73	480	6.36	6.36	100	DE	HASTA	3-3.207 (12 AWG)	130	25	100	100/15	CABLES EN MISMO TUBO DE FUERZA
F-47	PA-2800		PAQUETE DE TRATAMIENTO DE AGUA RESERVA	7.46	480	12.0	12.0	100	DE	HASTA	3-3.207 (12 AWG)	100	25	100	100/20	
F-48	PA-2800A		BOMBA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESERVA	7.46	480	12.0	12.0	100	DE	HASTA	3-3.207 (12 AWG)	100	25	7	100/15	
F-49	PA-2800A		ESTACION DE BOMBAS MOTOR BOMBA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESERVA	7.46	480	12.0	12.0	100	DE	HASTA	3-3.207 (12 AWG)	100	25	7	100/15	
F-50	PA-2800B		BOMBA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESERVA	7.46	480	12.0	12.0	100	DE	HASTA	3-3.207 (12 AWG)	100	25	7	100/15	
F-51	PA-2800B		ESTACION DE BOMBAS MOTOR BOMBA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESERVA	7.46	480	12.0	12.0	100	DE	HASTA	3-3.207 (12 AWG)	100	25	7	100/15	
F-52	PA-2800C		PAQUETE DE TRATAMIENTO DE AGUA RESERVA	7.46	480	12.0	12.0	100	DE	HASTA	3-3.207 (12 AWG)	100	25	21	100/15	
F-53	FE-3400		PAQUETE TRATAMIENTO AGUA ACETONA	1.86	480	3.30	3.30	100	DE	HASTA	3-3.207 (12 AWG)	25	130	100/15	TUBO SIN CABLE	
F-54			DISPONIBLE													
F-55			DISPONIBLE													
F-56			DISPONIBLE		</											



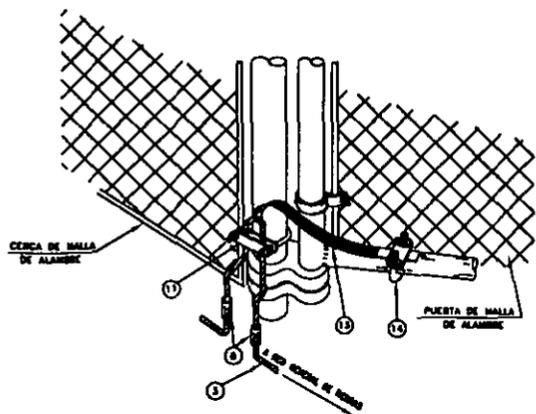


ELEVACION

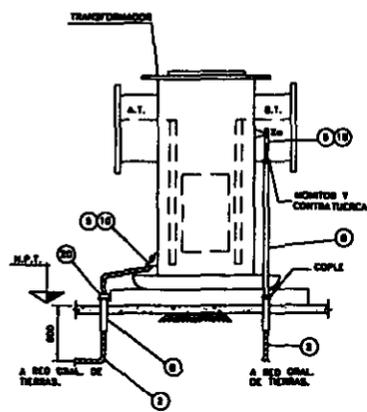
DETALLE No. 1  
MONTAJE DE TIERRAS PARA VARIANTE DE COBRE (USAR TUBO BUNDA SI EXISTIERE)



DETALLE No. 6  
CONEXION SOLDABLE CABLE A CABLE TIPO "IA"

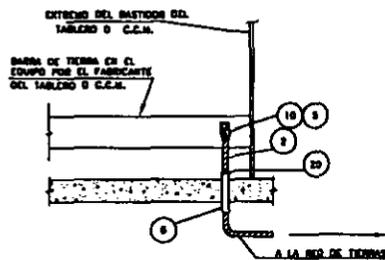


DETALLE No. 10  
CONEXION A TIERRA PUERTA DE MALLA DE ALAMBRE



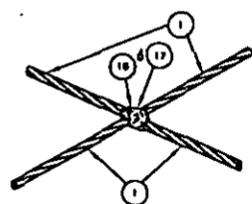
DETALLE No. 2

CONEXION A TIERRA DE TANQUE Y BUNDA DEL TRANSFORMADOR.



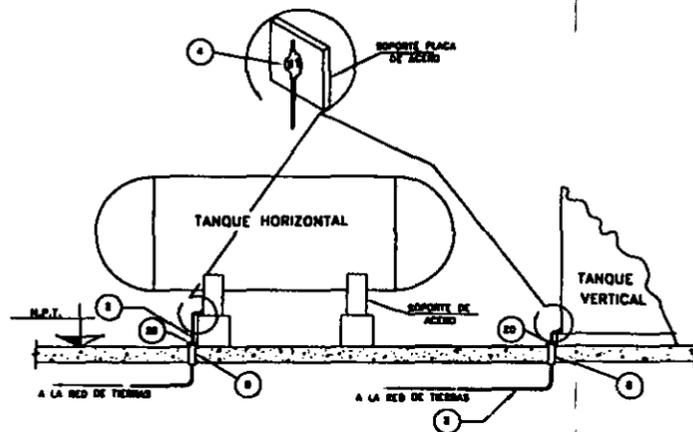
DETALLE No. 7

CONEXION A TIERRA PARA LAS PARTES INFERIORES DE TABLEROS O CENTRO DE CONTROL DE MOTORES



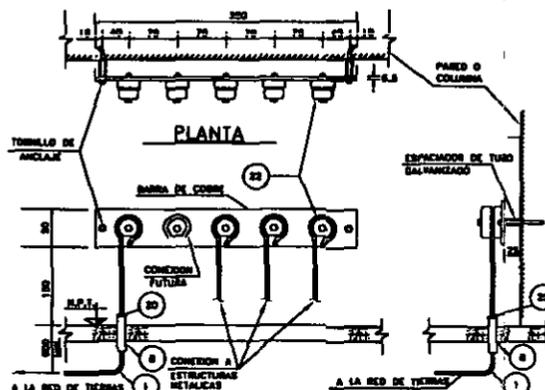
DETALLE No. 11

CONEXION SOLDABLE CABLE A CABLE TIPO "IA"



DETALLE No. 3

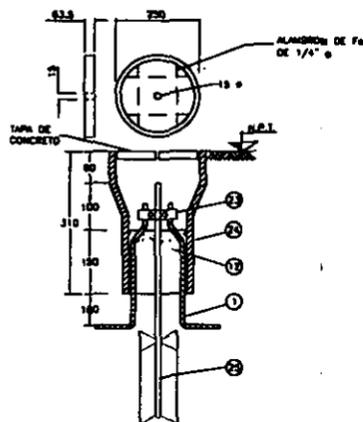
CONEXION DE RECIPIENTES A LA RED DE TIERRAS



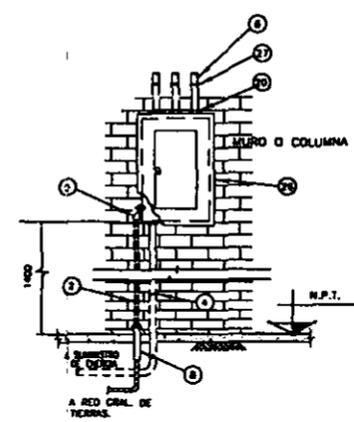
ELEVACION VISTA LATERAL

DETALLE No. 8

MALLA PARA CONEXION A TIERRA

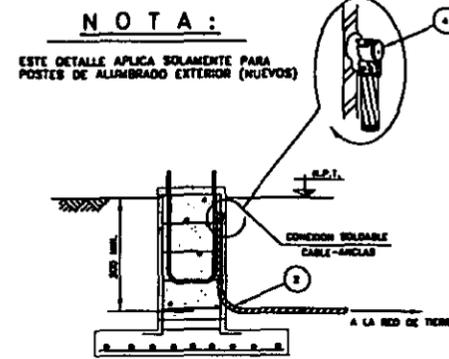


DETALLE No. 12



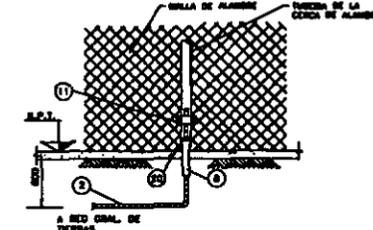
DETALLE No. 13

MONTAJE TABLERO DE ALUMBRADO (TIPOC)



