

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

DESARROLLO DE UN PROYECTO ELECTRICO, EN
AREAS PELIGROSAS CON LA APLICACION DE
NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A :
HELIODORO DAMIAN MANUEL

ASESOR : ING. CASILDO RODRIGUEZ ARCINIEGA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

1997.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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
AVENIDA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES-CUAUTITLÁN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DEPARTAMENTO DE
EXÁMENES PROFESIONALES

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el trabajo
Desarrollo de un Proyecto Eléctrico, en Areas Peligrosas con la
Aplicación de Normas Nacionales e Internacionales.

que presenta el pasante: Heliodoro Danilón Manuel
con número de cuentas: 6005432-2 para obtener el TÍTULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista .

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 18 de Febrero de 1997.

PRESIDENTE	<u>Ing. Juan de la Cruz Hernández Zamudio</u>	<i>Lucif 17/11/97</i>
VOCAL	<u>Ing. Esteban Corona Escamilla</u>	<i>Elvira E. 18/10/97</i>
SECRETARIO	<u>Ing. Cecilia Rodríguez Arciniega</u>	<i>CS 6-Feb-97</i>
1er. SUPLENTE	<u>Ing. José Luis Buenretra Rodríguez</u>	<i>18-Feb-97</i>
2do. SUPLENTE	<u>Ing. Antonio Troje Lugo</u>	<i>20-FEB-97</i>

**CON MUCHO CARIÑO, RESPETO Y ADMIRACION A
MIS PADRES**

**ATANACIO DAMIAN Y JOSEFINA,
POR EL CONSTANTE APOYO, Y EL GRAN
ESFUERZO QUE HICIERON PARA
QUE CONCLUYERA ESTA OBRA.**

**A MIS HERMANOS, PEDRO, MACRINA, ATANACIO, GERMAN,
LAURA Y JUAN PABLO, POR SU GRAN MOTIVACION
QUE SIEMPRE ENCONTRE EN ELLOS.**

A ALGUIEN MUY EN ESPECIAL QUE FUE PIEZA FUNDAMENTAL PARA
EL LOGRO DE ESTA OBRA. YA QUE CON SU AMOR Y SU TERNURA
ME MOTIVO A CONCLUIRLA.

A MI ESPOSA. A TI MARTHA PATRICIA

A LA PERSONA QUE POR ELLA DI EL ESFUERZO MAXIMO Y A LA
PERSONA A QUIEN MAS QUIERO EN ESTA VIDA LA CUAL VINO A
DARME GRANDES SATISFACCIONES Y ALEGRÍAS. A SI COMO LA
RESPONSABILIDAD DE CONCLUIR ESTA OBRA.

MI HIJA ANA PATRICIA

INDICE

	PAG.
TITULO DE LA TESIS	1
OBJETIVO	1
INTRODUCCION	2
CAPITULO I GENERALIDADES	4
CAPITULO II CLASIFICACION DE AREAS	9
1.- Clasificacion de Atmosferas	10
2.- Clasificacion de Areas	15
2.1 - Areas peligrosas	15
2.2.- Clasificacion de areas y divisiones	15
2.3.- Areas no peligrosas	17
2.4.- Areas libremente ventiladas	17
2.5.- Aplicacion general	17
2.6.- Areas peligrosas en las bombas	20
2.7.- Areas peligrosas en las bombas, dispositivos de vaciado, medidores y otros dispositivos similares	23
2.8.- Areas peligrosas en los cabezales, multiples y medidores de liquidos inflamables	26
2.9.- Areas peligrosas en tanques de almacenamiento	27
2.10.- Areas peligrosas en llenaderas y descargaderas de autos tanque y carros tanque	32
2.11.- Areas peligrosas en llenaderas de recipientes port tiles o tambores	33

2.12.- Areas peligrosas en las trampas recuperadoras de hidrocarburos	34
2.13.- Areas peligrosas en garages de estacionamiento y reparacion para autos tanque	35
2.14.- Areas peligrosas en las compresoras de los ductos de transporte	35
2.15.- Areas peligrosas en las instalaciones de compresion	39
2.16.- Areas peligrosas en edificios	40
2.17.- Areas peligrosas en curtidores para el despacho de gasolina	42
2.18.- Certificacion para clases y propiedades (NOM-001-SEMP-1994)	12
2.19.- Marcado (NOM-001-SEMP-1994)	13
2.20.- Seleccion del equipo electrico	11
2.21.- Instalaciones de fuerza y alumbrado	15
2.22.- Interruptores, tableros de alumbrado, arrancadores de motores, motores, fusibles y equipos de control, medicion y proteccion	48
2.23.- Transformadores y condensadores	49
2.24.- Resistencias	49
2.25.- Extensiones de alumbrado	49
2.26.- Equipo portatil	50
2.27.- Sistemas electricos de señales, alarma, control remoto y comunicaciones	50
2.28.- Partes vivas	50
2.29.- Conexiones a tierra	51
2.30.- Conductores con partes calientes	51

CAPITULO 3 APLICACION DE EQUIPOS Y MATERIALES	52
3.- Suministro y Sistemas de Potencia	53
4.- Cuarto Eléctrico	56
5.- Transformadores	59
6.- Tableros de Distribución de Media Tensión de 13.8 K.V y 4.15 K.V	63
7.- Control de Motores	70
8.- Motores	75
9.- Estaciones de Control Local	79
10.- Baterías y Cargador de Baterías	79
11.- Inversores	82
12.- Alumbrado	84
13.- Contactos (Tomas de Corriente)	85
14.- Comunicaciones	86
15.- Sistemas de Alarma Contra Fuego	87
16.- Cable y Alambre	88
17.- Buses de Conexiones.....	90
18.- Instalación de la Tubería Conduit	91
19.- Canalización Eléctrica Subterránea	94
20.- Cableado de Equipos	98
21.- Cableado en Áreas Peligrosas	101
22.- Conexión a Tierra	101
23.- Símbolos Para Uso en Dibujos y Planos Eléctricos	105
CAPITULO IV CONCLUSIONES	122
BIBLIOGRAFIA	125

TITULO DE LA TESIS:

**DESARROLLO DE UN PROYECTO ELECTRICO, EN AREAS PELIGROSAS,
CON LA APLICACION DE NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES.**

OBJETIVO:

**ESTABLECER LOS LINEAMIENTOS Y PROCEDIMIENTOS, QUE DEBEN
DESEQUIR, EN LA PLANEACION, EJECUCION Y SUPERVISION DE
UN PROYECTO ELECTRICO EN "AREAS PELIGROSAS", EL PERSONAL
DE "INGENIERIA, TECNICO Y ADMINISTRATIVO", OBSERVANDO LO QUE
ESTABLECEN LAS NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES.**

EN LA ACTUALIDAD LA INDUSTRIA ELECTRICA FORMA PARTE ESENCIAL DEL DESARROLLO DE LA HUMANIDAD.

BASICAMENTE EL DESARROLLO DE LAS NACIONES ESTA SUSTENTADA POR LA ENERGIA ELECTRICA, INDEPENDIEMENTE DE LA CAPACIDAD DEL APROVECHAMIENTO DE SUS RECURSOS NATURALES DE CADA UNA, PARA GENERAR DICHA ENERGIA.

ACTUALMENTE, LAS POLITICAS DE PLANEACION DE PROYECTOS ELECTRICOS SE GUIAN POR NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES, AUTORIZADAS POR ORGANISMOS Y AGRUPACIONES DE PERSONAL ALTAMENTE CALIFICADO EN PAISES DESARROLLADOS, POR LO QUE ES DE GRAN IMPORTANCIA, QUE EL PERSONAL TECNICO Y ADMINISTRATIVO QUE INTERVIENE EN ESTE TIPO DE PROYECTOS, CONOZCA DE UNA MANERA REAL Y EFICIENTE LAS DIFERENTES NORMAS, MATERIALES Y APLICACION EN SITIO DE LOS MISMOS.

UN PROYECTO ELECTRICO CON CLASIFICACION DE "AREAS PELIGROSAS", DEBE DE DISEÑARSE Y EJECUTARSE CON LA APLICACION DE NORMAS AUTORIZADAS.

LAS INSTALACIONES Y EQUIPO ELECTRICO INSTALADO EN ESTE TIPO DE AREAS DEBEN ESTAR DISEÑADOS PARA PREVENIR ACCIDENTES POR IGNICION Y FLAMA DE LIQUIDOS, GASES, VAPORES, POLVOS Y FIBRAS EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION.

EXISTEN EN EL PAIS, NUMEROSAS PLANTAS QUE PROCESAN, UTILIZAN, MANEJAN, TRANSPORTAN, Y ALMACENAN MATERIALES (MATERIA

PRIMA) CON CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES, CLASIFICADAS COMO PELIGROSAS. LA INDUSTRIA PETROLERA POR SU IMPORTANCIA Y DESARROLLO, CUENTA CON SUS PROPIAS NORMAS, PARA LA INGENIERIA Y EJECUCION DE UN PROYECTO ELECTRICO. ESTAS NORMAS ESTAN SOPORTADAS POR NORMAS INTERNACIONALES Y AVALADAS POR ORGANISMOS NACIONALES.

DEBIDO AL ALTO RIESGO QUE REPRESENTA LA INDUSTRIA PETROLERA, LAS COMPANIAS ASEGURADORAS, EXIGEN LA CERTIFICACION DE LA INGENIERIA, CONSTRUCCION, MATERIALES, EQUIPO Y MANO DE OBRA QUE INTERVIENEN EN ESTE TIPO DE PROYECTOS, POR LO QUE ES NECESARIO LA IMPLANTACION DE UN "SISTEMA DE CALIDAD", PARA ASEGURAR QUE TODAS Y CADA UNA DE LAS FASES DEL PROYECTO SE LLEVEN A CABO DE ACUERDO A LO PLANEADO, DESDE LA ELABORACION DE LAS ESPECIFICACIONES, HASTA LA ADQUISICION E INSTALACION DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS.

CAPITULO I GENERALIDADES

CAPITULO I**GENERALIDADES**

La SECRETARIA DE ENERGIA, MINAS E INDUSTRIA PARAESTATAL, EMITIO EN EL MES DE OCTUBRE DE 1994, LA "NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEMP-1994", RELATIVA A LAS INSTALACIONES DESTINADAS AL SUMINISTRO Y USO DE LA ENERGIA ELECTRICA, (Norma Norteamericana National Electrical Code N.E.C.) Esta Norma contempla en el Capitulo 5 AMBIENTES ESPECIALES, en el Articulo 500 al 504 (NEC articulo 500) los requisitos para equipo electrico y alambrado, para todas las tensiones, en lugares donde pueda existir peligro de incendio o explosion debido a gases o vapores inflamables, liquidos inflamables, polvo combustible o fibras inflamables o dispersas en el aire.

Existen en el pais las normas realizadas por la paraestatal "PETROLEOS MEXICANOS", soportadas por normas internacionales y avaladas por organismos nacionales.

Debido al alto riesgo que representa la Industria Petrolera, este organismo ha desarrollado y aplicado en sus instalaciones, las siguientes normas:

NORMA AVII-5

"CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS Y SELECCION DE EQUIPO ELECTRICO EN LAS INSTALACIONES EN QUE SE MANEJAN, TRANSPORTAN, ALMACENAN O PROCESAN LIQUIDOS O GASES INFLAMABLES".

Objeto de esta norma.

Tiene por objeto definir cuales son las normas de seguridad aplicables a las diferentes instalaciones de la industria para clasificar las reas peligrosas debidas a la presencia de gases o vapores inflamables en la atmósfera y para seleccionar desde el punto de vista de seguridad, el equipo eléctrico para trabajar dentro de estas áreas.

1 Aplicación.

- 1.1 Para clasificar las áreas peligrosas y seleccionar el equipo eléctrico para trabajar dentro de ellas, deberán aplicarse las siguientes Normas de Seguridad para las diferentes instalaciones específicas de la industria:

Norma AVII-27 "CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS Y SELECCION DE EQUIPO ELECTRICO EN LUGARES EN QUE SE MANEJAN Y ALMACENAN ANESTESICOS INFLAMABLES".

Será aplicable a los hospitales y otros lugares en que se manejen o almacenen anestésicos inflamables.

Norma AVII-28 "CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS Y SELECCION DE EQUIPO ELECTRICO EN INSTALACIONES DE PRODUCCION E HIDROCARBUROS".

Será aplicable a las instalaciones de producción dependientes de la gerencia de explotación, así como a cualquier otra instalación que se encuentre localizada dentro de los límites de las instalaciones de producción primaria.

Norma AVE-29 "CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS Y SELECCION DE EQUIPO ELECTRICO EN LAS INSTALACIONES DE REFINACION Y PETROQUIMICA".

Será aplicable a las instalaciones de las refinerías y complejos petroquímicos así como a cualquier otra instalación que se encuentre localizada dentro de los límites de las instalaciones de refinación o petroquímica.

También se aplicará para los hangares, y en lo que sea conducente para cualquier otra instalación que no esté contemplada en las Normas de Seguridad Pemex AVII-27, AVII-28 Y AVII-30.

Norma AVII-30 "CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS Y SELECCION DE EQUIPO ELECTRICO EN LAS INSTALACIONES DE TERMINALES, AGENCIAS DE VENTAS Y DUCTOS DE TRANSPORTE".

Será aplicable a las instalaciones de las terminales y agencias de ventas, así como a las instalaciones de bombeo, compresión, control y medición de los ductos de transporte de líquidos y gases inflamables que se encuentren localizados fuera de los límites de las instalaciones de producción, de refinación, de petroquímica o de terminales y agencias de ventas.

1.2 Para todo proyecto de ingeniería, es necesario establecer lineamientos y procedimientos, que permitan definir lo siguiente:

- a) nombre del proyecto
- b) clasificación del proyecto
- c) alcance del proyecto
- d) objetivo del proyecto
- e) normatividad del proyecto
- a) nombre del proyecto

Es necesario que todo proyecto se le asigne un nombre para su identificación, independientemente de lo sencillo o complejo; pequeño o grande; barato o caro, generalmente el nombre es de acuerdo a las labores y sitios en donde se va a realizar el proyecto.

- b) clasificación del proyecto

Debido a la diversidad de áreas, que existen en las ramas de la ingeniería (todo tipo de ingeniería), es necesario y correcto que exista una homologación, entre el nombre del proyecto y las actividades que se

vayan a ejecutar, para facilitar la clasificación y archivo del mismo, esto se logra en base a las normas y códigos respectivos.

c) alcance del proyecto

Se refiere a los puntos más importantes y más sobresalientes del contenido del proyecto, y es necesario e indispensable que todo proyecto de cualquier tipo, lo especifique claramente, sin prestarse a confusiones que puedan acarrear situaciones legales.

d) objetivo del proyecto

Describe y establece brevemente el como, cuando y donde, por qué y para que; se considera un proyecto para su ejecución, es decir justifica y define de una manera clara y concisa la existencia del proyecto.

e) normatividad del proyecto

Todo proyecto bien requisitado y estructurado, debe estar sujeto a un índice de normas, ya sea nacionales o internacionales, las cuales definen los parámetros que regulan al proyecto, desde la planeación hasta la ejecución del mismo: en la mano de obra (calificación del personal, ya sea de gabinete o de campo), realización de los trabajos (como, cuando y donde se deben de realizar) y materiales (adquisición, instalación y pruebas).