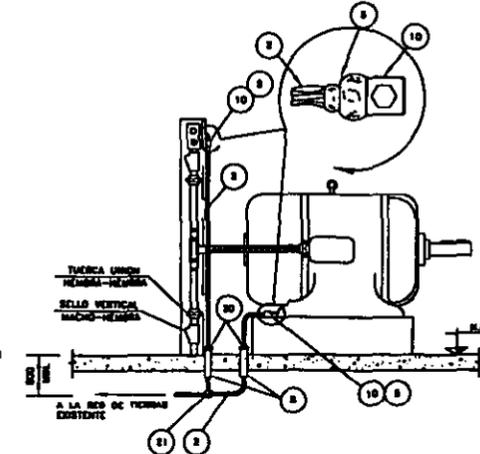
DETALLE No. 4

CONEXION DE TIERRAS A POSTE DE ALUMBRADO



DETALLE No. 9

CONEXION A TIERRA LA CERCA DE ALAMBRE TIPO CICLON



DETALLE No. 5

CONEXION DE TIERRAS Y ESTACIONES DE BOTONES A LA RED DE TIERRAS

LISTA DE MATERIAL	
No.	DESCRIPCION
1	CABLE DE COBRE OSMADO, SEMILINDO, SECCION DE 67 mm <sup>2</sup> ( 2/0 AWG ) EN ( RED GENERAL ) o ( 4/0 AWG ) EN ( SUBESTACION ).
2	CABLE DE COBRE OSMADO, SEMILINDO, SECCION DE 34 mm <sup>2</sup> ( 2 AWG ) ( INTERCONEXION A EQUIPOS )
3	CONECTOR SOLDABLE, CABLE A CABLE TIPO "IA" HORIZONTAL, DE PASO Y DERIVACION DE 2/0 AWG A 2 AWG
4	CONECTOR SOLDABLE, CABLE A PLACA O TUBO DE ACERO VERTICAL TIPO "YS" 2 AWG A PLACA TIPO "VY" 2 AWG A PLACA.
5	CONECTOR SOLDABLE, CABLE A ZAPATA TIPO "OL"
6	VARRILLA DE COBRE TIPO "COPPERWELD" DE 19 mm <sup>2</sup> o 3048 M. DE LONGITUD CON ALMA DE ACERO
7	CONECTOR SOLDABLE TIPO "CS", CABLE A TOPE O CABLE DE PASO VARRILLA DE COBRE A TIERRA.
8	TUBERIA CONDUIT DE ACERO GALVANIZADO DE 19 mm <sup>2</sup>
9	REGISTRO DE TUBO DE VITROCOTA CON TAPA DE 250 mm DE DIAMETRO POR 450 mm DE LONGITUD
10	ZAPATA SERIE "B-121" DE 1 BARRENDO.
11	CONECTOR MECANICO TIPO "SAB" DE CABLE A TUBO CONDUIT.
12	MEZCLA DE CARBON Y SAL.
13	TECHILLA FLEXIBLE DE COBRE (300mm. x 18mm x 2mm)
14	CONECTOR MECANICO TIPO "OO", DE TUBO A TECHILLA FLEXIBLE DE COBRE.
15	CONECTOR SOLDABLE, CABLE A CABLE TIPO "IA" HORIZONTAL, DE PASO Y DERIVACION DE 2/0 AWG A 2/0 AWG.
16	CONECTOR SOLDABLE, CABLE A CABLE TIPO "IA" HORIZONTAL, CABLE DE PASO Y 2 A TOPE, 2/0 AWG A 2/0 AWG.
17	CONECTOR SOLDABLE, CABLE A CABLE TIPO "IA" HORIZONTAL, CABLE DE PASO Y 2 A TOPE, 4/0 AWG A 4/0 AWG.
18	CONECTOR SOLDABLE, CABLE A CABLE TIPO "IA" HORIZONTAL, DE PASO Y DERIVACION DE 4/0 AWG A 4/0 AWG.
19	CONECTOR SOLDABLE, CABLE A CABLE TIPO "IA" HORIZONTAL, DE PASO Y DERIVACION DE 4/0 AWG A 2 AWG.
20	MONITOR Y CONTRAPESADA DE 19mm.
21	CONECTOR SOLDABLE, CABLE A CABLE TIPO "IA" HORIZONTAL, DE PASO Y DERIVACION DE 2 AWG A 2 AWG.
22	CONECTOR MECANICO, CONEXION EN FORMA DE GAZA PARA CABLE No. 2 AWG A SUPERFICIE PLANA TIPO "OS".
23	CONECTOR MECANICO TIPO "SAB" DE CABLE A VARRILLA.
24	REGISTRO DE TUBO DE VITROCOTA CON TAPA DE 250 mm DE DIAMETRO POR 310 mm DE LONGITUD.
25	RECHILETE.
26	TABLERO DE ALUMBRADO.
27	ABRAZADERA TIPO URA

DIBUJOS DE REFERENCIA:

1053	SISTEMA GENERAL DE FUERZA.
1054	SISTEMA GENERAL DE FUERZA EN CUARTO DE CONTROL.
1054B	ARREGLO DE ACOMETIDA ELECTRICA, FUERZA, ALUMBRADO Y TIERRAS.
1054C	SISTEMA DE FUERZA EN COBERTIZO CONTRA INCENDIO.
1057	SISTEMA GENERAL DE TIERRAS.
1060	SISTEMA GENERAL DE ALUMBRADO.

DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS PARA LA REHABILITACION Y MODERNIZACION DE LA ESTACION DE COMPRESION Y ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL "LOS RAMONES", NUEVO LEON.

TESIS DE LICENCIATURA

PRESENTA: Oscar Jony Garcia Santiago.

MEXICO D.F. DICIEMBRE DE 2000.

DETALLES SISTEMA GENERAL DE TIERRAS ESTACION DE COMPRESION Y MEDICION FASE III "LOS RAMONES", NUEVO LEON.

ESCALA: ~

ACOTACION EN: MILIMETROS

PLANO No.

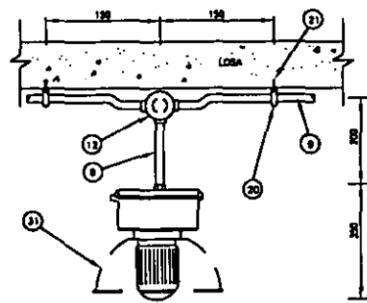
1057A

REV.

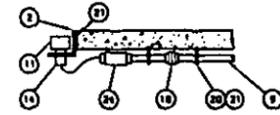
S/N



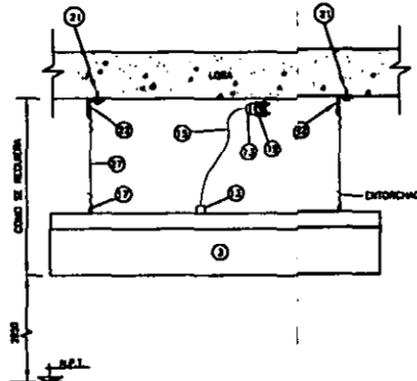




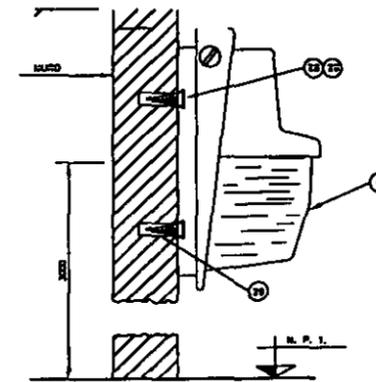
**DETALLE No. 1**  
MONTAJE DE LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO SUSPENDIDAS A PLACA DE EXPLOSION



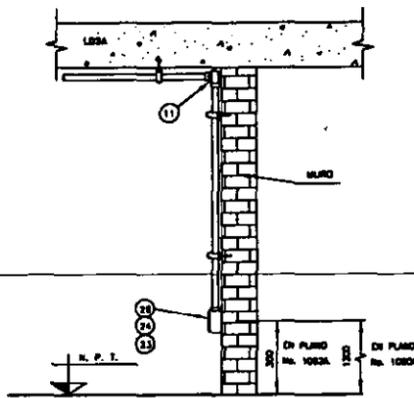
**DETALLE No. 2**  
MONTAJE DE LAMPARAS FLUORESCENTES



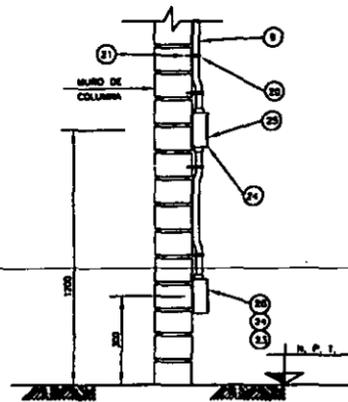
**DETALLE No. 3**  
MONTAJE TÍPICO DE LAMPARAS FLUORESCENTES EMPOTRADO EN PLACA 1/4 COLUMNA EN LOSA



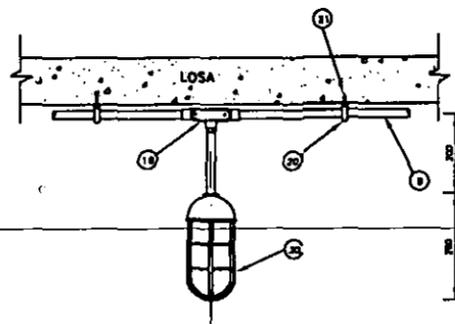
**DETALLE No. 4**  
MONTAJE TÍPICO DE LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO EN PLACA 1/4 COLUMNA EN LOSA



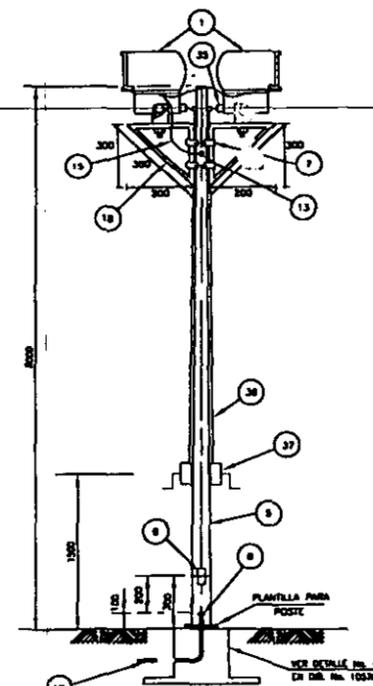
**DETALLE No. 5**  
MONTAJE DE CONTACTO MONOFÁSICO DOBLE



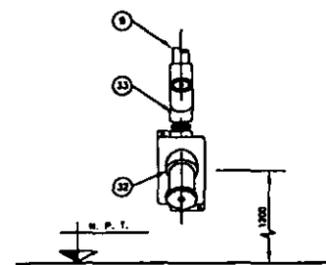
**DETALLE No. 6**  
MONTAJE TÍPICO DE APAGADOR SENCILLO Y CONTACTO DOBLE



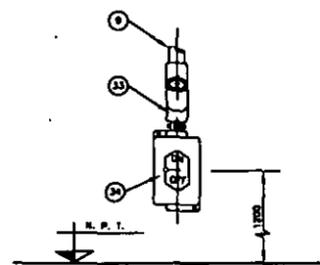
**DETALLE No. 7**  
MONTAJE DE LAMPARAS FLUORESCENTES MONTAJE COLORITE



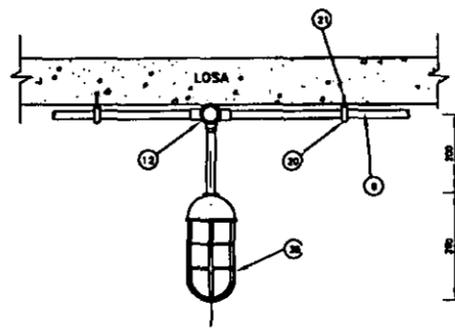
**DETALLE No. 10**  
MONTAJE TÍPICO DE REFLECTORES DE VAPOR DE MERCURIO EN POSTE CON CRUCETA