Debido a la diversidad de aplicaciones de las normas y códigos, a la variedad de proyectos que pueden existir al propósito de esta tesis es señalar de una manera general pero clara la aplicación de algunas normas nacionales e internacionales, referenciadas a lo largo de este documento en sus diferentes aplicaciones, las cuales van a estar orientadas a la industria petrolera y concretamente a la norma de seguridad de Pemex: **AVE-29 "CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS Y SELECCION DE EQUIPO ELECTRICO EN LAS INSTALACIONES DE REFINACION Y PETROQUIMICA".**

CAPITULO II CLASIFICACION DE AREAS

1.- Clasificación de Atmósferas

La clasificación de áreas peligrosas y la selección del equipo eléctrico, se determinan de acuerdo a la norma AVII-29 "CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS Y SELECCION DE EQUIPO ELECTRICO EN LAS INSTALACIONES DE REFINACION Y PETROQUIMICA".

- 1.1 En las instalaciones de Refinación y Petroquímica, se procesan, manejan, transportan, almacenan y distribuyen líquidos y gases inflamables derivados del petróleo en grandes cantidades y a presiones elevadas; y es frecuente que ocurra o puedan ocurrir liberaciones de los mismos a la atmósfera, que al combinarse con el aire en las proporciones adecuadas, dan lugar a mezclas inflamables o explosivas.
- 1.2 Con el objeto de evitar que tanto el equipo como las instalaciones eléctricas, constituyan posibles fuentes de ignición de las mezclas inflamables descritas, deben tomarse las medidas de seguridad necesarias al hacer la selección de los equipos e instalaciones eléctricas que deban operar en donde existan o puedan existir mezclas inflamables.

El equipo eléctrico instalado en estos lugares puede causar la ignición de una mezcla inflamable al alcanzar la temperatura de ignición de la misma, ya sea por calentamiento de una de sus partes, o bien por arcos o chispas que puedan producirse aun durante la operación normal, como por ejemplo en el cierre y apertura de contactos. (En innumerables incendios en que no ha sido posible determinar con precisión cual ha sido la fuente de ignición, se ha señalado con razón, o sin ella, que el accidente fue causado por alguna falla ocurrida en la instalación eléctrica).

Por tal motivo, las partes del equipo eléctrico que produzcan chispas, arcos o altas temperaturas no deberán tener contacto con las mezclas inflamables, instalando en lo posible el equipo eléctrico fuera de donde existan o puedan existir estas

mezclas. En los casos en que sea indispensable que el equipo eléctrico se localice donde existan o puedan existir dichas mezclas, deber encerrarse en cajas o carcazas que soporten sin deteriorarse, una explosión en su interior y a la vez enfrien los gases calientes resultantes de dicha explosión durante su salida al medio circundante, para que no produzcan daños; denominándose el equipo de estas características "a prueba de explosión".

1.3 Para que pueda ocurrir un incendio o una explosión debido al equipo eléctrico, se deben satisfacer las tres condiciones siguientes:

- a) Debe estar presente un gas o vapor inflamable.
- b) Debe estar mezclado con aire u oxígeno en las proporciones adecuadas, para producir una mezcla inflamable y además esta mezcla debe estar alrededor del equipo o de la instalación eléctrica.
- c) La instalación o equipo eléctrico debe trabajar a un nivel capaz de suministrar la energía suficiente para encender la mezcla.

1.4 La peligrosidad de las mezclas atmosféricas con gases, vapores o polvos inflamables, depende de la peligrosidad específica de cada uno de los materiales involucrados en ellas, por lo que se hace necesario tomar en cuenta la naturaleza de las mismas al seleccionar el equipo eléctrico.

De acuerdo con el párrafo 500-3 de la NOM-001-SEMP-1994 (500-2 del NEC), las mezclas atmosféricas se han agrupado de la manera siguiente basándose en su peligrosidad:

Grupo A. Atmosferas que contienen acetileno.

Grupo B. Atmosferas que contienen cualquiera de los siguientes productos: butadieno, óxido de etileno y óxido de propileno (siempre que se instalen sellos en todos los ductos, ver capítulo 2.21.4), hidrógeno o gases o vapores de peligrosidad equivalente que contengan más del 30 % de hidrogeno en volumen tales como el gas de reformación.

Grupo C. Atmosferas que contienen acetaldehído, ciclopropano, éter dietílico, etileno, isopreno o dimetil hidrazina.

Grupo D. Atmosferas que contienen acetatos de: n-butilo isobutílico, etilo y vinilo, cetonas (acetona, metil-etil cetona y metil-isobutil cetona), pentanos, hexanos, heptanos, octanos, metanos gasolinas, naftas, etano, propano, butano, gas natural, gases LP (propano, butano y sus mezclas), alcoholes (metanol, etanol, propanol isopropanol, butanol, sec-butílico, amílico, isomilico, isobutílico, terbutílico), cloruro de vinilo, dicloroetano, benceno, tolueno, xilenos, estireno, propileno, acrilonitrilo o amoniaco.

Grupo E. Atmosferas que contienen polvos metálicos, incluyendo aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales u otros metales.

Grupo F. Atmosferas que contienen negro de humo o polvos de carbón mineral o de coque.

Grupo G. Atmosferas que contienen harina, almidón o polvos de granos.

De acuerdo con esta clasificación, las mezclas atmosféricas que comúnmente pueden encontrarse en las instalaciones de las refinerías y petroquímicas pertenecerán a los grupos A, B, C o D, dependiendo del gas o líquido inflamable manejado.

1.5 La naturaleza y extensión de las áreas peligrosas debidas a la liberación de sustancias inflamables, deberán determinarse tomando en cuenta la presencia de:

- a) Gases inflamables que se manejan como tales.
- b) Gases de productos licuados del petróleo.
- c) Líquidos inflamables.

- 1.5.1 Los gases inflamables que se manejan como tales, como, por ejemplo el gas natural, forman mezclas atmosféricas más ligeras que el aire que, excepto en lugares cerrados, se disipan rápidamente y rara vez producen mezclas inflamables en las zonas próximas al nivel del piso, que es donde se localizan la mayoría de los equipos eléctricos.
- 1.5.2 Los gases licuados del petróleo, o sea los que están formados por propano, butano, propileno o butileno, o mezclas de ellos, forman mezclas atmosféricas que son aproximadamente de una y media a dos veces más pesadas que el aire. La presión de vapor absoluta de estos gases, es mayor de 2.81 Kg/cm² (40 lb/pulg²) a 38 °C (100 °F). Cuando se liberan a la atmósfera, cambian su estado físico de la fase líquida a la fase gaseosa; generando grandes volúmenes de gas. Si dicha liberación ocurre cerca o al nivel del piso, sus vapores pesados pueden extenderse sobre el piso a distancias considerables si no existen corrientes de aire que ayuden a su difusión. En cambio, si el escape ocurre a cierta distancia sobre el piso, o se dirige hacia arriba con cierta velocidad, la difusión será más rápida y la distancia horizontal a la que pueden extenderse resultará menor.
- 1.5.3 La volatilidad de los líquidos inflamables es variable, y en esta norma se considerarán como líquidos inflamables aquellos que tengan un punto de inflamación menor de 60°C (140 °F) y una presión de vapor absoluta que no exceda de 2.81 Kg/cm² (40 lb/pulg²) a 38 °C (100 °F), según los define la Asociación Nacional de Protección Contra Incendios (N.F.P.A.), quien a su vez los divide en las siguientes clases:
- Clase I Líquidos con punto de inflamación menor de 38 °C (100 °F). A su vez, esta clase puede dividirse en la forma siguiente:
- Clase IA Incluye aquellos que tienen punto de inflamación menor de 23 °C (73 °F) y punto de ebullición menor de 38 °C (100 °F).

- Clase IB** Incluye aquellos que tienen punto de inflamación menor de 23 °C (73 °F) y punto de ebullición de 38 °C (100 °F) o mayor.
- Clase IC** Incluye aquellos que tienen punto de inflamación de 23 °C (73 °F) o mayor, sin llegar a 38 °C (100 °F).
- Clase II** Líquidos con punto de inflamación de 38 °C (100 °F) o mayor, pero menor de 60 °C (140 °F).

- 1.5.3.1 Las mezclas atmosféricas saturadas con vapores de los líquidos inflamables son aproximadamente una y media veces más pesadas que el aire, pero cuando los vapores se diluyen en la atmósfera lo suficiente para crear una mezcla inflamable, la densidad de la mezcla se aproxima a la del aire.
- 1.5.3.2 Los líquidos más volátiles de la clase I tales como las gasolinas naturales, para automóviles y para aviones, generan grandes volúmenes de vapores cuando se liberan a la atmósfera en cantidades apreciables; a diferencia de los más pesados, como lo son los xilenos, determinados solventes y algunos productos intermedios de remoción, que desprenden menor cantidad de vapores a las temperaturas normales de almacenamiento, resultando riesgosos solamente en la cercanía de la superficie del líquido, o bien cuando se calientan a temperaturas superiores a la de su punto de inflamación.
- 1.5.3.4 Los líquidos de la clase II, como lo son la Kerosina, la mayoría de los solventes y algunos aceites combustibles, casi no desprenden vapores a las temperaturas normales de manejo y almacenamiento, por lo que el riesgo que presentan en estas condiciones es bajo. Cuando estos líquidos se calientan, aumenta la cantidad de vapores desprendidos y el riesgo de ignición debido al equipo eléctrico se incrementa en las cercanías de la fuente de vapores, ya que éstos no alcanzan a dispersarse suficientemente debido a que tienden a condensarse al ser enfriados por el aire circundante. Si estos líquidos se calientan a temperaturas extremadamente altas, los vapores pueden encenderse

espontáneamente al ser liberados a la atmósfera, sin necesidad de que intervenga como fuente de ignición el equipo eléctrico. De acuerdo con lo anterior, para efectos de diseño eléctrico solo deben considerarse riesgosos los líquidos de la clase II en las cercanías de los puntos de liberación. Cuando éstos se manejan, almacenan o procesan a temperaturas superiores a las de su punto de inflamación.

- 1.5.3.5A los líquidos que tienen punto de inflamación de 60 °C (140 °F) o mayor, la NFPA los denomina como líquidos combustibles y los clasifica dentro de la clase III.

Estos líquidos combustibles desprenden vapores cerca de su superficie, únicamente cuando se les calienta a temperaturas mayores a las de su punto de inflamación, pero en cantidad tan reducida que no representan riesgo de ignición debido al equipo eléctrico, por lo que esta norma no será aplicable para las instalaciones en que se encuentren presentes solo líquidos combustibles.

1.6 Campo de Aplicación

- 1.6.1 Esta norma debe aplicarse para hacer la clasificación de las áreas peligrosas que pueden generarse en las siguientes instalaciones:

2.- CLASIFICACION DE AREAS

2.1 Áreas peligrosas

De acuerdo con la norma NOM-001-SEMP-1994 (y el NEC) las áreas peligrosas se consideran divididas en las tres clases siguientes:

CLASE I Áreas en las cuales están o pueden estar presentes en el aire ambiente, gases o vapores inflamables en cantidades suficientes para producir mezclas inflamables o explosivas.

CLASE II Áreas en las que están presentes polvos combustibles.

CLASE III Areas en las que están presentes fibras o materiales que flotan en el aire y que son fácilmente inflamables; pero en las que no es probable que se encuentren en suspensión en el aire en cantidad suficiente para producir mezclas inflamables.

Cada una de las clases anteriores se divide a su vez en:

- División 1, comprende las áreas normalmente peligrosas.
- División 2, agrupa las áreas que son peligrosas sólo bajo condiciones anormales.

2.2 Para los fines de esta norma, se considera lo siguiente:

- a) Clase I, División 1. Son aquellas áreas en que existen continuamente o pueden existir con frecuencia, ambientes contaminados por gases o vapores inflamables bajo condiciones normales de operación, durante los trabajos de operación o mantenimiento, o bien debido a fugas. También se clasifican en esta división las áreas en las que la rotura o falla del equipo, o anomalías en los procesos, pueden provocar al mismo tiempo que la liberación de gases o vapores inflamables, averías en el sistema eléctrico.
- b) Clase I, División 2. Son aquellas áreas en las que los gases o líquidos volátiles inflamables se manejan, almacenan y procesan en recipientes o sistemas cerrados, de los que sólo pueden escapar en el caso de roturas o averías accidentales de los recipientes o sistemas, o en caso de una operación anormal del equipo.

Además se clasifican en esta división 2 las áreas en que las concentraciones de gases o vapores inflamables se evitan normalmente por medio de sistemas de ventilación mecánica positiva, pero que pueden llegar a ser peligrosas al fallar el sistema de ventilación mecánica; así como también las áreas adyacentes a las de la División 1 a las que pueden llegar ocasionalmente concentraciones de gases o vapores inflamables, a menos que se evite la comunicación mediante un sistema de ventilación mecánica positiva adecuado.

2.3 Areas no peligrosas

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

- 1 Areas libremente ventiladas en las que se tengan las sustancias inflamables dentro de sistemas cerrados de tubería que están formados únicamente por los tubos, conexiones, bridas, medidores y válvulas (excepto los de control y operación eléctricos, que deben ser del tipo a prueba de explosión) siempre y cuando se les proporcione un mantenimiento adecuado.
- 2 Areas con ventilación restringida, en las que los sistemas de tubería para las sustancias inflamables no contengan válvulas, conexiones, bridas ni otros accesorios.
- 3 Areas de almacenamiento de gases licuados o comprimidos, o líquidos inflamables en recipientes sellados, o adecuados a lo establecido por el Departamento de Transportación Norteamericano (DOT), siempre que tales recipientes no están expuestos a otras condiciones peligrosas.

2.4 Para los fines de esta norma, se considerará como área libremente ventilada a cualquier edificio, cuarto, o espacio a la intemperie, que no presente obstrucciones a la circulación natural del aire a través de él, vertical u horizontalmente. Estas áreas pueden estar tachadas, cerradas en uno de sus lados, o tener paredes parciales que no lleguen al piso. Un ejemplo de ellas, son la mayoría de los cobertizos para bombas o compresoras existentes en diversas instalaciones del sistema.

2.5. Aplicación General.

2.5.1 Para delimitar las áreas peligrosas deben determinarse las posibles fuentes de peligro, o sea las fugas o escapes de gases o vapores inflamable que resulta

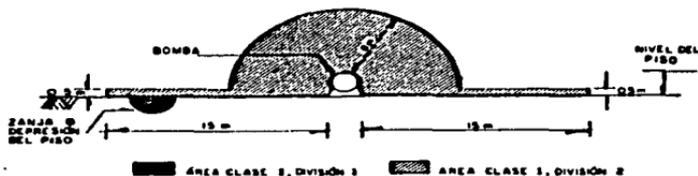
prácticamente imposible evitar en forma absoluta durante la operación del equipo o bien durante las reparaciones o trabajos de limpieza, como son las fugas por estoperos, sellos, empaques y uniones mecánicas; así como los sitios en que deliberadamente pueden liberarse a la atmósfera productos inflamables, como en las flenederas, ventosas, purgas, y válvulas de alivio, etc.