**DETALLE No. 8**  
MONTAJE DE CONTACTO SENCILLO A PRUEBA DE EXPLOSION



**DETALLE No. 9**  
MONTAJE DE APAGADOR SENCILLO A PRUEBA DE EXPLOSION



**DETALLE No. 11**  
MONTAJE DE LAMPARAS FLUORESCENTES MONTAJE COLORITE A PRUEBA DE EXPLOSION

No.	DESCRIPCION
1	LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO, AUTOMANTENIDAS PARA SERVICIO DE INTENSIDAD, CON REFLECTOR, LINEA INDUSTRIAL, SERVICIO PESADO, PARA 480 V., 60 Hz., MONTAJE EN POSTE, CON LAMPARA DE 250 W.
2	BASE PARA FOTOCELDA.
3	LAMPARAS FLUORESCENTES AUTOMANTENIDAS, PARA SERVICIO NORMAL, MONTAJE EMPOTRADO DE LINEA COMERCIAL, CON DIFUSOR PLANO, PARA 127 V., 60 Hz., CON TUBOS DE 4x38 WATTS
4	LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO AUTOMANTENIDAS, PARA SERVICIO A PRUEBA DE EXPLOSION, PARA MONTAJE EN POSTE, LINEA INDUSTRIAL, CON GLOBO, DIFUSOR SIMETRICO, PARA 127 V., 60 Hz., CON LAMPARA DE 175 WATTS.
5	POSTE METALICO DE 6.0 MTS. DE LONGITUD.
6	REGISTRO DE MANDO
7	ABRAZADORA GALVANIZADA TIPO "3 85"
8	MONITOR DE ACERO DE 25 mm.
9	TUBERIA CONDUIT DE ACERO GALVANIZADO DE 19 mm (3/4")
10	TUBERIA CONDUIT DE ACERO GALVANIZADO DE 25 mm (1")
11	UNIDAD FOTOCELDA.
12	CAJA DE CONEXIONES PARA AREAS PELIGROSAS TIPO "DIA".
13	CONECTOR CLAMULA ANCHO DE 19 mm (3/4")
14	RECEPTACLO PARA FOTOCELDA.
15	CONDUCTOR FLEXIBLE USO RUDD CABLE 10 AWG.
16	TUERCA UNION DE 19 mm
17	ARMELLA CON TUERCA Y BOLDANA DE PRESION DE 1/4"
18	SOPORTE DE FIERRO ANGULO GALVANIZADO (FABRICACION EN CAMPO).
19	CAJA DE CONEXIONES PARA AREAS NO PELIGROSAS USO INTENSIDAD, SERIE OVALADA DE 19 mm (3/4").
20	ABRAZADORA TIPO UÑA DE FIERRO GALVANIZADO DE 19 mm (3/4").
21	PERNO DE ALTA VELOCIDAD, CON TUERCA DE 6.3 mm (1/4") PARA CONCRETO.
22	ANGULO DE FIERRO DE 50.8 x 50.8 x 6.3 mm (2" x 2" x 1/4").
23	RECEPTACLO DOBLE PARA SERVICIO NORMAL, DE LINEA COMERCIAL, PARA INSTALACION OCULTA, 2 HILOS, 3 POLOS, 127 V. DE 300 W.
24	CAJA DE CONEXIONES PARA AREAS NO PELIGROSAS USO INTENSIDAD, SERIE RECTANGULAR TIPO "YS".
25	TAPA DE CAJA REGISTRO PARA AREAS NO PELIGROSAS SERIE RECTANGULAR PARA APAGADOR.
26	TAPA DE CAJA REGISTRO PARA AREAS NO PELIGROSAS USO INTENSIDAD, SERIE RECTANGULAR PARA RECEPTACLO DOBLE.
27	ALAMBRE DE ACERO GALVANIZADO CALIBRE No. 10.
28	TORNILLO DE 6.3 mm CON BOLDANA PLANA Y LONGITUD DE 32 mm.
29	TAQUETE DE PLASTICO PARA TORNILLO.
30	LAMPARAS INCANDESCENTES, PARA SERVICIO A PRUEBA DE EXPLOSION, PARA MONTAJE SUSPENDIDO, DE LINEA INDUSTRIAL, CON GLOBO Y GUARDA, PARA 127 V., 60 Hz., CON LAMPARA DE 100 WATTS
31	LAMPARAS INCANDESCENTES, AUTOMANTENIDAS, PARA SERVICIO A PRUEBA DE EXPLOSION, MONTAJE SUSPENDIDO DE LINEA INDUSTRIAL, CON GLOBO Y REFLECTOR, PARA 127 V., 60 Hz., CON LAMPARA DE 175 WATTS
32	RECEPTACLO SENCILLO A PRUEBA DE EXPLOSION, DE LINEA INDUSTRIAL, DE 2 HILOS, 3 POLOS, 127 V., 60 Hz., 300 WATTS
33	CONDUIT PARA SELLAR TUBERIA TIPO "EYE".
34	INTERRUPTOR DE PALANCA TIPO "YS" A PRUEBA DE EXPLOSION.
35	PALANCA DE ACCIONAMIENTO.
36	TUBO DE TRANSMISION.
37	MANIVELA DE OPERACION HORIZONTAL DE LAMPARAS EN POSTE.
38	LAMPARAS INCANDESCENTES, PARA SERVICIO A PRUEBA DE EXPLOSION, PARA MONTAJE SUSPENDIDO, CON GLOBO Y GUARDA, PARA 127 V., 60 Hz., CON LAMPARA DE 100 W.

**NOTAS**

- 1.- LOS HERRAJES DE SOPORTE, DESPUES DE SER INSTALADOS SE LES APLICARA UNA CAPA DE PINTURA ANTICORROSION SEGUN PRACTICA PERSES.
- 2.- LA DISTANCIA ENTRE SOPORTES DE TUBERIA SERA DE 2300 mm, COMO MINIMO.

DIBUJOS DE REFERENCIA:	
1060	SISTEMA GENERAL DE ALUMBRADO.
1062	ALUMBRADO EN CUARTO DE CONTROL.
1060A	SISTEMA GENERAL DE ALUMBRADO EN SUB. ELECTRICA Y COBERTIZO DE BOMBAS CONTRAINCENDIO
1062A	FUERZA Y ALUMBRADO, CASETA TRAT. AGUAS NEGRAS Y CASETA DETECTORES DE HUMEDAD.

DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS PARA LA REHABILITACION Y MODERNIZACION DE LA ESTACION DE COMPRESION Y ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL "LOS RAMONES", NUEVO LEON.

TESIS DE LICENCIATURA  
PRESENTA: Oscar Jony Garcia Santiago.

MEXICO DF. MARZO DE 2001.

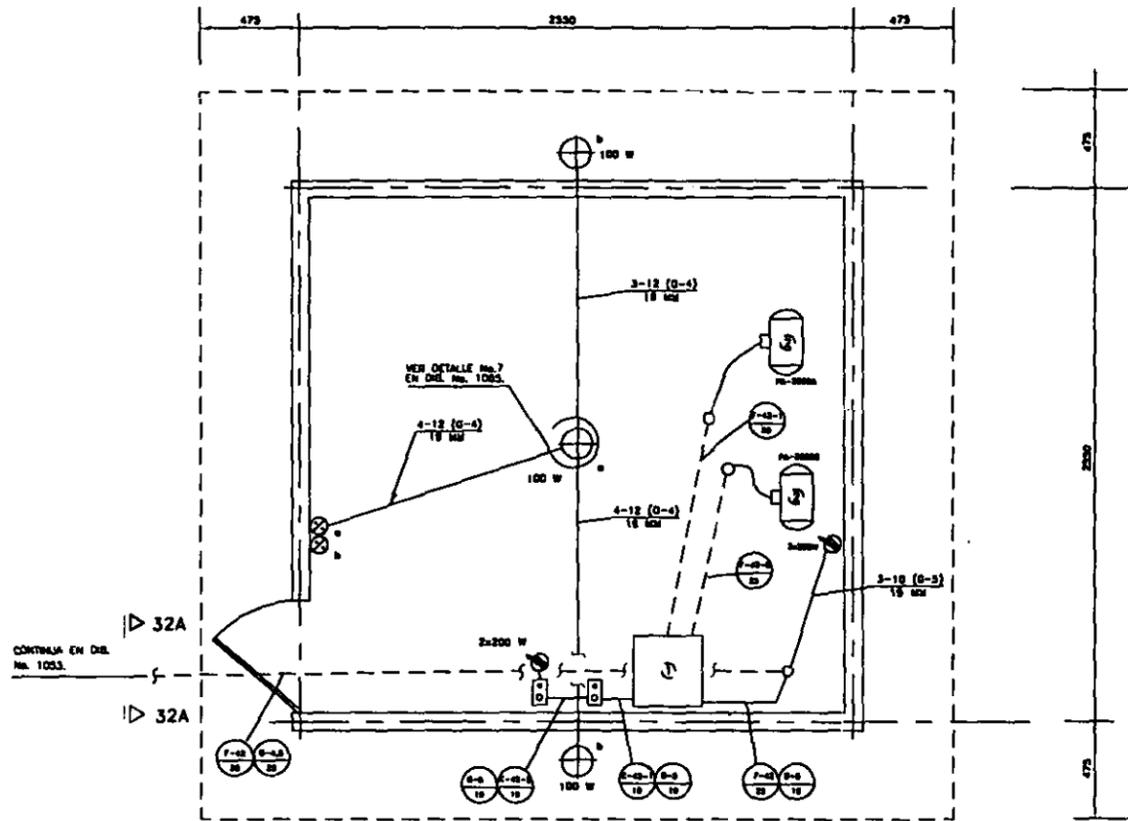
**DETALLES DE ALUMBRADO**  
ESTACION DE COMPRESION Y MEDICION FASE III  
"LOS RAMONES", NUEVO LEON.