- 2.5.2 Cada fuente de peligro deber considerarse rodeada por un volumen de atmósfera peligrosa que dependiendo de varias circunstancias, pertenecer a la División 1 ó a la División 2. A su vez, las áreas de la División 1 deberán considerarse rodeadas por áreas de la División 2 de extensión suficiente para garantizar la dilución hasta concentraciones no peligrosas de los gases o vapores inflamables contenidos en la atmósfera del área de División 1.
- 2.5.3 Para fines prácticos, los volúmenes de la División 2 que rodeen a las fuentes de peligro no necesariamente deben limitarse por círculos en los planos horizontal y vertical, sino que podr tener la forma de paralelepípedos rectangulares orientados según ejes que correspondan a la disposición del equipo en la planta; pero en ningún caso estos paralelepípedos podran tener dimensiones menores a las distancias que se especifiquen en los párrafos siguientes.
- 2.5.4 Para los fines de esta norma se considerarán 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 valor, deberan considerarse como productos más pesados que el aire.
- 2.5.5 Todas las fosas, trincheras, zanjas y en general depresiones del piso donde pueden acumutarse vapores o gases inflamables más pesados que el aire, que se localicen dentro de áreas de las Divisiones 1 ó 2, deberan clasificarse como áreas de la División 1 en su totalidad, a menos que estén dotadas de ventilación positiva mecánica y segura, en cuyo caso estas áreas deberán clasificarse como pertenecientes a la división 2.

- 2.5.6** Cuando las tosas o depresiones no se localicen dentro de áreas de las Divisiones 1 ó 2, como las definidas anteriormente, pero contengan tuberías de hidrocarburos, válvulas o accesorios, deberán clasificarse como áreas de la División 2 en su totalidad.
- 2.5.7** En los lugares cerrados en que se manejen gases o vapores más ligeros que el aire, deberán considerarse como áreas de la División 1, los espacios bajo techo que carezcan de ventilación forzada o natural.
- 2.5.8** Los lugares cerrados que por sus condiciones deberían ser clasificados en la División 1, cuando están previstos de ventilación forzada en que se asegure la continuidad de su operación para mantener una presión positiva, serán considerados como áreas de la División 2 si el aire para la ventilación se toma de un área de esta División, o como sitios no peligrosos si el aire se toma de un área no peligrosa y además se desconecta automáticamente la alimentación de energía eléctrica al lugar en caso de fallar dicha ventilación. Cuando el lugar cerrado se encuentre localizado de tal modo que debiera clasificarse como área de la División 2, podrá ser considerado como área no peligrosa si la presión positiva se mantiene por medio de un sistema de ventilación forzada en que se asegure la continuidad de operación y el aire se toma de un área no peligrosa. La presión positiva que se mantenga en el interior de estos lugares no debe ser menor de 2.54 mm (0.1 pulg) de una columna de agua, estando cerradas todas las puertas y ventanas; debiendo mantenerse una velocidad de salida del aire de 18 m/min (60 pie/min) en todas las salidas y aberturas. Esta última medición deberá hacerse teniendo abiertas todas las puertas, ventanas y aberturas capaces de abrirse. Antes de permitir que se energice nuevamente el sistema eléctrico de uno de estos lugares después de una falla en la ventilación, deber comprobarse por medio de un explosímetro que no exista atmósfera peligrosa, o bien efectuarse el cambio de volumen de aire en el local por lo menos 4 veces.

2.6 Áreas peligrosas en las bombas.

- 2.6.1 Cuando las bombas de líquidos volátiles inflamables se encuentran instaladas en lugares a la intemperie sobre el nivel del piso, se considera que existe un área peligrosa de la División 2 hasta una distancia de 8 m en todas direcciones a partir de la superficie exterior de la bomba, además de un área de la misma División que se extenderá horizontalmente hasta 15 m de distancia de la bomba y hasta una altura de 50 cm sobre el nivel del piso (s.n.p.t.), (fig. 1).



■ ÁREA CLASE 1, DIVISIÓN 1 ■ ÁREA CLASE 1, DIVISIÓN 2

FIG. 1

ÁREAS PELIGROSAS EN LAS BOMBAS DE LOS DUCTOS DE TRANSPORTE DE LÍQUIDOS INFLAMABLES INSTALADAS EN INTIMPERIE A LA INTemperie

2.6.2 Cuando las bombas se encuentren instaladas dentro de locales libremente ventilados, deber considerarse que existe un área peligrosa de la División 2 en todo el interior del local. Las paredes del local limitarán el área peligrosa, siempre que sean totalmente cerradas y no se comuniquen por ningún medio al exterior, ya que de hacerlo, deberá prolongarse el área de la División 2 fuera del local hasta una distancia horizontal de 3 m de la pared con comunicación al exterior y hasta la altura del techo, debiendo agregarse otra área de la misma División que se extenderá horizontalmente hasta 15 m de distancia de la bomba y hasta una altura de 50 cm s.n.p.t. (fig. 2).

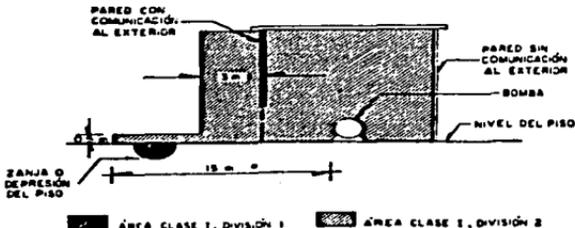


FIG. 2
ÁREAS PELIGROSAS EN LAS BOMBAS DE LOS DUCTOS DE TRANSPORTE DE LÍQUIDOS INFLAMABLES INSTALADAS DENTRO DE LOCALES LIBREMENTE VENTILADOS

2.6.3 Cuando las bombas se encuentren instaladas dentro de locales cerrados, o con mala ventilación, se consideraran que existen las mismas áreas peligrosas descritas en el inciso anterior, excepto que todo el interior del local perteneciera a la División 1 (fig. 3) ver párrafo 2.21.7

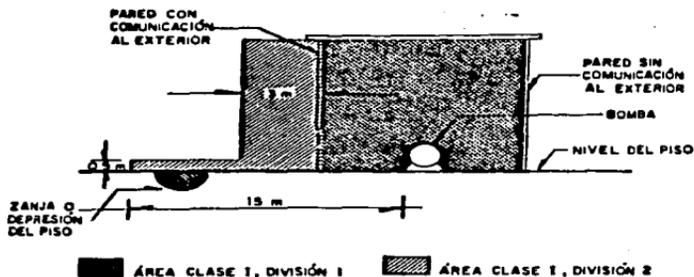


FIG. 3

ÁREAS PELIGROSAS EN LAS BOMBAS DE LOS DUCTOS DE TRANSPORTE DE LÍQUIDOS INFLAMABLES INSTALADAS EN LOCALES CERRADOS (ver párrafo 3.1.8)

- 2.6.4 Para los propósitos de esta norma las bombas que manejan líquidos inflamables cuyos vapores son más ligeros que el aire (densidad menor al 75 % que la del aire), deben tratarse de igual manera que las compresoras (ver párrafo 2.14).
- 2.7 Áreas peligrosas en las bombas, dispositivos de vaciado, medidores y otros dispositivos similares.
- 2.7.1 Cuando las bombas, dispositivos de vaciado, medidores y otros dispositivos similares para líquidos volátiles inflamables se encuentran instalados en lugares a la intemperie s.n.p.t., se considera que existe un área peligrosa de la División 2 hasta una distancia de 1 m en todas direcciones a partir de la superficie exterior de la fuente de peligro además de un área de la misma división que se extender horizontalmente hasta 3 m de distancia de la superficie de la fuente de peligro y hasta una altura de 50 cm s.n.p.t. (fig. 4).

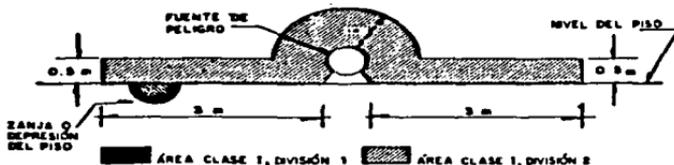


FIG. 4

ÁREAS PELIGROSAS EN LAS BOMBAS, DISPOSITIVOS DE VACIADO, MEDIDORES Y OTROS DISPOSITIVOS SIMILARES DE LÍQUIDOS INFLAMABLES EN LAS TERMINALES Y AGENCIAS DE VENTAS INSTALADOS EN LUGARES A LA INTEMPERIE

- 2.7.2 Cuando las fuentes de peligro descritas en el inciso anterior se encuentren instaladas dentro de locales libremente ventilados, deber considerarse que existe un área peligrosa de la División 2 hasta una distancia de 1,5m en todas direcciones a partir de la superficie exterior de la fuente de peligro, además de un área de la misma división que se extender horizontalmente hasta 9 m de distancia dentro del local, contados a partir de la fuente de peligro y hasta una altura de 1 m s.n.p.t. Cuando la pared del edificio se encuentra a menos de 8 m de la fuente de peligro ya mencionada, esta limitará el área peligrosa siempre que sea totalmente cerrada y no se comunique por ningún modo al exterior, ya que de ocurrir así, deberá prolongarse el área de la División 2 fuera del edificio, hasta una distancia horizontal de 6 m a partir de la fuente de peligro y una altura de 50 cm s.n.p.t., aunque esta prolongación no debe alcanzar una distancia horizontal mayor de 3 m a partir de la comunicación (fig. 5).

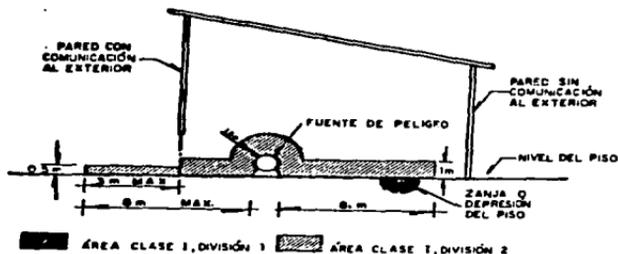


FIG. 5
 ÁREAS PELIGROSAS EN LAS BOMBAS, DISPOSITIVOS DE VACIADO, MEDIDORES Y OTROS DISPOSITIVOS SIMILARES DE LÍQUIDOS INFLAMABLES EN LAS TERMINALES Y AGENCIAS DE VENTAS INSTALADOS EN LOCALES LIBREMENTE VENTILADOS

- 2.7.3 Cuando estas mismas fuentes de peligro se encuentren instaladas dentro de locales cerrados, o con mala ventilación, deber considerarse que existe un área peligrosa de la División 2 en todo el interior del local. Las paredes del local limitaran el área peligrosa siempre que sean totalmente cerradas y no se comuniquen por ningún medio al exterior, ya que de hacerlo deber prolongarse el área de la División 2 fuera del local hasta una distancia horizontal de 3 m de la pared con comunicación al exterior y hasta una altura de 50 cm s.n.p.t. (fig. 6) ver parrafo 2.21.7

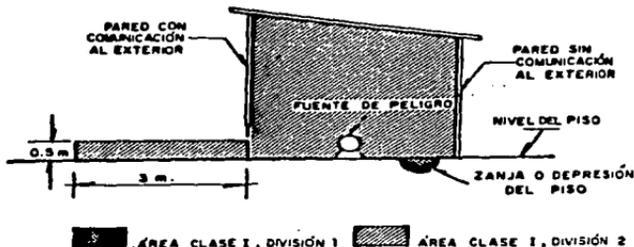


FIG. 6

ÁREAS PELIGROSAS EN LAS BOMBAS, DISPOSITIVOS DE VACIADO, MEDIDORES Y OTROS DISPOSITIVOS SIMILARES DE LÍQUIDOS INFLAMABLES EN LAS TERMINALES Y AGENCIAS DE VENTAS INSTALADOS EN LOCALES CERRADOS

- 2.6** Áreas peligrosas en los cabezales, múltiples (manifolds) y medidores de líquidos inflamables.
- 2.6.1** Deber considerarse que alrededor de los cabezales, múltiples y medidores (a menos que sean totalmente soldados) existen las mismas áreas peligrosas descritas en los incisos 2.25, 2.26 y 2.27, según sea el caso.

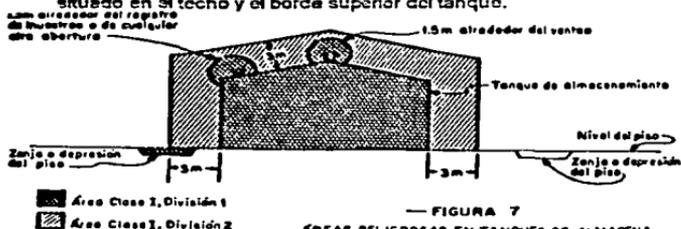
2.9 Áreas peligrosas en tanques de almacenamiento.

2.9.1 Tanques de Almacenamiento Instalados Directamente Sobre el Suelo.

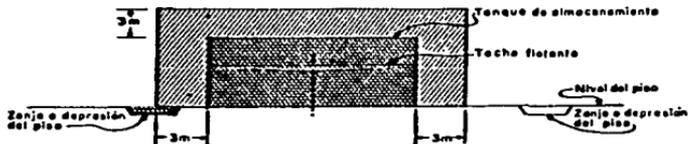
2.9.1.1 En los tanques de almacenamiento a presión atmosférica instalados directamente sobre el suelo (no elevados), que contengan líquidos inflamables, se considerarán que existen las siguientes áreas peligrosas:

a) Tanques sin muro de contención (fig. 7 y 8):

- 1) Desde la superficie exterior del tanque hasta una distancia de 3 m en todas direcciones, se considerará como área de la División 2.
- 2) Cualquier registro abierto, venteo o boca abierta del tanque, dará origen a un área de la División 1, hasta una distancia de 1.5 m en todas direcciones.
- 3) Pertenece también a la División 1, todo el interior del tanque, y en el caso de los tanques de techo flotante, además del interior, el volumen situado en el techo y el borde superior del tanque.