ESCALA: ~

ACOTACION EN: MILIMETROS

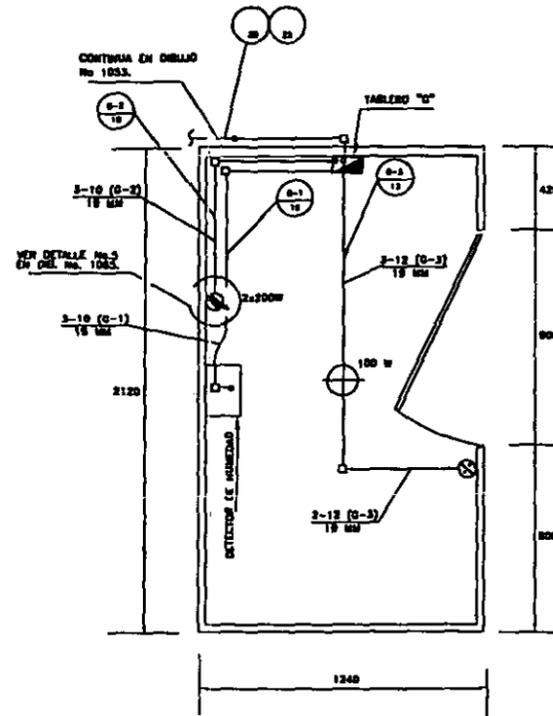
PLANO No. 1065

REV. S/N



PLANTA CASETA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS (PA-2600)

ESCALA: 1:300



PLANTA CASETA DETECTORES DE HUMEDAD

ESCALA: 1:300

**LISTA DE EQUIPO**

- ⊖ ARRANCADORES PARA BOMBAS DE TRATAMIENTO AGUAS NEGRAS
- ⊕ MOTORES DE 8 HP, 220 V, 3 FASES. BOMBA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS

TABLERO DE ALUMBRADO "G" 127V., 1F., 3H., 60HZ.								
No. DRC.	DESCRIPCION	35/0	2x200W	100W	FASES		WATTS TOTALES	DIAGRAMA
					A			
1	TABLERO DETECTOR DE HUMEDAD	1			350		350	
2	CONTACTOS CASETA DETECTORES		1		400		400	
3	ALUMBRADO CASETA DETECTORES			1	100		100	
4	ALUMBRADO CASETA TRATAMIENTO			3	300		300	
5	CONTACTOS CASETA TRATAMIENTO		2		800		800	
TOTALES		1	3	4	1850		1850	

**NOTA**

1.- PARA SIMBOLOGIA Y NOTAS VER DIBUJO No. 1053 Y 1060.

**DIBUJOS DE REFERENCIA:**

1053	SISTEMA GENERAL DE FUERZA.
1055	CECULA DE CONDUCTORES Y TUBERIA (1 DE 2).
1055A	CECULA DE CONDUCTORES Y TUBERIA (2 DE 2).
1065	DETALLES DE ALUMBRADO.

DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS PARA LA REHABILITACION Y MODERNIZACION DE LA ESTACION DE COMPRESION Y ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL "LOS RAMONES", NUEVO LEON.

TESIS DE LICENCIATURA  
PRESENTA: Oscar Jony García Santiago.

MEXICO DF. FEBRERO DE 2001.

**FUERZA Y ALUMBRADO CASETA TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS Y CASETA DETECTORES DE HUMEDAD**

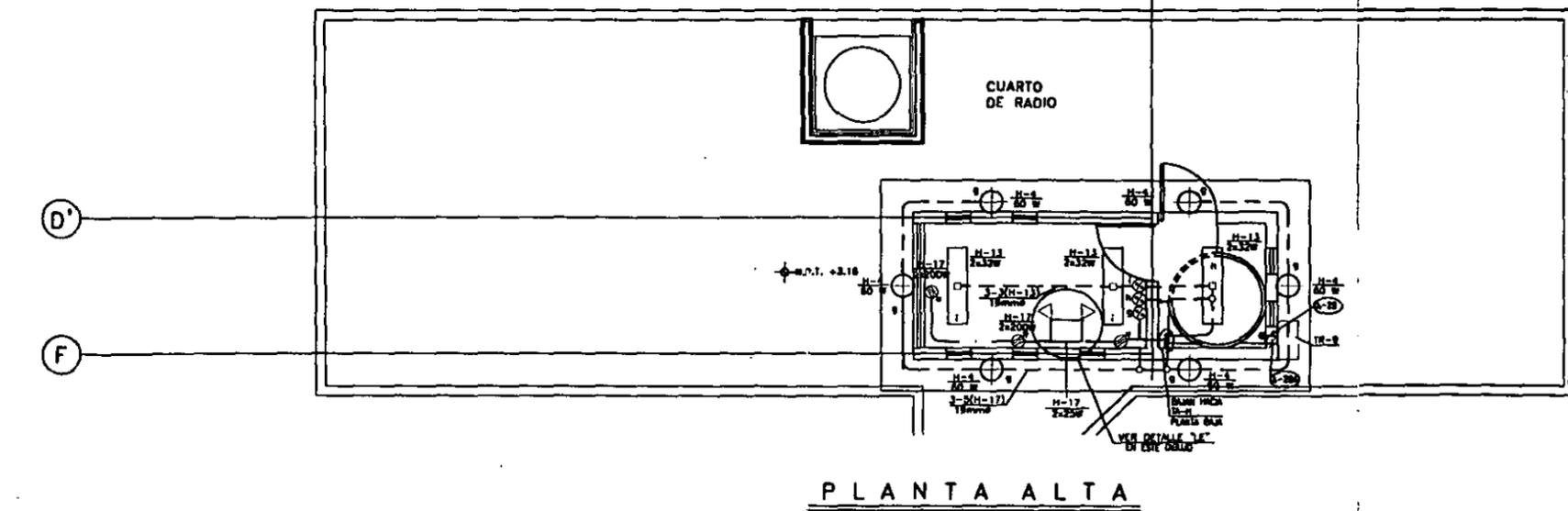
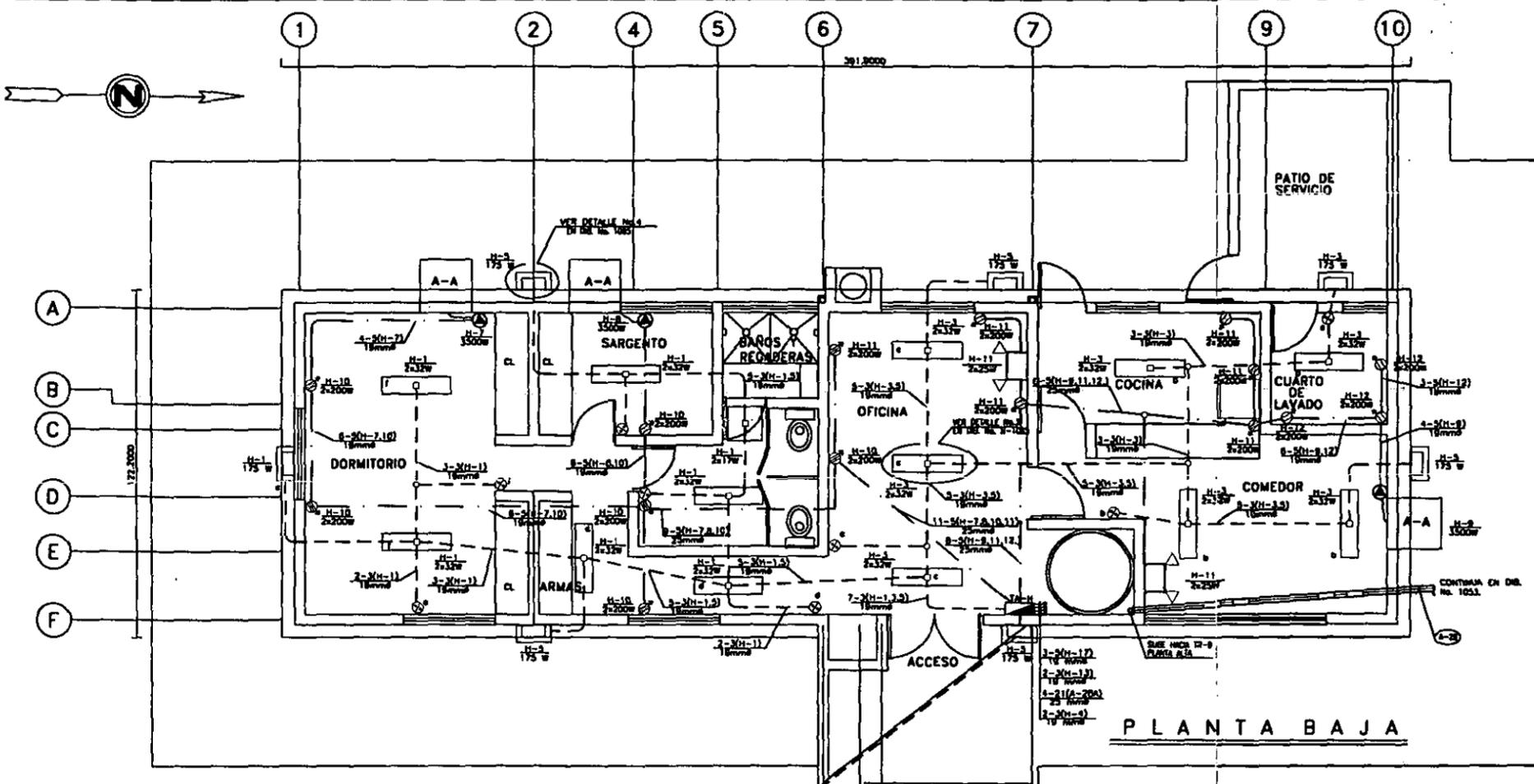
ESCALA: 1:300

PLANO No.

1062A

ACOTACION EN: MILIMETROS

REV.

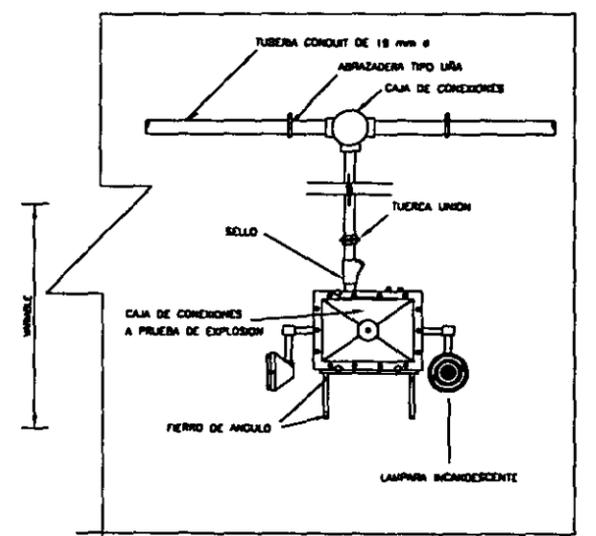


**SIMBOLOGIA**

- TUBERIA CONDUIT ANODADA EN LOSA DE TECHO.
- - - TUBERIA CONDUIT ANODADA EN LOSA DE PISO Y/O EMPOTRADA EN MURO.
- ⊕ LAMPARA INCANDESCENTE DE 80 WATS 127 V.C.A. MONTAJE EMPOTRAR.
- LAMPARA FLUORESCENTE, AHORRADORA DE ENERGIA 2x32W, 127 V C.A. MONTAJE SUSPENDIDO EN PLAFON. LA LETRA INDICA AHORRADOR QUE LA CONTROLA.
- LAMPARA FLUORESCENTE, AHORRADORA DE ENERGIA DE 2x17W, 127 V C.A. MONTAJE SUSPENDIDO.
- LAMPARA DE VAPOR DE MERCURIO, AUTOBALASTRADO TIPO "BALL-PACK", CON LAMPARA DE 175W, 127V.C.A., PARA MONTAJE EN MURO.
- ▭ TABLERO DE ALUMBRADO.
- ⊗ AHORRADOR SENCILLO PARA 10 A, 127 V., LA LETRA INDICA USADO A CONTROLAR.
- ⊙ RECEPTACLO DOBLE POLARIZADO 3/1 IP, 127 V C.A., 60Hz., DE 2-200 W.
- ⊕ INDICA CONTACTO DE 2 FASES 3 POLOS 220 V., PARA LAS U.A.A. O INDICADO.
- CAJA DE CONEXIONES A PRUEBA DE VAPOR.
- CAJA DE CONEXIONES A PRUEBA DE EXPLOSION.
- CANTIDAD DE CONDUCTORES. SECCION TRANSVERSAL DEL CONDUCTOR EN mm².
- TABLERO QUE LO CONTROLA.
- CONDUITO A QUE PERTENECE. DIAMETRO DE LA TUBERIA EN mm.
- TABLERO QUE LO CONTROLA. CONDUITO A QUE PERTENECE. CAPACIDAD DE LA LAMPARA EN WATS.
- LAMPARA DE EMERGENCIA DE 2x25 W. INCANDESCENTE.

**NOTAS**

- 1.- PARA SIMBOLOGIA Y NOTAS GENERALES VER DIS. No. 1060 Y 1062.
- 2.- PENDIENTE LOCALIZACION Y TRAYECTORIA DE TUBERIA Y CABLE PARA EL MOTOR DE LA BOMBA DE LA CISTERNA (POR SISTEMAS).



**DETALLE "LE"**

SI EXC. INSTALACION DE UNIDAD DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA ACOT. EN mm. USO INTERIOR

**DIBUJOS DE REFERENCIA:**

1060	SISTEMA GENERAL DE ALUMBRADO.
1062	SISTEMA GENERAL DE ALUMBRADO EN CUARTO DE CONTROL.
1064A	TABLEROS DE ALUMBRADO Y CUADROS DE CARGA (2 DE 2).
1065	DETALLES DE ALUMBRADO.

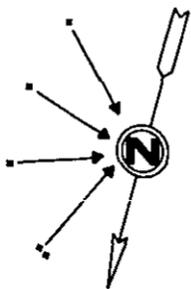
DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS PARA LA REHABILITACION Y MODERNIZACION DE LA ESTACION DE COMPRESION Y ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL "LOS RAMONES", NUEVO LEON.

TESIS DE LICENCIATURA  
 PRESENTA: Oscar Jony Garcia Santiago.  
 MEXICO DF, MARZO DE 2001.

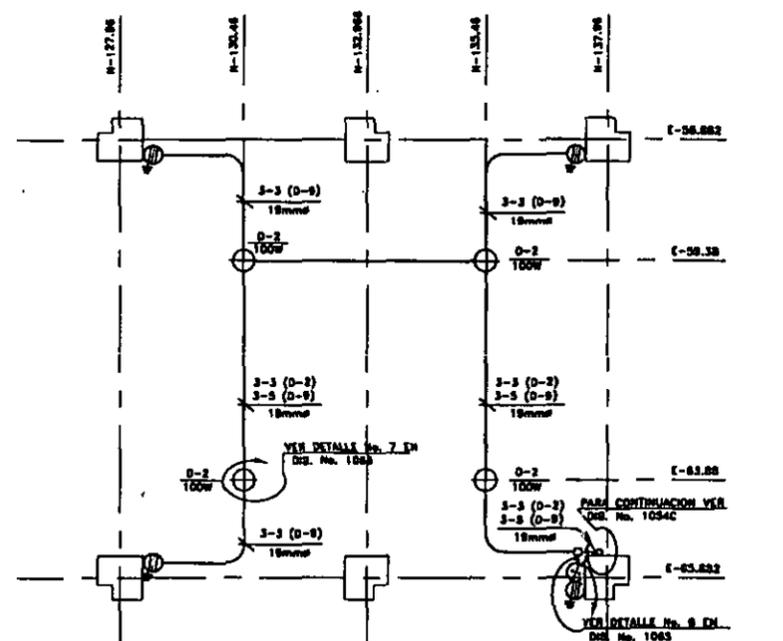
**SISTEMA DE ALUMBRADO EN GUARNICION MILITAR**

ESCALA: 1:1000  
 ACOTACION EN: MILIMETROS

PLANO No. 1062B  
 REV. S/N



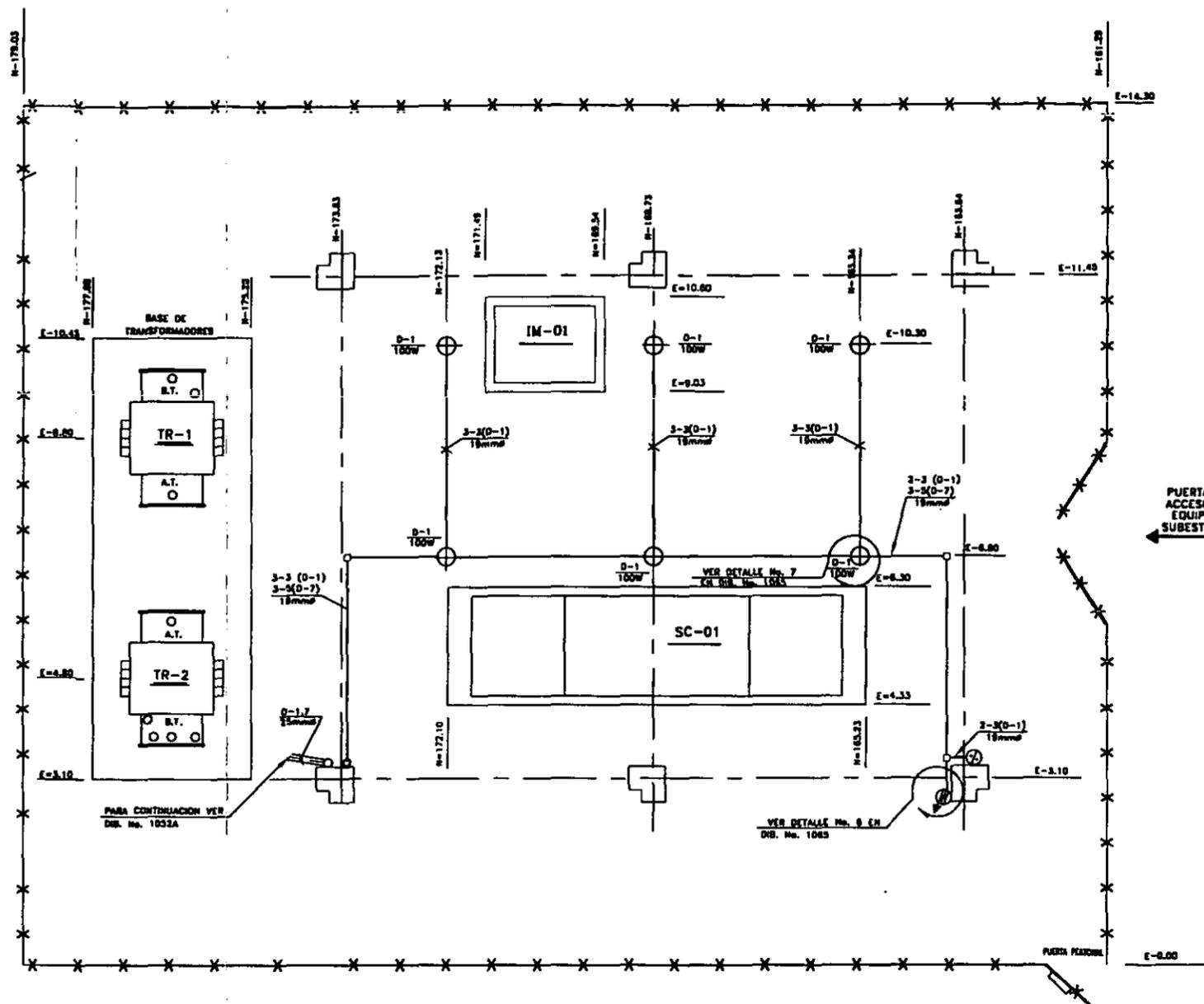
■ VIENTOS DOMINANTES  
 ■ VIENTOS REINANTES



PLANTA DE COBERTIZO DE LAS BOMBAS DE CONTRAINCENDIO

ESC. 1:1500

ACOT. EN Mts.



PLANTA DE LA SUBESTACION ELECTRICA

ESC. 1:1000

ACOT. EN Mts.

NOTAS

1.- PARA NOTAS GENERALES Y SIMBOLOGIA VER Dib. No. 1062.

DIBUJOS DE REFERENCIA:

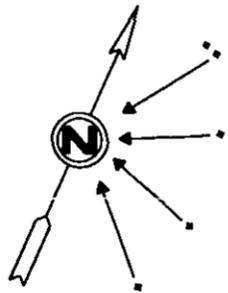
0010	PLANO DE LOCALIZACION GENERAL.
1051B	DIAGRAMA UNIFILAR 220-127 V.
1053B	CORTES DE DUCTOS SUBTERRANEOS (1 DE 3).
1060	SISTEMA GENERAL DE ALUMBRADO.
1064A	TABLEROS DE ALUMBRADO Y CUADROS DE CARGAS (2 DE 2).
1065	DETALLES DE ALUMBRADO.