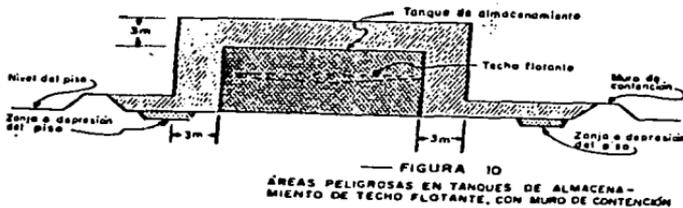
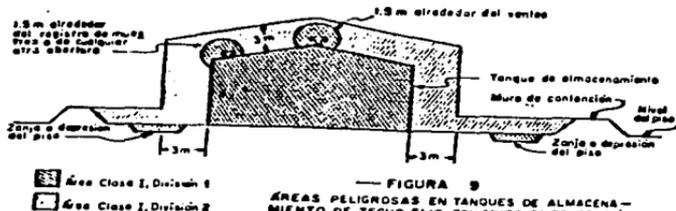
— FIGURA 7
ÁREAS PELIGROSAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE TECHO FIJO, SIN MURO DE CONTENCIÓN



— FIGURA 8
ÁREAS PELIGROSAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE TECHO FLOTANTE SIN MURO DE CONTENCIÓN

b) Tanques con muro de contención (fig. 9 y 10):

- 1) Se consideraran peligrosas todas las áreas descritas en el inciso (a) anterior.
- 2) Además, se considerará como área de la División 2 en cualquier plano vertical, toda el área situada dentro del muro de contención desde el nivel del piso hasta la altura del muro.



2.9.2 Tanques de almacenamiento elevados.

2.9.2.1 En los tanques de almacenamiento elevados, que contengan productos inflamables, se considerará que existen las siguientes áreas peligrosas (fig. 11):

- 1) Cualquier registro abierto, ventoo o respiradero del tanque, dara origen a un area de la Division 1, hasta una distancia de 1.5 m en todas direcciones.
- 2) Se considerará como área de la División 2, el espacio comprendido desde la superficie exterior del tanque hasta una distancia de 3m en todas direcciones, debiendo además prolongarse el área peligrosa en el plano vertical hasta el n.p.t.
- 3) Cuando el tanque cuente con muro de contención, se considerará como área de la División 2 en cualquier plano vertical, toda el area situada dentro del muro de contención desde el nivel del piso hasta la altura del muro.

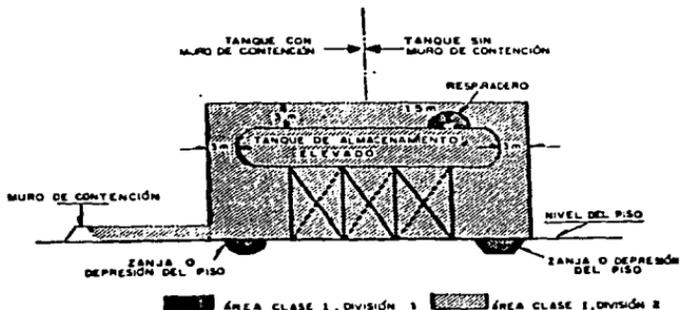


FIG. 11

ÁREAS PELIGROSAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO ELEVADOS

2.9.3 Tanques de almacenamiento subterráneos.

2.9.3.1 En los tanques de almacenamiento subterráneos de productos inflamables, se considerará que existen las siguientes áreas peligrosas:

- 1) Un área de la División 2 hasta una distancia de 1.5 m en todas direcciones a partir de los puntos de posible escapes de los sistemas de llenado o vaciado de los tanques subterráneos, que se proyectará en el plano vertical hasta el nivel del piso (fig. 12). Esta área de la División 2 se extender además horizontalmente hasta 8 m de distancia de la fuente de peligro y hasta una altura de 50 cm sobre el piso.

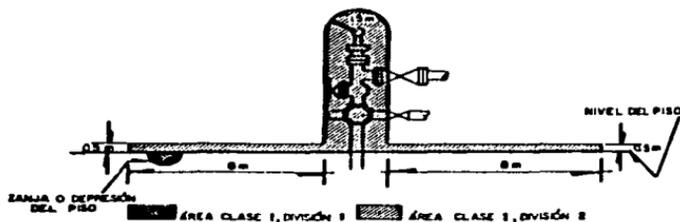


FIG. 12

ÁREAS PELIGROSAS EN LOS SISTEMAS DE LLENADO Y VACIADO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO SUBTERRÁNEOS

- 2) Alrededor de las bocas de respiración de los tanques subterráneos, se considerará que existe un volumen esférico de la División 1 de 1 m de radio, encerrado en otra esfera de la División 2 de 1.5 m de radio (fig. 13). Cuando el tubo de ventilación no descargue hacia arriba, el volumen cilíndrico que se extiende hasta el suelo donde las esferas mencionadas, pertenecerá a la División 2. El área poligonal no se prolongará más allá de las paredes que no tengan aberturas.

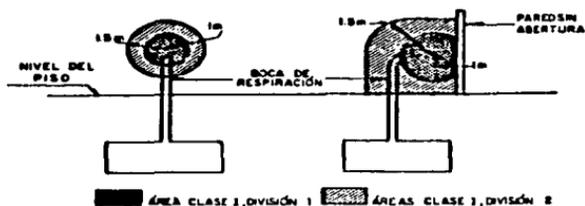


FIG. 13

ÁREAS PELIGROSAS EN LOS TANQUES SUBTERRÁNEOS

2.10 Áreas peligrosas en llenaderas y descargaderas de autos tanque y carros tanque
(Fig. 14).

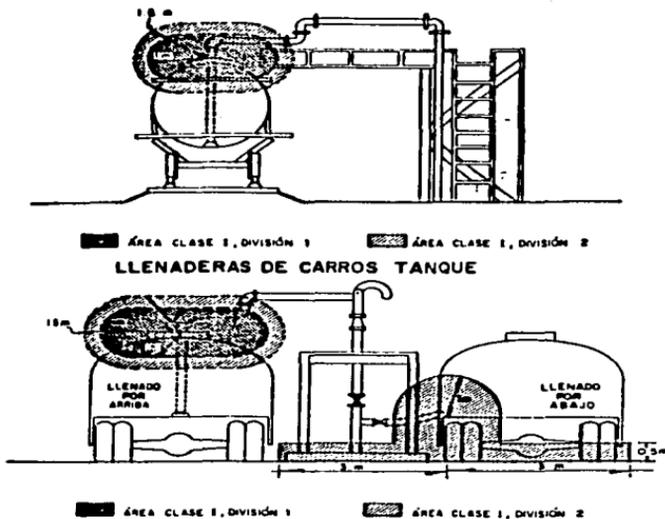


FIG. 14

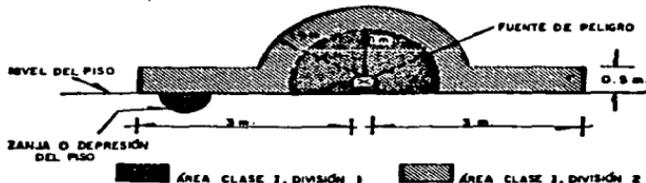
ÁREAS PELIGROSAS EN LLENADERAS Y DESCARGADERAS
DE CARROS TANQUE Y AUTOS TANQUE
LLENADERAS DE AUTOS TANQUE

2.10.1 En el caso de las operaciones de llenado y vaciado de líquidos o gases inflamables, en autos tanque y carros tanque en sitios libremente ventilados, se consideraran áreas peligrosas en cualquier plano vertical, las siguientes:

- a) Cuando las operaciones se realicen por la parte superior del tonel, existirá un área circular de la División 1 de 1 m de radio alrededor de los registros o respiraderos abiertos, encerrada dentro de otra área de la División 2 de 1.5 m de radio alrededor de dichos registros.
- b) Cuando las operaciones de carga o descarga se hagan por el fondo por medio de conexiones fijas, o bien para operaciones de carga con el domo cerrado y respiradero al aire libre o con sistema de recuperación de vapores, se considerará que existe un área circular de la División 2 de 1 m de radio alrededor de dichas conexiones. En el caso de carga o descarga por el fondo, deberá agregarse un área de la División 2 que llegara horizontalmente hasta una distancia de 3 m de la conexión y hasta una altura de 50 cm s.n.p.t.

2.11 Áreas peligrosas en llenaderos de recipientes portátiles o tambores.

2.11.1 En sitios libremente ventilados o en lugares interiores con ventilación mecánica de presión positiva en que se trasvasan líquidos volátiles inflamables a recipientes portátiles o tambores, se considerará que existe un área de la División 1 alrededor de los respiraderos o bocas de llenado hasta una distancia de 1 m en todas direcciones, más un área de la División 2 que llegará hasta una distancia de 1.50 m en todas direcciones, a partir de dichas bocas. Deberá agregarse un área de la División 2 de 50 cm de altura s.n.p.t., que se extienda horizontalmente hasta 3 m de distancia de la boca o respiradero (fig. 15).



- 2.11.2 Cuando el trasvase o llenado se haga dentro de un local cerrado que carezca de medios mecánicos seguros de ventilación positiva, se considerará todo el interior del local perteneciente a la División 1 (fig. 16).

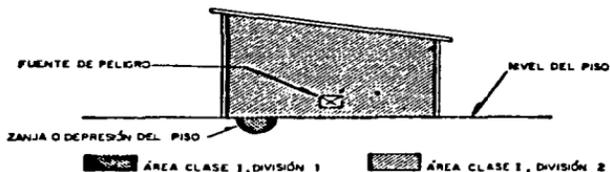
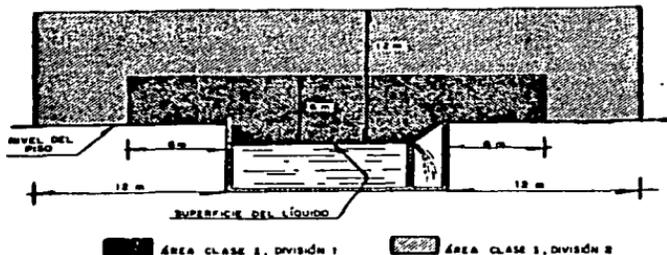


FIG. 16

ÁREAS PELIGROSAS EN LLENADERAS DE RECIPIENTES PORTÁTILES O TAMBORES EN LOCALES CERRADOS SIN VENTILACIÓN MECÁNICA

- 2.12 Áreas peligrosas en las trampas recuperadoras de hidrocarburos.

- 2.12.1 En las trampas recuperadoras de hidrocarburos se considerará que existe un área de la División 1 hasta una distancia de 6 m en todas direcciones, a partir de la superficie del líquido rodado de otra área perteneciente a la División 2 que llegar hasta 12 m de dicha superficie (fig. 17).



ÁREAS PELIGROSAS EN LAS TRAMPAS RECUPERADORAS DE HIDROCARBUROS

FIG. 17

- 2.13 **Áreas peligrosas en garages de estacionamiento y reparación para autos tanque.**
- 2.13.1 Deber considerarse que en estos locales existe un área de la División 2 en todo el interior del local y hasta una altura de 50 cm s.n.p.t.
- 2.14 **Áreas peligrosas en las compresoras de los ductos de transporte.**
- 2.14.1 Cuando las compresoras se encuentren instaladas dentro de locales cerrados, o con a la ventilación, se considerará todo el interior del local perteneciente a la División 1.
- 2.14.2 Cuando las compresoras se encuentren instaladas en lugares a la intemperie s.n.p.t., se considerará que existe un área peligrosa de la División 2 hasta una distancia de 3 m en todas direcciones a partir de la superficie exterior de la compresora (fig. 18).



FIG. 18

ÁREAS PELIGROSAS EN COMPRESORAS INSTALADAS A LA INTEMPERIE

2.14.3 Cuando las compresoras se encuentren instaladas en el interior de locales formados exclusivamente por un techo y las estructuras que lo sostienen (sin paredes), se considerara que existe un area de la Division 2 en todo el interior del local (fig. 19).

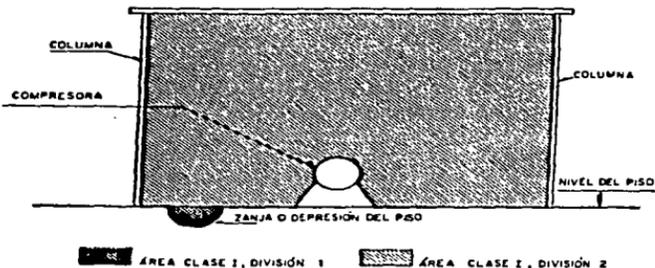


FIG. 19
ÁREAS PELIGROSAS EN COMPRESORAS INSTALADAS EN ESTRUCTURAS
TECHADAS SIN PAREDES, LIBREMENTE VENTILADAS

2.14.5 Cuando la casa de compresoras tenga un cuarto de control anexo, pero separada de la misma por una pared, el interior del cuarto de control, podrá clasificarse como no peligroso, siempre y cuando cuente con un sistema de ventilación mecánico de presión positiva, protegido contra fallos del sistema de ventilación (fig. 21).

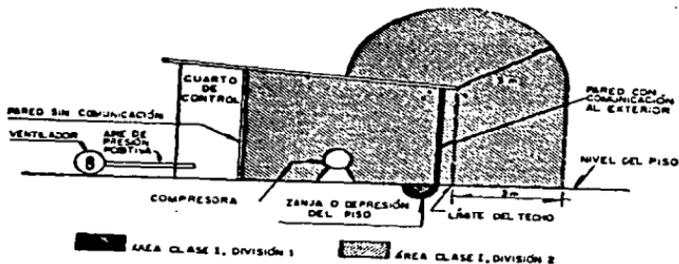


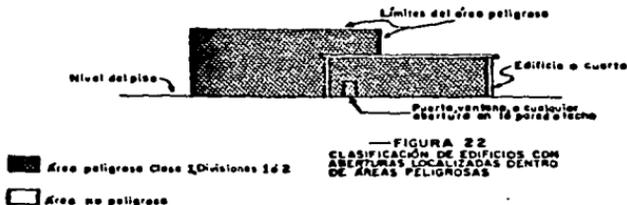
FIG. 21
 ÁREAS PELIGROSAS EN COMPRESORAS INSTALADAS EN LOCALES
 LIBREMENTE VENTILADOS CON CUARTO DE CONTROL ANEXO
 CON VENTILACIÓN DE PRESIÓN POSITIVA

- 2.15 Areas peligrosas en las instalaciones de compresión.**
- 2.15.1** Cuando se use un sótano o cualquier local subterráneo para alojar equipo auxiliar de proceso, trincheras de tuberías de proceso, etc. se considerará perteneciente a la División 1 la totalidad del local subterráneo o sótano.
- 2.15.2** Los locales cerrados en los que se localice equipo auxiliar de proceso, deberán clasificarse como pertenecientes a la División 1, a menos que tenga ventilación adecuada (fig. 18).
- 2.15.3** Los equipos de enfriamiento con serpentines de gas se clasificarán de igual manera que el equipo mencionado en los incisos y, según sea el caso (fig. 18).
- 2.15.4** Las áreas peligrosas de los sistemas de medición, estaciones reguladoras y múltiples que no sean totalmente soldados, serán las mismas que se han mencionado en los incisos según sea el caso (fig. 18 a 21).

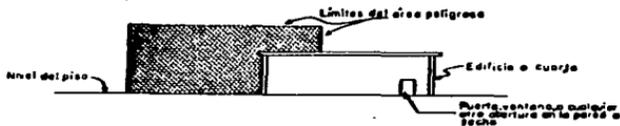
2.16 Áreas peligrosas en edificios.