1062	ALUMBRADO EN CUARTO DE CONTROL.
------	---------------------------------

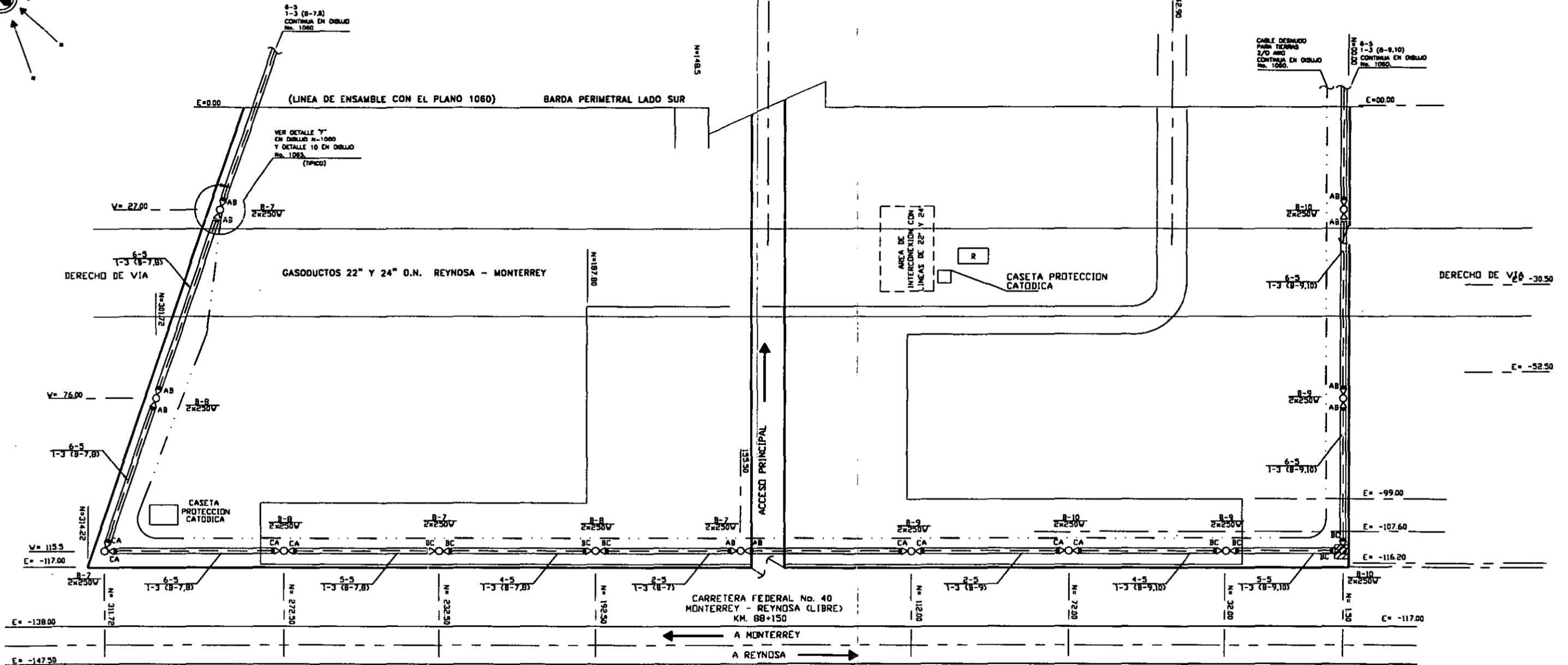
DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS PARA LA REHABILITACION Y MODERNIZACION DE LA ESTACION DE COMPRESION Y ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL "LOS RAMONES", NUEVO LEON.  
 TESIS DE LICENCIATURA  
 PRESENTA: Oscar Jony Garcia Santiago.  
 MEXICO D.F. DICIEMBRE DE 2000.

DETALLES SISTEMA GENERAL DE TIERRAS ESTACION DE COMPRESION Y MEDICION FASE III "LOS RAMONES", NUEVO LEON.

ESCALA: -	PLANO No.	REV.
ACOTACION EN: METROS	1060A	S/N



■ VIENTOS REYNANTES  
 ■ VIENTOS DOMINANTES



**NOTAS**

- 1.- PARA SÍMBOLOS Y NOTAS GENERALES VER DIBUJO No. 1060.
- 2.- TODA LA TUBERÍA CONDUIT SUBTERRANEA SERÁ DE 25mm DE DIÁMETRO.

**DIBUJOS DE REFERENCIA:**

0010	PLANO DE LOCALIZACIÓN GENERAL.
1051	DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL.
1060	SISTEMA GENERAL DE ALUMBRADO.

DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA LA REHABILITACIÓN Y MODERNIZACIÓN DE LA ESTACIÓN DE COMPRESIÓN Y ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL "LOS RAMONES", NUEVO LEÓN.

TESIS DE LICENCIATURA  
 PRESENTA: Oscar Jony García Santiago.

MEXICO D.F. DICIEMBRE DE 2000.

SISTEMA GENERAL DE ALUMBRADO EN BARRA PERIMETRAL  
 ESTACIÓN DE COMPRESIÓN Y MEDICIÓN FASE III  
 "LOS RAMONES", NUEVO LEÓN.

ESCALA: 1:10000

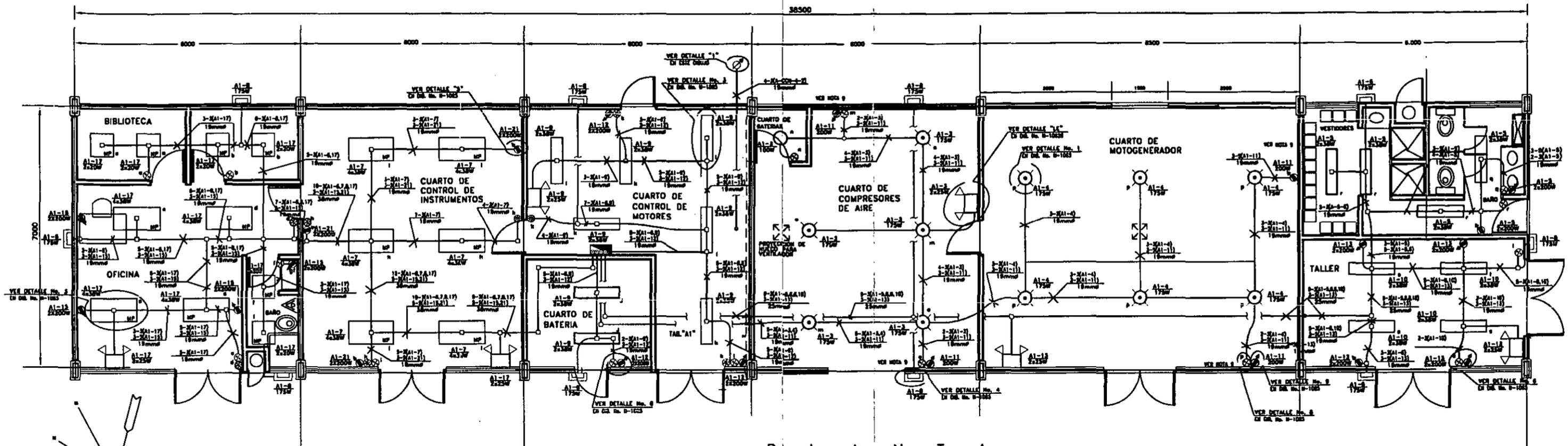
ACOTACION EN: METROS

PLANO No.

1060B

REV.

S/N



**P L A N T A**  
 ESC. 1:1000 ACOT: mm

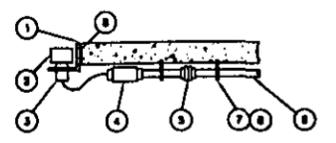
**S I M B O L O G I A**

- |  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  | TUBERIA CONDUIT VISIBLE GALVANIZADO PARED GRUESA.  |  | FOTOCELDA A PARED DE EXTREMO LATERAL DE TECHO EXTERIOR                                       |
|  | TUBERIA CONDUIT QUE SE ACERCA AL OBSERVADOR.   |  | APAGADOR SENCILLO TIPO INTERCAMBIABLE A PRUEBA DE EXPLOSION 127 V.C.A.                       |
|  | TUBERIA CONDUIT QUE SE ALEJA DEL OBSERVADOR.   |  | APAGADOR SENCILLO TIPO INTERCAMBIABLE PARA 10 A, 127 V., LA LETRA INDICA UNIDAD A CONTROLAR. |
|  | LUMINARIO DE VAPOR DE MERCURIO AUTOBALASTADO, CON GLOBO Y REFLECTOR DE 100 WATTS O INDICADA.   |  | RECEPTACULO DOBLE 2 HILOS, 3 POLOS, 127 V.C.A., 50Hz, DE 2x200 WATTS.                        |
|  | LUMINARIO INCANDESCENTE A PRUEBA DE EXPLOSION CON GLOBO DE 100 WATTS.  |  | APAGADOR DE CUATRO VIAS PARA 10 A, 127 V., LA LETRA INDICA UNIDAD A CONTROLAR.               |
|  | LUMINARIO DE VAPOR DE MERCURIO, DE 175W, AUTOBALASTADO, PARA SERVICIO A PRUEBA DE EXPLOSION, PARA MONTAJE SUSPENDIDO, CON GLOBO Y REFLECTOR. |  | APAGADOR DE TRES VIAS PARA 10 A, 127 V., LA LETRA INDICA UNIDAD A CONTROLAR.                 |
|  | LUMINARIO FLUORESCENTE CON TUBO DE 2x36 WATTS.   |  | CAJA DE CONEXIONES A PRUEBA DE VAPOR.  |
|  | LUMINARIO FLUORESCENTE CON TUBO DE 4x36 WATTS MONTAJE EN PLAFON. LA LETRA INDICA APAGADOR QUE LA CONTROLA.                                   |  | CAJA DE CONEXIONES A PRUEBA DE EXPLOSION.  |
|  | LUMINARIO FLUORESCENTE CON TUBO DE 2x36 WATTS A PRUEBA DE VAPOR  |  | UNIDAD DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA CON DOS REFLECTORES DE 2x230W.                             |
|  | LUMINARIO FLUORESCENTE CON TUBO DE 2x20 WATTS MONTAJE EN PLAFON  |  | CANTIDAD DE CONDUCTORES.   |
|  | LUMINARIO TIPO WALL PACK DE 175 WATTS, DE VAPOR DE MERCURIO.   |  | SECCION TRANSVERSAL DEL CONDUCTOR EN mm <sup>2</sup> .                                       |
|  |  |  | TABLERO QUE LO CONTROLA.   |
|  |  |  | CIRCUITO A QUE PERTENECE. CAPACIDAD DE LA LAMPARA EN WATTS.                                  |

**NOTAS**

- 1.- DONDE NO SE INDIQUE, LA ALIMENTACION A LOS LUMINARIOS SERA EN TUBERIA DE 18mm, CON 2 CONDUCTORES DE 3 mm<sup>2</sup> DE SECCION TRANSVERSAL Y 1 CONDUCTOR DE 3 mm<sup>2</sup> DE SECCION PARA CONEXION A TIERRA FISICA.
- 2.- DONDE NO SE INDIQUE, LA ALIMENTACION A CONTACTOS MONOFASICOS SERA EN TUBERIA DE 18mm, DIAMETRO CON 2 CONDUCTORES DE 3 mm<sup>2</sup> DE SECCION TRANSVERSAL Y 1 CONDUCTOR DE 3 mm<sup>2</sup> PARA CONEXION A TIERRA FISICA.
- 3.- TODOS LOS CONDUCTORES SE DEBEN MARCAR CON EL NUMERO DE CIRCUITO A QUE PERTENECEN EN SUS TERMINALES Y EN TODAS LAS CAJAS DE CONEXIONES.
- 4.- EL CONDUCTOR PARA CONEXION A TIERRA (VERDE) DE LOS LUMINARIOS SE LLEVARA HASTA EL TABLERO DE ALUMBRADO CONECTANDOLO A LA BARRA DE ESTE Y DE ASI AL SISTEMA GENERAL DE TIERRAS.
- 5.- LOS CONDUCTORES ESPECIFICADOS SON PARA 600 V., MAXIMO CON AISLAMIENTO THERM.
- 6.- CODIGO DE COLORES PARA LOS CONDUCTORES.  
 NEGRO - ENERGIA NORMAL  
 BLANCO - NEUTRO  
 ROJO - EMERGENCIA  
 VERDE - CONEXION A TIERRA
- 7.- PARA IDENTIFICACION Y LOCALIZACION DE EQUIPO VER DIB. No. H-1053.
- 8.- LA ALTURA DE MONTAJE DE LOS LUMINARIOS EN EL INTERIOR SERA A 2.00 Mts. S.M.P.T. O A NIVEL DE PLAFON.
- 9.- LOS CONTACTOS Y APAGADORES DEL CUARTO DE COMPRESORES Y DEL MOTOGENERADOR DEBERAN SER A PRUEBA DE EXPLOSION.

■ VIENTOS DOMINANTES  
 ● VIENTOS REINANTES



**DETALLE 1**  
 MONTAJE DE UNIDAD FOTOCELDA  
 ESC. 5/11

No.	DESCRIPCION
1	BASE PARA FOTOCELDA.
2	UNIDAD FOTOCELDA A 127 V.
3	RECEPTACULO PARA FOTOCELDA.
4	CAJA DE CONEXIONES SERIE CUADRADA.
5	TUERCA UNION DE 18 mm φ.
6	TUBERIA CONDUIT DE ACERO GALVANIZADO PARED GRUESA DE 18 mm φ.
7	ABRAZADERA TIPO UNA DE FIERRO GALVANIZADO DE 18 mmφ (3/4").
8	PERNO DE ALTA VELOCIDAD, CON TUERCA DE 8.3 mmφ (1/2") PARA CONCRETO.

DIBUJOS DE REFERENCIA:	
1051B	DIAGRAMA UNIFILAR 220-127 V.
1053	SISTEMA GENERAL DE FUERZA.
1054	SISTEMA GENERAL DE FUERZA EN CUARTO DE CONTROL.
1060	SISTEMA GENERAL DE ALUMBRADO.
1064	TABLEROS DE ALUMBRADO Y CUADROS DE CARGA (1 DE 2).
1064A	TABLEROS DE ALUMBRADO Y CUADROS DE CARGA (2 DE 2).

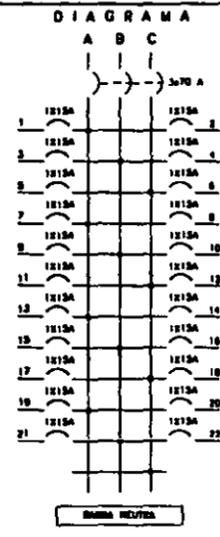
1065	DETALLES DE ALUMBRADO.
------	------------------------

DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS PARA LA REHABILITACION Y MODERNIZACION DE LA ESTACION DE COMPRESION Y ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL "LOS RAMONES", NUEVO LEON.

TESIS DE LICENCIATURA  
 PRESENTA: Oscar Jony Garcia Santiago.  
 MEXICO D.F. FEBRERO DE 2001.

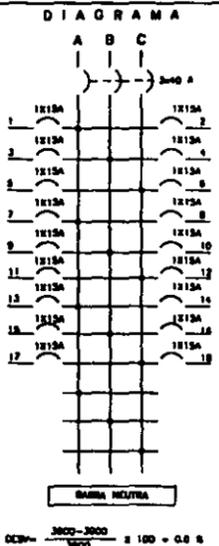
SISTEMA GENERAL DE ALUMBRADO EN CUARTO DE CONTROL		
ESCALA: LA INDICADA	PLANO No.	REV.
ACOTACION EN: METROS	1062	S/N

TABLERO DE ALUMBRADO LOCALIZADO EN CUARTO DE CONTROL																		
TABLERO DE ALUMBRADO "A1" 220/127V., 3F., 4H., 60HZ.																		
No. CIRC.	DESCRIPCION	F A S E S										WATTS TOTALES	DIAGRAMA A B C					
		2x100W	200 W	2x25W	2x25W	2x20W	4x20W	100 W	175 W	100 W	175 W			A	B	C		
1	LUZES DE OBSERVACION													600	600			
2	LUZES DE OBSERVACION													600	600			
3	ALUMBRADO CUARTO DE COMPRESORES													1243	1243			
4	ALUMBRADO CUARTO MOTOCOMPROBADOR													675	675			
5	BANOS														1100	1100		
6	ALUMBRADO EXTERIOR CUARTO DE CONTROL													1085	1085			
7	ALUMBRADO CUARTO DE CONTROL DE INSTRUMENTOS													370	370			
8	ALUMBRADO EXTERIOR CUARTO DE CONTROL													1085	1085			
9	ALUMBRADO CUARTO DE CONTROL DE MOTORES													810	810			
10	ALUMBRADO TALLER													380	380			
11	CONTACTOS CUARTO DE COMPRESORES Y DEL MOTOCOMPROBADOR														800	800		
12	CONTACTOS CUARTO DE CONTROL DE MOTORES														1200	1200		
13	CONTACTOS TALLER														1700	1700		
14	DISPONIBLE																	
15	CONTACTOS OFICINAS														1800	1800		
16	ALUMBRADO PARA EQUIPO CE-2100														200	200		
17	ALUMBRADO OFICINA, BIBLIOTECA, ARCHIVO, BANCOS															780	780	
18	DISPONIBLE																	
19	ALUMBRADO PARA EQUIPO CE-2102														200	200		
20	ALUMBRADO PARA EQUIPO CE-2101														200	200		
21	CONTACTOS CUARTO DE CONTROL DE INSTRUMENTOS														1200	1200		
<b>TOTAL</b>		10	4	10	6	6	10	12	10	7	9	980	5100	3030	15120			



W OCM- 3100-3100 1100 = 0.79 W

TABLERO DE ALUMBRADO LOCALIZADO EN CUARTO DE CONTROL																	
TABLERO DE ALUMBRADO "C1" 220/127V., 3F., 4H., 60HZ.																	
No. CIRC.	DESCRIPCION	F A S E S										WATTS TOTALES	DIAGRAMA A B C				
		2x100W	200 W	2x25W	2x25W	2x20W	4x20W	100 W	175 W	100 W	175 W			A	B	C	
1	RESISTENCIA CALIFACTORA PARA CHAMBERAS DE TURBINA DE GAS DEL CE-2100A													730	730		
2	RESISTENCIAS CALIFACTORA PARA TABLERO DE CONTROL TCC-01 Y GENERADOR DE EMERGENCIA CE-2100													400	400		
3	RESISTENCIAS CALIFACTORA PARA COH-4.5.8													1200	1200		
4	RESISTENCIAS CALIFACTORA PARA COH-1.2.3													1200	1200		
5	RESISTENCIA CALIFACTORA DE LUBRICACION DE ACTES DE CHAMBERAS MOTOCOMPROBADOR CE-2100													1000	1000		
6	TABLERO DE CONTROL TCC-01 PARA GENERADOR DE EMERGENCIA CE-2100													300	300		
7	RESISTENCIA CALIFACTORA PARA CHAMBERAS DE TURBINA DE GAS DEL CE-2100													730	730		
8	TABLERO DE ALUMBRADO "C"													2000	2000		
9	CARGADOR DE BATERIAS DEL MOTOCOMPROBADOR CE-2100													300	300		
10	TAB LOCAL DEL CONTROL DE LA TURBINA DE CE-2100													200	200		
11	RESISTENCIA CALIFACTORA DE LUBRICACION DE ACTES DE CHAMBERAS MOTOCOMPROBADOR CE-2100A													1000	1000		
12	TABLERO DE CONTROL TCC-01A PARA GENERADOR DE EMERGENCIA CE-2100A													300	300		
13	DISPONIBLE																
14	DISPONIBLE																
15	RESISTENCIAS CALIFACTORA PARA B-1 C SISTEMAS DE TRANSFERENCIA AUTOMATOS TTA-01 E TTA-01A													600	600		
16	TAB LOCAL DEL CONTROL DE LA TURBINA DE CE-2100A													200	200		
17	CARGADOR DE BATERIAS DEL MOTOCOMPROBADOR CE-2100A													300	300		
18	RESISTENCIAS CALIFACTORA PARA TABLERO DE CONTROL TCC-01A Y GENERADOR DE EMERGENCIA CE-2100A													400	400		
<b>TOTAL</b>		10	2	2	2	2	2	1					3600	3600	3600	11700	

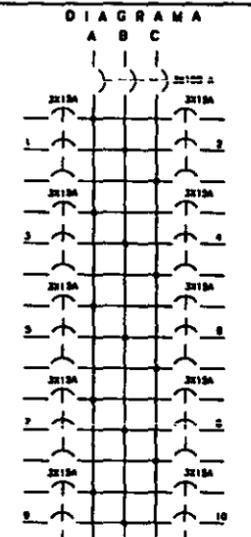


W OCM- 3000-3000 3000 = 0.8 W

**NOTA**

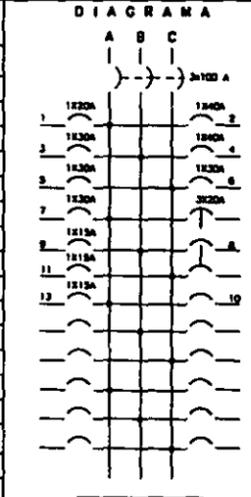
1.- PARA SIMBOLOGIA VER DIBUJO No. 1062.