2.16.1 Cuando los edificios tales como cuartos de control, cuartos de equipo eléctrico, oficinas, laboratorios, etc., se localicen dentro de las áreas consideradas como peligrosas, y no sean síos libremente ventilados deberán clasificarse de la manera siguiente:

- a) Cuando una puerta, ventana o cualquier otra abertura en la pared o techo del edificio, quede localizada total o parcialmente dentro del volumen atmosférico considerado como peligroso todo el interior del cuarto o edificio se considerará también peligroso y pertenecerá a la misma División a que pertenezca el volumen atmosférico exterior peligroso (fig. 22).



- b) Cuando no existan puertas, ventanas, ni aberturas en las partes del techo y paredes localizadas dentro del volumen atmosférico considerado como, todo el interior del cuarto o edificio se clasificar como no peligroso (fig. 23).



— FIGURA 23
CLASIFICACIÓN DE EDIFICIOS SIN
ABERTURAS LOCALIZADAS DENTRO
DE ÁREAS PELIGROSAS

2.17 Areas peligrosas en surtidores para el despacho de gasolina.

2.17.1 Cuando en las instalaciones de Pemex existan surtidores para el despacho de gasolina de sus vehículos, éstos deberán cumplir con lo establecido al respecto en la **Norma de Seguridad Pemex A1-3 " Protección Contra incendio de las Estaciones de Servicio".**

2.18 **Certificación para clases y propiedades (NOM-001-SEMP-1994).** Según la norma **NOM-001-SEMP-1994, Artículo 500-3 inciso (c), los equipos deben ser certificados no solo para la clase de lugar, sino también para las propiedades explosivas, combustibles o inflamables del gas específico, vapor, polvo, fibra o partículas en suspensión que estén presentes. Además, el equipo Clase I no debe tener ninguna superficie expuesta que opere a una temperatura que exceda de la temperatura de ignición del gas específico o vapor.**

El equipo Clase II no debe tener una temperatura más alta que la especificada en la sección 500-3(f).

El equipo Clase III no debe exceder las temperaturas máximas superficiales especificadas en la sección 503-1.

El equipo certificado para un lugar clasificado como División 1 puede ser instalado en un lugar clasificado como División 2 de la misma clase y grupo.

Los equipos de uso general, o los equipos en envoltorios de uso general permitidos en los artículos 501 al 503, se pueden instalar en lugares División 2, si el equipo, bajo condiciones normales de operación no constituye una fuente de ignición.

A menos que se especifique, otra cosa, se debe asumir que las condiciones normales de operación para motores se valoran como condiciones constantes a plena carga.

Cuando hay o pueda haber gases inflamables o polvos combustibles al mismo tiempo, la presencia simultánea de ambos debe considerarse en el momento de determinar la temperatura segura de funcionamiento del equipo eléctrico.

nota: Las características de las distintas mezclas atmosféricas de gases, vapores y polvos dependen del material específico involucrado.

2.19 Marcado (NOM-001-SEMP-1994).

Según la norma NOM-001-SEMP-1994, Artículo 500-3 inciso (d), los equipos certificados se deben marcar para indicar la clase, el grupo y la temperatura de operación o rango de temperatura con referencias a una temperatura ambiente de 40°C. En caso de que se proporcione el rango de temperatura de operación del equipo, éste debe ser indicado por medio de los números de identificación, como se muestra en la tabla 500-3(d).

El equipo certificado para Clase I y Clase II debe estar marcado con la temperatura máxima segura de operación, que se determina por medio de la exposición simultánea a las combinaciones de las condiciones Clase I y Clase II.

Excepción 1 Los equipos de tipo no productor de calor, tales como cajas de conexiones, tuberías y sus accesorios, y el equipo productor de calor cuya máxima temperatura no excede los 100 °C no es necesario que se les marque la temperatura de operación o el rango de temperatura.

Excepción 2 Los equipos de alumbrado marcados para ser usados solamente en Lugares Clase I, División 2, o Clase II, División 2, no requieren ser marcados para indicar su grupo.

Excepción 3 Equipos de tipo fijo para uso general en lugares de Clase I, diferentes a los equipos de alumbrado fijos que se aceptan para uso en lugares de Clase I, División 2, no requieren marcarse con Clase, Grupo, División o temperatura de operación.

Excepción 4 Equipos de tipo fijo herméticos al polvo, diferentes a las luminarias fijas, aceptados para usarse en lugares Clase II, División 2 y Clase III, no requieren ser marcadas con la Clase, Grupo, División o temperatura de operación.

TABLA 500-3(d). NUMEROS DE IDENTIFICACION.

Temperatura Máxima		Número de
Grados C	Grados F	Identificación
450	842	T1
300	572	T2
280	538	T2A
260	500	T2B
230	446	T2C
215	413	T2D
200	392	T3
180	356	T3A
165	329	T3B
160	320	T3C
135	275	T4
120	248	T4A
100	212	T5
85	185	T6

Nota: Debido a que no existe una relación consistente entre las propiedades de explosión y la temperatura de ignición ambas propiedades son requisitos independientes.

2.20 Selección del equipo eléctrico

2.20.1 Como medida de seguridad, el equipo eléctrico debe instalarse siempre que sea posible fuera de las áreas peligrosas.

Cuando por ser indispensable, el equipo o las instalaciones eléctricas quedan localizados dentro de las áreas peligrosas de la Clase I, Divisiones 1 ó 2, deberán estar de acuerdo con lo que se especifica para cada uno de ellos en este capítulo.

Para los fines de esta norma, el equipo a prueba de explosión es aquel que se encuentra encerrado en un compartimiento capaz de soportar una explosión de gas o vapor inflamable que pueda ocurrir en su interior, evitando la ignición de la atmósfera inflamable que lo rodea en el exterior enfriando las chispas o gases que salgan, y además construido de manera que la temperatura exterior que alcance no pueda encender la atmósfera inflamable circundante.

2.20.2 Equipo e Instalaciones Eléctricas en Áreas Peligrosas.

El equipo e instalaciones eléctricas que se encuentren localizados dentro de las áreas peligrosas pertenecientes a la Clase I, Divisiones 1 y 2, deberán cumplir con lo que a continuación se especifica para cada caso:

2.21 Instalaciones de Fuerza y Alumbrado.

Las instalaciones de fuerza y alumbrado deberán estar de acuerdo con lo siguiente:

- 2.21.1 Ductos. Divisiones 1 y 2. Las instalaciones de fuerza y alumbrado deberán ser hechas con tubo conduit rígido metálico roscado. Tipo 2, Calidad "A", de acuerdo con la norma D.G.N.J.-16-1951. Todos los accesorios y uniones deben ser roscados para su conexión con el tubo. Las uniones roscadas deben encajar por lo menos con cinco vueltas completas de rosca. Deberá evitarse en lo posible, que los registros de los ductos subterráneos queden localizados dentro de las áreas de las Divisiones 1 y 2; pero cuando esto suceda, deberán emplearse cajas de registro a prueba de explosión.

- 2.21.2 Conexiones Flexibles. Donde sea necesario emplear conexiones flexibles, como en las terminales de motores, estarán de acuerdo con lo siguiente:

- a) División 1 Los tubos y accesorios flexibles deberán ser a prueba de explosión.
- b) División 2 Los tubos y accesorios flexibles deberán ser metálicos, o bien podrá usarse cable "para uso rudo" que posea conductor de tierra.

- 2.21.3 Cajas de Conexiones. Las cajas de conexiones empleadas estarán de acuerdo con lo siguiente:

a) División 1 Las cajas de conexiones deberán ser del tipo a prueba de explosión.

b) División 2 Las cajas de conexiones deberán ser del tipo a prueba de vapor.

2.21.4 Sellos. Para impedir el paso de gases, vapores o flamas a través de la tubería, deberán instalarse sellos apropiados que cumplan con lo siguiente:

a) División 1 Deberán instalarse sellos:

1) En todos los tubos que se conecten a cajas que contengan dispositivos capaces de producir arcos, chispas o altas temperaturas. Los sellos deben instalarse lo más cerca posible de las cajas, a una distancia máxima de 50 cm de las mismas. Entre la caja del dispositivo y el sello no debe existir ninguna otra caja o dispositivo similar.

2) En cada tramo de tubo de 51 mm o más de diámetro que se conecte a cajas donde haya terminales, derivaciones o empalmes. El sello debe instalarse a una distancia máxima de 50 cm de la caja.

3) En todos los tubos que salgan del área de la División 1, en el límite de ésta.

b) División 2. Deberán instalarse sellos:

1) En todos los tubos que se conecten a cajas que por su localización son del tipo a prueba de explosión y que contengan dispositivos capaces de producir arcos, chispas o altas temperaturas. Los sellos deben instalarse lo más cerca posible de las cajas, a una distancia máxima de 50 cm de las mismas. Entre la caja del dispositivo y el sello no debe existir ninguna otra caja o dispositivo similar.

2) En cada tramo de tubo de 51 mm o más de diámetro que se conecte a cajas donde haya terminales, derivaciones o empalmes, que por su localización requieren ser a prueba de explosión. El sello debe instalarse a una distancia máxima de 50 cm de la caja.

3) En todos los tubos que pasen del área de la División 2 a una zona no peligrosa, en el límite que las separa.

C) Divisiones 1 y 2. En los dispositivos de sello no deberán hacerse empalmes ni derivaciones. El compuesto sellador deber ser el apropiado para este fin, no deberá ser afectado por la atmósfera o los líquidos que lo rodeen y tendrá un punto de fusión de 93 °C como mínimo. El espesor del compuesto sellante deberá ser por lo menos igual al diámetro de la tubería, pero en ningún caso menor de 10 mm. En los dispositivos en que el sello forma parte integral de los mismos, no es necesario que se instalen los sellos especificados anteriormente.

2.21.5 Receptáculos o Contactos y Clavijas Divisiones 1 y 2.

Los receptáculos o contactos para tomas de corriente de alumbrado y de fuerza, así como las clavijas que se conecten a ellos deberán ser del tipo a prueba de explosión y contar con un medio para conectar el conductor de tierra del cable.

2.21.6 Lámparas Fijas de Alumbrado. Las lámparas fijas de alumbrado deberán cumplir con lo siguiente:

- a) División 1 Deberán ser del tipo a prueba de explosión y deberán tener claramente marcada la potencia máxima del foco que puede emplearse. Dependiendo de su ubicación, las lámparas deberán protegerse contra daños físicos por medio de rejillas apropiadas, en los casos en que así se juzgue necesario.
- b) División 2 Deberán ser del tipo a prueba de vapor, excepto cuando puedan alcanzar bajo condiciones normales de operación temperaturas en su exterior que excedan al 80 % de la temperatura de ignición del gas o vapor inflamable que las rodea, en cuyo caso deberán protegerse contra daños físicos por medio de rejillas apropiadas en los casos en que así se juzgue necesario.

2.21.7 Motores y Generadores. Los motores y generadores eléctricos deberán estar de acuerdo con lo siguiente:

a) División 1 Los equipos eléctricos rotatorios como motores y generadores deberán ser del tipo a prueba de explosión, o bien del tipo totalmente cerrado con ventilación de presión positiva tomada de una fuente de aire libre de gases y con descarga a un área segura, con un arreglo tal que permita que el motor se energice únicamente si previamente se ha establecido la ventilación y se han renovado por lo menos diez volúmenes de aire y se desenergice automáticamente al faltar la ventilación; pudiendo también usarse los del tipo totalmente cerrado con gas inerte en el interior.

b) División 2 Los equipos eléctricos rotatorios como motores y generadores que tengan conmutador o anillos deslizantes, interruptores o resistencias, deberán ser del tipo a prueba de explosión, a menos que estos dispositivos se encuentren dentro de cajas de este tipo. Los motores y generadores que no contengan ninguno de los dispositivos anteriores, tales como los motores de inducción de jaula de ardilla, podrán ser abiertos o de cualquier otro tipo cerrado que no sea a prueba de explosión.

2.22 Interruptores, Tableros de Alumbrado, Arrancadores de motores, Motores, Fusibles y Equipos de Control, Medición y Protección Estos equipos deberán cumplir con lo siguiente:

a) División 1 Los interruptores manuales y automáticos, tableros de alumbrado, arrancadores de motores, fusibles y equipos de control, medición y protección, deberán instalarse dentro de compartimientos del tipo a prueba de explosión.

b) División 2 Los interruptores manuales y automáticos, tableros de alumbrado, arrancadores de motores, fusibles y equipos de control, medición y protección, y demás equipo eléctrico que cuente con contactos y dispositivos destinados a interrumpir el paso de la corriente eléctrica, deberán ser del tipo a prueba de explosión, a menos que la interrupción de la corriente ocurra dentro de una

cámara herméticamente cerrada que impida la entrada de gases y vapores, o los contactos y dispositivos que interrumpen la corriente se encuentren sumergidos en aceite.

2.23 Transformadores y Condensadores. Los transformadores y condensadores deberán estar de acuerdo con lo siguiente:

- a) **División 1** Los transformadores y condensadores deberán ser del tipo a prueba de explosión y no deberán contener en su interior líquidos combustibles.
- b) **División 2** Los transformadores y condensadores instalados a la intemperie, deberán estar dentro de cajas a prueba de intemperie. Los interruptores y demás dispositivos de control y protección de los transformadores destinados a interrumpir el paso de la corriente eléctrica, deberán instalarse dentro de cajas a prueba de explosión.

2.24 Resistencias. Las resistencias deberán cumplir con las siguientes especificaciones:

- a) **División 1** Las resistencias que sea necesario instalar en cualquier dispositivo, deberán estar encerradas en cajas del tipo a prueba de explosión, de diseño adecuado para este fin.
- b) **División 2** Las resistencias que sea necesario instalar en cualquier dispositivo, deberán estar encerradas en cajas del tipo a prueba de explosión, adecuadas para este fin, a menos que la máxima temperatura de cualquier superficie expuesta no exceda el 80 % de la temperatura de ignición del gas o vapor inflamable que las rodea.

2.25 Extensiones de Alumbrado. Divisiones 1 y 2. Las extensiones de alumbrado deberán ser del tipo a prueba de explosión y consistirán de una lámpara de este tipo con una rejilla que la proteja de daño físico, una clavija también a prueba de explosión con medios para conectar el conductor de tierra del cable, y un cable blindado o cable "para uso rudo" que contenga además de los conductores

del circuito, un conductor de tierra para conectar las partes metálicas no conductoras de corriente de la lámpara y de la clavija; debiendo contar el cable en la entrada a estas últimas con sellos y con abrazaderas u otros medios apropiados que soporten los conductores para impedir que se ejerza tensión mecánica en las conexiones terminales.