TABLERO DE ALUMBRADO LOCALIZADO EN CUARTO DE CONTROL																		
TABLERO DE ALUMBRADO "B" 480V., 3F., 4H., 60HZ.																		
No. CIRC.	DESCRIPCION	F A S E S										WATTS TOTALES	DIAGRAMA A B C					
		2x100W	200 W	2x25W	2x25W	2x20W	4x20W	100 W	175 W	100 W	175 W			A	B	C		
1	ALUMBRADO DE POSTES EN COORDINACION (N=151.43 E=118.80) Y (N=153.80 E=25.5)													2500	2500	2500	7500	
2	ALUMBRADO DE POSTES EN COORDINACION (N=186.43 E=27.00) Y (N=235.80 E=25.5)													2500	2500	2500	7500	
3	ALUMBRADO DE POSTES EN COORDINACION (N=184.43 E=137.00) Y (N=220.01 E=115.52)													2500	2500	2500	7500	
4	ALUMBRADO DE POSTES EN COORDINACION (N=20.90 E=145.44) Y (N=31.80 E=82.83)													2500	2500	2500	7500	
5	ALUMBRADO DE POSTES EN COORDINACION (N=71.45 E=25.50) Y (N=112.45 E=78.50)													2500	2500	2500	7500	
6	ALUMBRADO DE POSTES EN COORDINACION (N=67.28 E=123.50) Y (N=112.45 E=121.80)													2500	2500	2500	7500	
7	ALUMBRADO PERIMETRAL													1400	1363	1400	4375	
8	ALUMBRADO PERIMETRAL													1400	1400	1363	4375	
9	ALUMBRADO PERIMETRAL													1200	1200	1200	3780	
10	ALUMBRADO PERIMETRAL													1200	1200	1200	3780	
11	DISPONIBLE																	
12	DISPONIBLE																	
<b>TOTAL</b>		12	51	2										20312	20400	20400	61250	



W OCM- 20400-20312 20400 = 0.76 W

TABLERO DE ALUMBRADO LOCALIZADO EN RESIDENCIA DE CONSTRUCCION (EXISTENTE)																		
TABLERO DE ALUMBRADO "F" 220/127V., 3F., 4H., 60HZ., 12 POLOS																		
No. CIRC.	DESCRIPCION	F A S E S										WATTS TOTALES	DIAGRAMA A B C					
		2x100W	200 W	2x25W	2x25W	2x20W	4x20W	100 W	175 W	100 W	175 W			A	B	C		
1	ALUMBRADO EN CUARTO ARE ACIONADO, AREA SUPERVISORAS.													1800			1800	
2	CONTACTOS EN CUARTO ARE ACIONADO, AREA SUPERVISORAS.													3200			3200	
3	ALUMBRADO EN ADMINISTRACION, SALA DE ACTAS, ADMINISTRACION DE DUCTOS, SECRETARIA DE DIRECTOR DE PROYECTOS.														2100		2100	
4	CONTACTOS EN ADMINISTRACION, SALA DE ACTAS, ADMINISTRACION DE DUCTOS, SECRETARIA DE DIRECTOR DE PROYECTOS Y AREA DE RESERVA.													2800	400		3200	
5	CUARTOS, RESERVA DE PAV., PHELLO, COPAJO, COCHETA, ACCESO, BANTAROS.															2800	2300	
6	CUARTOS, PABELLA COPAJO, COCHETA, ACCESO, BANTAROS.															2400	400	2800
7	ALUMBRADO EXTERIOR RESERVA DE CONSTRUCCION.														1000		1000	
8	MOTOR BOMBA AGUA DE BOMBEO A RESERVA DE DE CONSTRUCCION.														373	373	746	
9	ALUMBRADO EXTERIOR RESERVA DE CONSTRUCCION.														840		840	
10	WAGO																	
11	ALUMBRADO EXTERIOR RESERVA DE CONSTRUCCION.															1000	1000	
<b>TOTAL</b>		8	80	21	2	1	1	1	14					9433	6513	6150	16096	



W OCM- 3000-3000 3000 = 0.8 W

DIBUJOS DE REFERENCIA:	
1060	SISTEMA GENERAL DE ALUMBRADO.
1062	SISTEMA GENERAL DE ALUMBRADO EN CUARTO DE CONTROL.

DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS PARA LA REHABILITACION Y MODERNIZACION DE LA ESTACION DE COMPRESION Y ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL "LOS RAMONES", NUEVO LEON.

TESIS DE LICENCIATURA  
PRESENTA: Oscar Jony Garcia Santiago.

MEXICO DF. MARZO DE 2001.

TABLEROS DE ALUMBRADO Y CUADROS DE CARGA (1 DE 2)  
ESTACION DE COMPRESION Y MEDICION FASE III  
"LOS RAMONES", NUEVO LEON.

ESCALA: ~  
ACOTACION EN: ~

PLANO No. 1064

REV. S/N

TABLERO DE ALUMBRADO LOCALIZADO EN CUARTO DE CONTROL												
TABLERO DE ALUMBRADO "D" 220/127V., 3F., 4H., 60HZ.												
No. CIRC.	DESCRIPCION	FASES							WATTS TOTALES	DIAGRAMA		
		120W	300W	300W	300W	300W	100W	300W				
1	ALUMBRADO EN COBERTIZO SUBESTACION ELECTRICA	6							600	600		
2	ALUMBRADO EN COBERTIZO BOMBAS CONTRA INCENDIO	4							400	400		
3	RESISTENCIA CALIFACTORA DEL MOTOR BOMBA C.I. (DA-2000B)		1						300	300		
4	CARGADOR DE BATERIAS MOTOR DIESEL-BOMBA C.I. (DA-2000B)			1					300	300		
5	ALUMBRADO EN POSTES ACOMETIDA C.F.E.				2				1800	1800		
6	DISPONIBLE											
7	CONTACTOS EN COBERTIZO SUBESTACION ELECTRICA							2	400	400		
8	RESISTENCIAS CALIFACTORES DE LA SUBESTACION COMPACTA (SC-01)		1						300	300		
9	CONTACTOS EN COBERTIZO BOMBAS CONTRA INCENDIO							4	800	800		
10	RESISTENCIAS CALIFACTORES DEL TABLERO DE P.L.B. NO. (D-2)		1						300	300		
11	RESISTENCIAS CALIFACTORA DE LA CUCHILLA FUSIBLE (H-01)			1					300	300		
12	DISPONIBLE											
13	DISPONIBLE											
14	TIMBRE ACCESO DE CARRETERA							1	200	200		
15	ALUMBRADO TANQUE AGUA CONTRA INCENDIO							3	180	180		
16	VACIO											
17	VACIO											
18	VACIO											
19	VACIO											
20	VACIO											
<b>TOTAL</b>		10	4	1	2	1	8	3	2280	2300	2280	6880

TABLERO DE ALUMBRADO LOCALIZADO EN GUARNICION MILITAR												
TABLERO DE ALUMBRADO "TA-H" 220/127V., 3F., 4H., 60HZ.												
No. CIRC.	DESCRIPCION	FASES							WATTS TOTALES	DIAGRAMA		
		2x32W	175 W	2x17W	60W	3500W	2x2007	740W				
1	ALUMBRADO DORMITORIO, SARGENTO, BARRIS Y ARMAS	6	1	1					600	600		
2	DISPONIBLE											
3	ALUMBRADO OFICINA, COCINA, COMEDOR, CUARTO DE LAMPO	7	1						900	900		
4	ALUMBRADO EXTERIOR PLANTA ALTA				5				300	300		
5	ALUMBRADO EXTERIOR PLANTA BAJA			5					1000	1000		
6	DISPONIBLE											
7	AIRE ACONDICIONADO DORMITORIO					1			1188.88	1188.88		2300
8	AIRE ACONDICIONADO SARGENTO						1		1188.88	1188.88		2300
9	AIRE ACONDICIONADO COMEDOR							1	1188.88	1188.88		2300
10	CONTACTOS DORMITORIO, SARGENTO, BARRIS, ARMAS							8	2400	2400		
11	CONTACTOS OFICINA, COCINA Y LAMPARAS DE EMERGENCIA EN OFICINA Y COCINA							6	2300	2300		
12	CONTACTOS CUARTO DE LAMPO							3	1200	1200		
13	ALUMBRADO CUARTO DE RADIO Y CALERA			3					300	300		
14	DISPONIBLE											
15	DISPONIBLE											
16	BOMBA DE AGUA							1	373	373		748
17	CONTACTOS CUARTO DE RADIO Y LAMPARA DE EMERGENCIA EN CUARTO DE RADIO							3	1200	1200		
18	DISPONIBLE											
19	VACIO											
20	VACIO											
21	VACIO											
22	VACIO											
23	VACIO											
<b>TOTAL</b>		16	7	1	6	3	16	1	7423	7280	7323	23006

TABLERO DE ALUMBRADO LOCALIZADO EN (FUTURO)											
TABLERO DE ALUMBRADO "E" 220/127V., 3F., 4H., 60HZ.											
No. CIRC.	DESCRIPCION	FASES							WATTS TOTALES	DIAGRAMA	
		A	B	C							
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
<b>TOTAL</b>											

**NOTAS**

1.- PARA SABERLO VER ORD. No. 1080 Y 1082.

DIBUJOS DE REFERENCIA:		DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS PARA LA REHABILITACION Y MODERNIZACION DE LA ESTACION DE COMPRESION Y ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL "LOS RAMONES", NUEVO LEON.		TABLEROS DE ALUMBRADO Y CUADROS DE CARGA (2 DE 2) ESTACION DE COMPRESION Y MEDICION FASE III "LOS RAMONES", NUEVO LEON.	
1060A	SISTEMA GENERAL DE ALUMBRADO EN SUB. ELECTRICA Y COBERTIZO DE BOMBAS CONTRA INCENDIO	TESIS DE LICENCIATURA		ESCALA: -	PLANO No.
1062	SISTEMA GENERAL DE ALUMBRADO EN CUARTO DE CONTROL.	PRESENTA: Oscar Jony Garcia Santiago.			
		MEXICO D.F. MARZO DE 2001.		ACOTACION EN: -	1064A
					REV. S/N