- 2.26 Equipo Portátil. Divisiones 1 y 2.** Los equipos eléctricos portátiles, máquinas eléctricas de soldar, calentadores y estufas eléctricas, deberán situarse para que trabajen fuera de las áreas peligrosas, a menos que sean del tipo a prueba de explosión. Cuando se conecten a receptáculos localizados dentro de las áreas peligrosas, la clavija y el cable de alimentación deberán estar de acuerdo con lo especificado para las extensiones de alumbrado.
- 2.27 Sistemas Eléctricos de Señales, Alarma, Control Remoto y Comunicaciones.** Estos sistemas deberán estar de acuerdo con lo siguiente:
- a) **División 1** Todos los aparatos y equipos de los sistemas eléctricos de señales, alarma, control remoto y comunicaciones, deberán ser del tipo a prueba de explosión y la instalación de estos sistemas deberá cumplir con lo especificado para las instalaciones de fuerza y alumbrado.
 - b) **División 2** Todos los aparatos y equipos de los sistemas eléctricos de señales, alarma, control remoto y comunicaciones, que cuenten con contactos destinados a interrumpir el paso de la corriente eléctrica, deberán ser del tipo a prueba de explosión, a menos que los contactos de interrupción se encuentren sumergidos en aceite o dentro de cámaras herméticamente cerradas que impidan la entrada de los gases o vapores del exterior. La instalación de estos sistemas deberá cumplir con lo especificado para las instalaciones de fuerza y alumbrado.
- 2.28 Partes Vivas. Divisiones 1 y 2.** Dentro de las áreas de las Divisiones 1 y 2, no deben existir partes eléctricas "vivas" al descubierto.

- 2.29 Conexiones a Tierra. Divisiones 1 y 2.** En las áreas peligrosas de las Divisiones 1 y 2 las partes metálicas descubiertas no conductoras de corriente de los equipos, tales como carcazas de motores, cajas de interruptores, bastidores, gabinetes, etc. deberán ser conectadas a tierra adecuadamente.
- 2.30 Conductores con partes calientes.** Dentro de las áreas de las Divisiones 1 y 2, cuando se juzgue que los líquidos o condensaciones de vapores inflamables pueden depositarse sobre o ponerse en contacto con el aislante de los conductores, el aislante deberá ser apropiado para esas condiciones o deberá estar protegido por una cubierta de plomo o por medios similares.

CAPITULO III APLICACION DE EQUIPOS Y MATERIALES

CAPITULO III APLICACION DE EQUIPOS Y MATERIALES

Un proyecto eléctrico puede ser tan extenso y completo como lo requieran las condiciones señaladas en el alcance acordado entre las partes que convienen dicho proyecto (dueño cliente" y el contratista "proveedor"). Pero en general es factible señalar y enumerar los requerimientos y especificaciones que deben cumplir como mínimo, las condiciones particulares de los elementos, equipos, materiales, mano de obra y pruebas que intervienen en la realización del proyecto.

Existe dentro de la normatividad de PEMEX la norma Especificación General GS-E001 "BASES DE DISEÑO ELECTRICAS", soportadas por las normas internacionales IEEE, IEC, ANSI, NEMA, NEC Y IPCEA.

La cual cubre los requerimientos generales para el diseño de las instalaciones eléctricas y debe de proveer las características siguientes:

- a Seguridad al personal, equipo e instalaciones
- b Seguridad y confianza en el servicio
- c Comodidad y facilidad en el mantenimiento
- d Conveniencia y facilidad en la operación

Todo equipo eléctrico debe ser apropiado para el medio ambiente en que se instale.

Los equipos, materiales e instalación de los mismos se enumeran en los incisos siguientes, lo cual son las condiciones mínimas que deben de observarse en su aplicación a un proyecto eléctrico, clasificado como "Áreas Peligrosas". Esto es que de ninguna manera delimita a cantidad y calidad, de los equipos, materiales, mano de obra y pruebas que puedan señalar las especificaciones y alcances de cualquier proyecto.

3.- Suministro y Sistemas de Potencia

3.1 Número de Alimentadores.

- 1) 13.8 Kilo Volts (Kv).

2) Contemprar dos buses

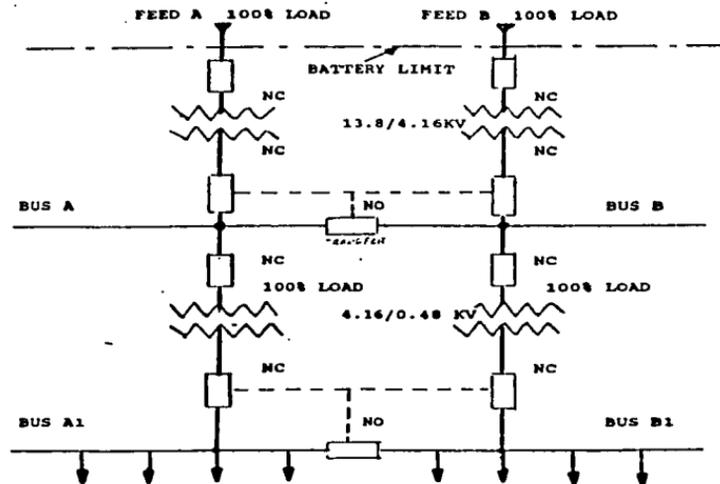
3.2 Sistemas de Alimentacion.

Los sistemas de alimentacion electrica, deben contar con dos transformadores de voltaje medio (13.8/4.16 Kv). 13.8 Kv en el lado primario del transformador (desde el interruptor del circuito de llegada) y 4.16 Kv en el lado secundario del transformador (al interruptor del bus de enlace).

3.3 Sistemas de Soporte.

Cada transformador de voltaje medio (13.8/4.16 Kv) debe tener la capacidad para poder alimentar a ambos buses.

Los transformadores de bajo voltaje (4.16/0.48 Kv) deben proveer y soportar a los sistemas combinados, y deben hacer la funcion similar que los transformadores de voltaje medio (ver fig. 3.3).



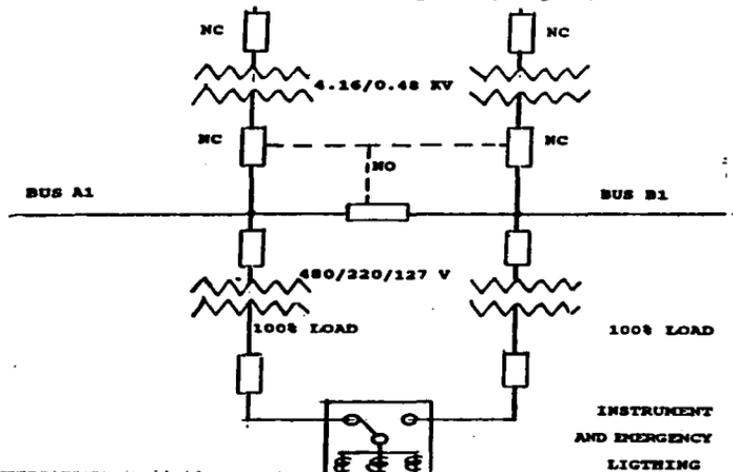
3.4 Sistema de Transferencia.

Durante la operación normal de los alimentadores eléctricos, los conductores de los dos alimentadores del circuito de 13.8 Kv y 4.16 Kv llegarán al interruptor en la posición normalmente cerrada.

El interruptor del bus de en face de 4.16 Kv, en la posición normalmente abierta.

En caso de fallar la potencia en uno de los dos circuitos alimentadores de 4.16 Kv, la falla es detectada con un relevador de bajo voltaje, los conductores de alimentación de la falla, conectados en la posición normalmente abierta, deben quedar conectados en el bus de enlace en la posición normalmente cerrada, automáticamente en un segundo.

El sistema de transferencia para bajo voltaje, es el mismo que debe de funcionar para un sistema de alto voltaje, sin embargo el tiempo de transferencia debe ser menor de 1.8 segundos. (ver fig. 3.4).



El dispositivo de reposición debe ser operado manualmente, cuando la falla en la potencia es restablecida.

Los sistemas de transferencia automática, deben estar provistos con un dispositivo de bloqueo, para evitar correr el riesgo de interrumpir la energía de alimentación.

3.5 Importancia de los sistemas de potencia.

3.6 Los sistemas de distribución de voltaje medio (13.8/4.16 Kv) deben estar conectados a una resistencia puesta a tierra.

Los sistemas de distribución de bajo voltaje (480 V) deben tener el neutro flotante.

3.7 Los capacitores deben de instalarse siempre que se requieren para mejorar el factor de potencia cuando este por abajo del 90 %.

4.- Cuarto Eléctrico

4.1 El cuarto eléctrico debe estar localizado si es posible en el centro de las cargas eléctricas, el edificio debe ser construido a prueba de fuego y debe de tener sótano, debiendo utilizar dentro del cuarto eléctrico, charolas para ordenar los cables conductores a los centros de control de motores, en el sótano deben de haber dos entradas, rampa y escalera marina, con detector de señales de humo en el cuarto de control de operación y en el sótano. El piso del sótano debetener una inclinación en la esquina opuesta de la rampa de acceso y también debe de haber un pozo de recogida (sumidero) debajo del nivel del piso con una bomba sumergible para casos de inundación, en esta esquina debe de estar localizado el segundo acceso al sótano, usando una escalera de portalón (escalera real). Por seguridad la puerta debe de ser de placa de ensamblaje o de pasador tolera. Deben instalarse extinguidores de fuego con producto

químico, deben de estar a la mano en lugares apropiados, para usar sobre el equipo eléctrico.

químico, deben de estar a la mano en lugares apropiados, para usar sobre el equipo eléctrico.

- 4.2 En general los mecanismos de control, tableros de distribución de baja y media tensión y centros de control de motores deben ser ubicados en el cuarto eléctrico. Los tableros de distribución, tableros de control y centros de control de motores deben tener graticadores en el frente. En el piso del frente de los tableros debe de haber tanmas de aislamiento para una segura operación (la rigidez dieléctrica recomendada es de 25 KV ó mas).
- Los gabinetes metálicos en el cuarto de control deben ser puestos a tierra.
- 4.3 El cuarto eléctrico debe hallarse dentro de un rea no peligrosa. El aire fresco presurizado que entra al cuarto, debe de provenir de un área clasificada como no peligrosa.
- 4.4 En el cuarto eléctrico debe de haber dos puertas (accesos) como mínimo. Una puerta debe de quedar del lado de un área no peligrosa y debe de tener el tamaño (dimensiones) para que puedan caber los equipos que se van a instalar en el cuarto eléctrico. El cuarto eléctrico puede estar localizado en las áreas de proceso de las torres de enfriamiento, y el acceso al área de los transformadores debe estar en el exterior, los cuales deben tener un cerco de alambre y un techo con cubierta de asbesto.
- 4.5 El piso del cuarto de control eléctrico debe estar mínimo 0.6 m sobre el nivel de tierra para evitar filtraciones de líquidos.
- 4.6 En los muros del cuarto eléctrico no deben de instalarse ventanas, en su lugar pueden ser bloques de vidrio localizadas en la parte inferior con persianas (en caso de contar con ventilación presurizada). En el cuarto eléctrico debe de ser instalado un tablero mimico de plástico

con el diagrama unitario susceptible de modificaciones e identificado adecuadamente.

- 4.7 Las baterías deben de instalarse en un cuarto independiente (cuarto de baterías) con la puerta (acceso) hacia el cuarto eléctrico.

Los accesorios para alumbrado del cuarto de baterías deben ser del tipo a prueba de explosión, si estas son del tipo ácido, y si se instalan baterías del tipo alcalino los accesorios no requieren ser del tipo a prueba de explosión. El proveedor debe garantizar la vida útil de las baterías con un mínimo de 20 años.

6.- Transformadores

5.1 Tipo de Transformadores

- 5.1.1 Transformador de 13.8/4.16 KV, tipo: Subestación al aire libre; instalados en áreas no peligrosas.

a) Inmersos en aceite tipo cerrado. Puede ser en aceite Pemex para transformador o similar. El aceite envasado sintético no debe ser usado. Esta prohibido en el ámbito nacional utilizarlo porque es altamente tóxico y duro de degradar.

b) OAVFA (autoenfriados / enfriado por aire forzado), 55°C/65°C.

c) Las especificaciones de pérdidas y tolerancias mecánicas (tanque, radiador, etc.), deben de ser de acuerdo a las normas IEC (Código Internacional Eléctrico); los radiadores tipo barquillo "wafer" no están aceptados totalmente.

- 5.1.2 Transformadores de 4.16/0.48 KV, tipo: subestación, aire libre; instalados en áreas no peligrosas para alimentar motores.

a) Inmersos en aceite, tipo cerrado. El aceite puede ser Pemex para transformador o similar. El aceite en envase sintético no debe ser usado. Esta prohibido en el ámbito nacional utilizarlo, porque es altamente tóxico y duro de degradar.

b) OA (autoenfriado), 55°C/65°C.

- 5.1.3 Los transformadores tipo seco se utilizan para alumbrado instrumentos y motores fraccionarios, tres fases, 60 ciclos, cuatro hilos, neutro a tierra incluidos los controles interiores de los tableros de distribución de motores de 480 Volts.
- 5.2 El devanado primario del transformador debe tener cuatro derivaciones de 2.5 % de la tensión nominal, dos arriba y dos abajo de la tensión nominal de operación, considerando la tensión nominal de 13.8 KV y 4.16 KV, controlado externamente con su conmutador, para operarse sin energía.
- 5.3 Las terminales secundarias deben estar encerradas en la caja de conexiones (garganta) del transformador. La altura máxima de construcción, debe ser usada para las terminales del primario.
- 5.4 Los transformadores de 13.8/4.16 KV, 5000 KVA o mayores deben de embarcarse sin radiador y sin aceite, presurizados con nitrógeno y con su respectivo manómetro, suministrado con aceite Pemex o similar.
- 5.5 Los transformadores deben tener los accesorios siguientes:
- 5.5.1 Placa del fabricante de acero inoxidable u otro material resistente a la corrosión.
- 5.5.2 Dos conexiones enrosque-hembra en el tanque para conexión a tierra tipo "B" de acuerdo al IEC.
- 5.5.3 Termómetros de varilla tipo alcohol para transformadores menores de 500 KVA.
- 5.5.4 Transformadores de 500 KVA en adelante deben ser equipados con termómetros tipo "cuadrante" para indicar la temperatura del líquido, con dos indicadores uno para el desplazamiento de la temperatura del aceite y el otro para el desplazamiento máximo alcanzado de la temperatura desde el último dispositivo de reposición.

5.5.5 Indicador de nivel de liquido visible para tanque y tanque conservador (transformadores de potencia).

5.5.6 Instrumentos de protección

Los transformadores de 13.8/4.16 KV y 4.16/0.48 KV deben ser suministrados (provistos) con los instrumentos siguientes:

- 1 Relevador para alarma por presión mecánica.
- 2 Relevador para alarma por temperatura de aceite.
- 3 Relevador para alarma de nivel de aceite.
- 4 Relevador tipo Buchholtz's o similar para alarma y disparo (unicamente para transformadores de 13.8/4.16 KV).

Estos instrumentos y relevadores auxiliares deben ser instalados en una caja anclada al cuerpo del transformador.

5.5.7 Otros Accesorios

5.6 Deben ser suministrados con una valvula con conexión bridada para remover el radiador con todo y tubo de aceite, cuando es conectado el radiador al cuerpo del transformador. El radiador debe ser provisto con un gancho para removerlo facilmente, para transformadores de 1000 KVA en adelante.

5.7 El arrancador del motor ventilador para aire forzado y el dispositivo de arranque automatico debe ser instalado (el relevador auxiliar) en una caja. Unicamente para transformadores de 13.8 KV o mayores.

La fuente de potencia para estos dispositivos de aire forzado debe ser de 3 fases, 3 hilos, 480 V.

5.8 La canalizacion electrica conduit debe ser aplicada para el alambrado de los instrumentos y accesorios, mencionados en los puntos 5.5.6 y 5.7, incluido el alambrado dentro de la caja, excepto el interior de la misma.

5.9 Para las características de cada concepto (especificaciones) ver la norma Pemex "Transformadores de Distribución y Potencia", No. 2.251.01 y API 500.

5.10 Inspección y Pruebas

El fabricante debe proveer tres juegos del protocolo de pruebas y un cuestionario.

Las pruebas e inspección para aceptación del equipo deben cumplir con la aplicación de las normas IEC y NEMA.

- 1 Inspección visual para la conformidad de acabados con la clasificación y especificaciones.
- 2 Relación de transformación.
- 3 Medición de la resistencia de aislamiento.
- 4 Medición de la resistencia de arrollamiento (devanados).
- 5 Secuencia de fases y prueba de polaridad.
- 6 Aplicación de potencial
- 7 Frecuencia nominal y tensión nominal en pérdidas de vacío.
- 8 Prueba de temperatura.
- 9 Prueba de rigidez dieléctrica, acidez y color del aceite.
- 10 Prueba del factor de potencia en el aislamiento.
- 11 Controles, calibres y accesorios.
- 12 Prueba de impulso.
- 13 Índice de polarización.
- 14 Prueba de presión e impermeabilidad.
- 15 Relación de eficiencia.
- 16 Corriente de excitación, tensión y frecuencia nominal.
- 17 Pérdidas en el cobre con corriente nominal e impedancia.

El fabricante debe de entregar al tiempo del embarque las pruebas siguientes:

- 1 Resistencia dieléctrica.
- 2 Factor de potencial.
- 3 Humedad residual.

6.- Tableros de Distribución de Media Tensión de 13.8 KV y 4.16 KV.

Los tableros de distribución blindados de tensión media de 13.8 KV y 4.16 KV, tipo Metal Clad (cerrados), deben ser construidos con estructura y perfiles de acero y provistos de la rigidez necesaria para ser autotransportados. Las partes fijas de la estructura de cada sección (celda) debe ser cubierta con lámina de acero, rolada en frío calibre no. 12. El material de las tapas superiores y las puertas laterales deben ser de lámina del no. 14, las bases de las secciones (celdas) deben llevar canales de hierro estructural. Las juntas deben ser selladas con neopreno. El material del gabinete debe ser tratado con sandblasteo o con metal granulado de grado comercial, limpiado químicamente con fosfato de zinc, acabado con catalizador epóxico primario, color verde claro (código ASA - 628), la construcción debe ser de acuerdo al IEC.

Los circuitos de control deben ser debidamente aislados de los circuitos de potencia con barreras de aislamiento, por lo tanto no deben existir partes expuestas. El interior de los tableros de distribución debe ser NEMA no. 1, o equivalente, con las normas de fabricación unitarias para forma de estructuras metálicas uniforme, con las puertas de enfrente desmontables (los tableros de distribución integrados no son aceptados).

La estructura de los tableros de distribución debe ser suministrada (provista) con barreras para prevenir la transferencia de gases ionizados entre compartimientos y "buses". Los tableros de distribución de 13.8 y 4.16 KV, 3 fases, 3 hilos, 60 ciclos, deben ser adecuados para operar con un nivel de aislamiento de 15 y 5 KV en operación; Deben ser diseñados, fabricados y aprobados de acuerdo con los mas recientes códigos internacionales. (es necesario disponerlos para futuros planes de expansión en ambos lados del tablero de distribución, para futuros acoplamientos).

Las barras de los buses principales y sus derivaciones, deben ser de cobre con alta conductividad electrolítica y con la adecuada medida de continuidad llevar la corriente nominal sin exceder la temperatura especificada en ANSI - C37 - 20C, u otros códigos internacionales. Los buses principales deben estar totalmente aislados con material retardante a la flama. Los puntos de unión de los buses deben ser estañados para asegurar el máximo contacto con los puntos de unión de los buses de derivación, estos últimos también deben ser estañados; el fabricante debe proveer los manuales de aplicación del aislamiento. La densidad del cobre de los buses de potencia debe de ser de 800 Amp/pulg² (1,24 Amp/mm²), y deben soportar, la misma intensidad de la falta de corriente (RMS) de la magnitud de la capacidad de los interruptores.

Los buses de los equipos de derivación deben ser al menos de la misma capacidad de la corriente nominal con respecto al interruptor.

Los buses deben resistir los esfuerzos causados por una falla de corto circuito, y el material aislante debe ser de porcelana ó resina epoxica u otro de igual o mejor calidad.

Los buses deben estar colocados a lo largo de cada unidad y deben de tener, un bus similar de tierra con una densidad decorriente no mayor de 200Amp. deben considerarse conexiones futuras por expansión en ambos lados. Para los gabinetes y elementos metálicos no energizados se debe considerar una varilla de tierra o la conexión a la red general de tierra.

Los transformadores de potencial deben ir montados por separado y poder moverse si es necesario y deben de ser provistos para conectarse en el primario, deben ser desconectados los transformadores antes de conseguir su acceso.

Cada sección (celda) del tablero de distribución (interruptoras, contactoras, etc.), deben ser provistos con el espacio suficiente para la resistencia de calentamiento, controlada con un termostato automático, dentro del interior de cada sección, por encima de la temperatura de saturación y diseñado para un voltaje nominal de operación de 220/127 volts CA. Se debe de incluir una barrera de protección (guarda) para evitar el contacto personal.

Los instrumentos de medición deben ser a prueba de polvo.

Para cada instrumento del tablero de distribución y cada cubículo (casilla) de cada interruptor debe ser provisto con su placa de datos de identificación y con su llave: el tamaño de las letras de las leyendas debe estar sujeto a la aprobación de Pemex. Las placas de identificación deben ser hechas de plástico, con letras generadas en bajo relieve: completamente en blanco todas las tabletas para conexiones, relevadores, etc. deben ser marcadas en el interior.

En el exterior corresponde (año relieve) el diagrama unifilar seccional que debe ser representado con las letras y números correspondientes mencionados interiormente.

- 6.1 El mecanismo de control usado tipo metal-cilindro (encerrado) debe ser ensamblado verticalmente, cuadro corredizo, las puertas de enfrente y la parte de atrás deben ser de lámina y con bisagras removibles.
- 6.2 El mecanismo de control debe de ser del voltaje y amperaje requeridos (continuos e interruptivos) indicados.
- 6.3 El mecanismo de control tipo gradual simple debe ser aplicado para circuitos de interrupción momentánea.
- 6.4 Todo circuito interruptivo debe ser de tres polos, un tiro, tipo magnablast SF6 ó tipo vacío, para operación en 13.8 KV y 4.16 KV, para 15 KV y 5 KV de operación, respectivamente.

Tipo removible de acuerdo al ANSI C37-08 ó al IEC-58-2, para operación eléctrica con una tensión de 125 volts CD. de operación en vacío, eléctrico Shots y mecánico. energía almacenada, operación local y remota, el cierre debe ser en forma automática (a la mano).

- 6.5 El interruptor debe tener las siguientes tres posiciones marcadas en el frente: "conectado", "prueba" y "desconectado" en la posición de prueba, abierto y cerrado el operador principal debe estar separado a una distancia pertinente, fuera de peligro.

El interruptor tiene que ser intercambiable (por otro similar).

El interruptor debe ser removible.

El compartimiento de control de cada interruptor debe ser protegido con un dispositivo desconectador, preferentemente termomagnético o cuchillas con fusible.

Cada interruptor de energía debe ser ensamblado en una sola sección y debe ser debidamente montado e instalado para evitar algún riesgo en su operación.

Los dispositivos de control adicionales (lámparas, conmutadores, botones, etc.) deben ser montados adecuadamente en el frente de los compartimientos.

Para evaluar el dispositivo de control, es necesario que el fabricante cuente con los siguientes datos para los interruptores de tensión media.

- 1 Capacidad de corriente continua (A)
- 2 Tensión nominal (KV)
- 3 Tensión máxima de diseño (KV)
- 4 Tensión de control (VCD)
- 5 Capacidad interruptiva máxima simétrica (MVA)
- 6 Capacidad de conducción de la corriente de corto circuito en tres segundos(KA)

- 7 Prueba de impulso
- 8 Prueba de baja frecuencia (KV)
- 9 Frecuencia (ciclos/cog.)
- 10 Medio dieléctrico
- 11 Fabricante
- 12 Tipo y modelo
- 13 Número de polos
- 14 Tipo de mecanismo de operación

6.6 Instrumentos y dispositivos de protección:

A.- Interruptor de 13.8 KV

- 1 Relevador de bajo voltaje
- 2 Relevador de sobrecorriente
- 3 Relevador de protección a tierra
- 4 Relevador diferencial de corriente
- 5 Los instrumentos de medición deben ser de estado sólido
- 6 Memoria RAM de 64 Kbytes, expandible a 256 Kbytes, para almacenamiento de datos
- 7 Voltaje monofásico
- 8 Corriente monofásica
- 9 Watts monofásico
- 10 Vars monofásico
- 11 Factor de corriente 3 fases
- 12 Frecuencia
- 13 Fecha, día, hora en la semana
- 14 Demanda máxima
- 15 Acumulador de tiempo con número de interrupciones
- 16 Demanda real estimada y demanda máxima, etc.

Debe ser instalado en el primario del transformador en 13.8 KV y en el

secundario del mismo en 4.16 KV en ambos alimentadores, conmutadores de medición individual.

B.- Interruptores de 4.16 KV.

- 1 Relevador de bajo voltaje
- 2 Relevador de sobrecorriente
- 3 Relevador de protección a tierra

Se deben de observar las mismas medidas arriba mencionadas en los transformadores de 4.16 KV, primario y secundario en ambos alimentadores para el mismo transformador de 430 V.

C.- Buses

- 1 Corriente nominal continua (A)
- 2 Corriente simétrica de falla que deben soportar los buses principales y de derivación (KA)
- 3 Corriente nominal del bus de tierra (A)
- 4 Densidad de corriente (Amp/Pulg²)
- 5 Material

El fabricante debe de proveerlo con su equipo de bloqueo, para evitar abrirlo cuando opera. Para prevenir el cierre del equipo interruptor, a menos que se desconecte el contacto absoluto del equipo primario, de otro modo en orden separado en posición de prueba hasta tener acceso a los fusibles en el lado del primario y los transformadores de potencial; abierto en la sección de protección de fusibles de corto circuito; impedir conectar en operación y posición cerrada a los interruptores.

D.- Instrumentos y dispositivos de protección:

- 1 El fabricante debe de suministrar en estado sólido tres juegos de manuales de operación, de mantenimiento y el manual de partes de repuesto.

- 6.7 Los transformadores de corriente deben de ser construidos para soportar los esfuerzos térmicos y magnéticos resultantes a causa de la corriente de falla en los circuitos interruptores con capacidad de corriente similar.**
- 6.8 El modelo de fabricación de accesorios debe ser suministrado en todos los dispositivos de control.**
- 6.9 Inspección y prueba**

Las siguientes pruebas e inspección para aceptación, deben de cumplir y estar de acuerdo con la aplicación de las normas IEC y NEMA.

- 1 Inspección visual de la mano de obra**
- 2 Prueba de relevadores**
- 3 Prueba de funcionamiento**
- 4 Medición de la resistencia de aislamiento**
- 5 Prueba de rigidez dieléctrica**

7 Control de Motores

7.1 Control de motores de voltaje medio (MIV) 4.16 KV

7.1.1 La construcción del control de motores de MIV debe ser equivalente a un dispositivo de control de tipo vacío de 4.16 KV. Sin embargo puede ser usado un tablero tipo múltiple (segundo o tercer grado).

7.1.2 Todos los circuitos de los interruptores deben ser de 3 polos, un tiro, tipo disparo magnético: SF6 tipo vacío para operación en un dispositivo de control de 4.16 KV, para 5 KV de operación máxima. La capacidad interruptiva de corto circuito requerida en el sistema debe señalarse.

7.1.3 Pueden ser usados interruptores combinados (consisten de fusibles de potencia y contactores magnéticos). Los contactores magnéticos deben ser del tipo vacío. Pueden ser fusibles tipo limitador de corriente y capacidad interruptiva. La capacidad interruptiva debe ser de acuerdo al requerimiento del corto circuito del sistema.

7.1.4 Los instrumentos y dispositivos de protección siguientes deben ser suministrados en estado ocioso (opcional):

- 1 Relevador de corriente
- 2 Relevador sensor de tierra
- 3 Relevador de voltaje de fases simple o reversible (un interruptor por combinación)
- 4 Amperímetro
- 5 Conmutador de amperímetro
- 6 Transformador de corriente
- 7 Fusibles de protección de corto circuito
- 8 transformador de potencial
- 9 Botón de arranque (verde) y botón de paro (rojo)
- 10 Lámparas piloto (verde y roja)

7.1.5 Inspeccion y pruebas

La inspeccion y pruebas siguientes para aceptacion, deben de cumplir y estar de acuerdo con la aplicacion de las normas IEC y NEMA.

- 1 Inspeccion visual de la mano de obra
- 2 Prueba de relevadores
- 3 Prueba de funcionamiento
- 4 Medicion de la resistencia de aislamiento
- 5 Prueba de rigidez dielectrica

7.2 Control de motores de baja tension (LV) 480 volts.

7.2.1 Los controles de motores de LV deben ser del tipo centro de control de motores, agrupados en el interior, o tipo reversible, provisto con espacio suficiente para un facil y accesible mantenimiento.

7.2.2 El centro de control debe ser autoestable completamente ensamblado cerrado, con juntas rigidas y modulos unitarios construidos con buses comunes.

El gabinete cerrado para el bus de enlace que entra al interruptor del circuito debe tener en el frente puertas abisagradas y las puertas de la parte de atras del gabinete tambien deben de ser abisagradas.

7.2.3 El bus de enlace que entra del interruptor al circuito debe ser del tipo interruptor en aire (ACB) o tipo interruptor en vacio con cuatro funciones de disparo continuos, ajustables de sobrecorriente y largo retardo, corto retraso, instantaneo y proteccion a tierra, en estado solido (opcional).

7.2.4 El interruptor del circuito que entra debe ser provisto con dos limitadores de corriente, cuando la corriente de corto circuito es mayor de 25 KA y el % de impedancia del transformador es 10 %. Un interruptor de corto circuito de 50 KA tambien puede ser aceptable.

7.2.5 Los buses verticales deben extenderse hacia abajo en cada seccion vertical.

- 7.2.6 Los centros de control deben ser provistos con buses de potencia vertical y horizontal y buses comun a barra, en todas las secciones y compartimientos.
- 7.2.7 Los buses de potencia del centro de control deben tener las juntas de conexiones estañadas y deben ser adecuadamente sujetados para el esfuerzo resultante de la corriente maxima permisible de corto circuito.
- 7.2.8 Los buses de potencia deben tener una densidad de corriente de 800 Amp/pulg² (1.24 Amp/mm²).
- 7.2.9 Los buses de potencia de los compartimientos deben estar completamente estados y deben de tener protecciones (barreras) de acero entre ellos para evitar la transferencia de los gases ionizados ocasionados por alguna falla en el equipo.
- 7.2.10 El alambrado de control y carga en cada compartimiento deben ser rematados en las terminales de los tableros localizadas en los compartimientos. Su construccion es definida por la norma NEMA para clase I, tipo B, cada terminal del tablero debe tener todas sus terminales claramente marcadas.
- 7.2.11 El espacio para el alambrado debe ser suficiente en el fondo de la estructura.
- 7.2.12 En general, los arrancadores para motores deben ser magneticos de operacion combinada (consistente en caja moldeada, interruptor de circuito y contactor magnetico) con control electrónico, para tener aceleración progresiva de rampa dependiente en el selector, y tener proteccion de sobrecorriente.
- 7.2.13 El interruptor de circuito de caja moldeada debe ser provisto para proteccion de corto circuito. La capacidad interruptiva de corto circuito debe encontrarse por los requerimientos del sistema.
- 7.2.14 El arranque del motor debe ser del tipo draw-out, excepto para arrancadores de tamaño grande tipo bolt-on.

7.2.15 Las puertas de acceso deben ser de enclavamiento de tal manera que cuando el interruptor este en la posición de cerrado no esto descubierto, pero debe tener una vía de acceso para el personal especializado.

7.2.16 Para los tableros a donde llegan los circuitos del interruptor deben ser provistos con los siguientes instrumentos y dispositivos de protección:

- 1 Relevador de bajo voltaje
- 2 Ampelmetro
- 3 Voltmetro
- 4 Transformador de corriente
- 5 Transformador de potencial
- 6 Lámparas piloto

7.2.17 El arrancador de motor debe ser provisto con los dispositivos y medidas siguientes:

- 1 Interruptor (tipo termomagnético)
- 2 Arrancador de 3 fases
- 3 Arranque suave / paro suave
- 4 Regulador en la corriente de operación del motor
- 5 Rampa de aceleración y desaceleración
- 6 Limitador de corriente de arranque
- 7 Protección térmica de sobrecarga en el motor y ajuste de la corriente de operación
- 8 Limitador de corriente
- 9 Dispositivo para espacio para el calentador del motor (solo para motores de 100 HP o mayores)

Dispositivos e instrumentos de los equipos que deben estar en la superficie de cada tablero.

- 1 Lámparas piloto
- 2 Interruptores de botón "push"

7.2.18 La unidad debe de guardar un 5 % de espacio como mínimo de reserva.
Todos los espacios de reserva deben ser cubiertos con una placa en color blanco.

7.2.19 En la placa del fabricante debe inscribirse el número del motor y servicio, debe de proveerse para cada compartimento, y debe ser incluida la manera de aumentar esta parte en el diagrama unificar con su correspondiente y respectiva identificación.

7.2.20 Adaptación de motores de reserva

Los motores para maquinas de reserva deben ser conectados en la línea de otro transformador.

7.2.21 Inspeccion y pruebas

La inspección y pruebas siguientes para aceptación deben de cumplir y estar de acuerdo con la aplicación de las normas IEC y NEMA.

- 1 Inspeccion visual de la mano de obra
- 2 Prueba de relevadores
- 3 Prueba de funcionamiento
- 4 Medicion de la resistencia de aislamiento
- 5 Prueba de rigidez de electrica
- 6 Aplicacion de tension
- 7 Protocolo de pruebas

7.2.22 Debido a la tensión de operación que es de 480 volts con neutro flotante, cada centro de control de motores debe tener un voltmetro de 3-amp-ca, (rango de 0 - 500 volts) conectado en estrella en cada fase, pasando por el punto neutro de tierra. A través del botón normalmente cerrado.

8 Motores

8.1 En general los motores deben ser del tipo de inducción de jaula de arena adecuada para arrancar a través de la línea deben tener como mínimo en la placa de datos lo siguiente:

- 1** Número de fases
- 2** Numero de serie
- 3** Potencia en HP o Kw
- 4** Clase de aislamiento
- 5** Velocidad a plena carga (RPM)
- 6** Factor de potencia
- 7** Temperatura máxima (°C)
- 8** Características de lubricación
- 9** Tension nominal
- 10** Corriente a plena carga
- 11** Diagrama de conexiones
- 12** Letra de código
- 13** Letra de diseño
- 14** Clase de rodamientos
- 15** Tipo de protección inherente
- 16** Temperatura límite mayor de 40°C al medio ambiente
- 17** Frecuencia

8.2 Diseño y características eléctricas

8.2.1 En general, el voltaje de los motores debe ser seleccionado de acuerdo con la tabla 1, siguiente:

TABLA 1

Potencia del Motor Kw	Voltaje Frecuencia		No. Fases
	Volts	Hz	
151 y mayores	4160	60	3
1 a 150	480	60	3
Menores de 1	127/220	60	1-3
Alumbrado	127/220	60	1
Instrumentacion	127	60	1
Emergencia	127	60	1

NOTA: Circuitos de emergencia, instrumentacion y alumbrado deben ser tomados a partir de las tres fases del transformador.

6.2.2 Los motores a instalar deben ser de clase (F), para 480 volts. Aislamiento clase (H) debe ser usado para tensiones de 4160 volts y mayores.

6.3 Características mecánicas de diseño

TABLA 2

Potencia HP	Velocidad RPM	Horizontal	Vertical
Hasta 100 (75 Kw)	3600 1800 y menores	B/G B/G B/G	B/G B/G B/G
De 201 hasta 500 (150 a 375 Kw)	3600 1800 Abajo de 1800	B/G C/A C/A	B/G C/A C/A
De 501 a 1000	A11	C/A	C/A/F
De 1001 y mayor (750 Kw y Mayor)	A11	C/A/F	C/A/F

Clave: BrG	Fundamento lubricado con grasa
CH/A	Caja de chumacera lubricada con aceite
CH/AF	Caja de chumacera, lubricacion forzada con aceite

El gasto del aceite requerido por la cantidad de calor liberado, debe ser especificado en el motor. La lubricacion por aceite al equipo debe ser con un dispositivo que conserve el nivel de aceite constante y donde se pueda observar claramente el mismo (inspeccion visual).

- 8.3.1 Todos los motores instalados en areas peligrosas y areas no peligrosas deben ser del tipo cerrado enfriados por aire.
- 8.3.2 Los motores de 100 HP y mayores, instalados al aire libre deben ser equipados con calefaccion electrica adecuada.
- 8.3.4 Los motores enfriados por aire deben ser equipados con ventiladores anchaspas de material de bronce o similar.
- 8.3.5 Las cajas de conexion deben tener uniones roscadas tipo pesado, cerradas que permitan la instalacion de los cables que llegan. La caja de conexiones debe tener capacidad de girar, pasos hasta de 90 grados. Para toda posicion debe tener su conector apropiado para conexion a tierra del motor.
- 8.3.6 Las terminales de conexion del motor deben ser totalmente aisladas.
- 8.3.7 Todos los motores deben recibir un tratamiento tropicalizado.
- 8.3.8 Motores de 1000 HP o mayores deben de ser equipados con detectores de temperatura en los devanados.
- 8.4 Inspeccion y pruebas

La inspeccion y pruebas siguientes para aceptacion deben de cumplir y estar de acuerdo con la aplicacion de las normas IEC y NEMA.

- 1 Inspeccion visual de la mano de obra (acabado)
- 2 Conexiones del motor
- 3 Medicion de la resistencia de los devanados e indice de polarizacion

- 4 Medición de la resistencia de aislamiento
- 5 Determinación de la corriente de falla a rotor bloqueado y el porcentaje de corriente de carga nominal
- 6 Determinación del momento torsional (N-M o porcentaje de par nominal)
- 7 Medición de la corriente a 0, 1/2, 3/4 y plena carga
- 8 Factor de potencia a 1/2, 3/4, y plena carga
- 9 Eficiencia para 1/2, 3/4, y plena carga
- 10 Determinación del deslizamiento en % a plena carga
- 11 Determinación en porcentaje del par máximo (N-M o porcentaje del par nominal)
- 12 Calentamiento de carrera a plena carga ($^{\circ}$ C)
- 13 Prueba de rigidez dieléctrica
- 14 Capacidad normal en HP
- 15 Prueba de operación mecánica sin carga
- 16 Oscilograma a partir del período de arranque (hasta alcanzar su velocidad nominal) motores de 200 HP y mayores
- 17 Reactancia del par unitario
- 18 Medidas de espacio libre (motores de 200 HP y mayores)

8.5 Garantía

- 8.5.1 El fabricante debe suministrar el protocolo de pruebas de motores de 200 HP y mayores.
- 8.5.2 La garantía de fabricación debe ser por escrito y el del diseño propuesto y debe cumplir con los requerimientos de operación requeridos en la hoja de pruebas.
- 8.5.3 La garantía de fabricación del equipo y las partes que lo integran (defecto de materiales) debe ser por el período de un año como mínimo por fallas durante la operación normal, a partir de la fecha de arranque (no desde la

recha de liberación del equipo). y en caso de falla, el fabricante debe reemplazar el equipo o definir y corregir la falla sin cargos para Pemex.

9 Estación de Control Local

- 9.1 Las estaciones de control local deben ser suministradas con contacto tipo momentaneo "arrancar-parar", o de otro modo verde-rojo (opcional).
 - 9.2 Deben ser cerradas, blindadas para uso al aire libre con pintura resistente a la corrosión.
 - 9.3 El control automatico del motor debe ser provisto con selector local "automanzar".
 - 9.4 La estación de control local debe ser instalada dentro de una caja de seguridad en un lugar conveniente visible y cercano al motor controlado.
 - 9.5 El tipo de boton "push" debe ser provisto para toda estación local de control.
 - 9.6 Toda estación de control local montada en áreas peligrosas debe ser de capacidad normal apropiada para el rea clasmcada.
 - 9.7 Las cajas de metal de las estaciones de boton deben estar conectadas a tierra.
- #### **10 Batenas y Cargador de Baterias**
- 10.1 Las batenas utilizadas como fuentes de potencia para control y alumbrado interior de emergencia deben de ser fijas del tipo Alcalino o de Plomo Acido con elementos de tipo tubular y deben ser instaladas en el cuarto de batenas.
 - 10.2 El cargador de batenas debe ser del tipo estatico con sistema de carga flotante. El cargador debe ser suministrado con 3 fases, 480 volts, una fase simple de 220 volts y debe ser prevista minimamente con los dispositivos siguientes:

Cargador:

- 1 Voltmetro (CD)
- 2 Ampermetro (CD)

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

- 3 Alarma de alto y bajo voltaje (AC)
- 4 Voltaje de salida regulado con unidad de control automatico
- 5 Reloj de ajuste de 0 a 24 horas, para punto de carga, carga rápida y paso automatico en carga de flotacion
- 6 Dos interruptores termomagnéticos (CA y CD)
- 7 Indicador de luz roja (CA)
- 8 Relevador de falla a tierra (CD) con indicador de luz de falla a tierra
- 9 Potenciómetro de flotacion
- 10 Potenciómetro de alto régimen
- 11 Relevador de falla AC

10.3 Características eléctricas

	TABLA 3	
	Niquel-Cadmio	Plomo-Ácido
Banco de baterías		
Energía de salida	125 VCD	125 VCD
voltaje nominal		
Número de celdas	92 - 95	55 - 62
voltaje de flotacion por celda	1.35 - 1.45	2.15 - 2.20
Voltaje final en el ciclo de descarga por celda	1.14 VCD	1.75 VCD
Capacidad de amperaje por hora (estimado)		

Cargador de baterías

Voltaje nominal de entrada	220 o 480 VCA	220 o 480 VCA
Frecuencias/cases	3 / 60	3 / 60
Energía de salida	125 VCD	125 VCD
voltaje nominal		
Energía de salida CA	0.1 RMS (V)	0.1 RMS (V)
componente máximo (rizo)		
Eficiencia del voltaje	85 %	85 %
mínimo nominal requerido		
Energía de salida del	+/- 1 %	+/- 1 %
voltaje de regulación		
Corriente de salida		
(estimada)		

10.4 La capacidad de las baterías debe determinarse en base a los tiempos de operación siguientes:

- 1 Arreglo de baterías para fuente de control o mecanismo de control, debe de ser capaz de actuar cada que ocurra una falla de energía. Las baterías deben tener la capacidad de recuperar sus condiciones de operación en un periodo máximo de 8 horas a partir de ocurrida la falla en la energía.**
- 2 Arreglo de baterías para un sistema de energía ininterrumpible (UPS). Este debe ser capaz de observar el abasto de la energía eléctrica a los equipos críticos e instrumentos si es necesario, sistemas de alarma de fuego y sistemas similares, para una hora.**

10.5 Tablero de distribución de CD debe contener interruptores de circuito para dispositivos de distribución y alumbrado de emergencia.

10.6 Inspeccion y pruebas

La inspeccion y pruebas siguientes para aceptacion deben de cumplir y estar de acuerdo con la aplicacion de las normas IEC y NEMA.

- 1 Inspeccion visual de la mano de obra
- 2 Prueba de relevadores
- 3 Prueba de funcionamiento
- 4 Medicion de la resistencia de aislamiento
- 5 Prueba de rigidez dielectrica
- 6 Verificacion en fabrica de la capacidad hora amperaje
- 7 Descarga en sito del banco de baterias debe ser hasta 1.14 VCD por celda con un regimen de voltaje de 8 horas en baterias de Niquel-Cadmio. En bancos de baterias de Plomo-Acido la descarga y el voltaje debe ser mantenido, temperatura y gravedad especifica debe de medirse en cada celda una vez conseguido el voltaje final. Las pruebas de terminacion deben ser en sito.
- 8 El cargador de baterias debe tener un probador para simular las condiciones de carga para 12 horas y poder tomar lectura cada hora en la entrada y salida el voltaje y la corriente.

11 Inversor

- 11.1 El inversor usado en la fuente de energia para la instrumentacion debe ser del tipo estatico.
- 11.2 El voltaje de salida debe ser monofasico, 127 volts y debe ser mantenido dentro de un rango +/- 5 % de 127 volts.
- 11.3 La frecuencia de salida debe ser de 60 Hz y su fluctuacion debe ser mantenida dentro de un rango +/- 1 Hz.
- 11.4 La distancia y el seno de onda debe ser menor del 5 % en la energia de salida.

11.5 Las especificaciones de baterías y cargador para este sistema deben ser las aplicadas al artículo 10.

11.6 Inspección y prueba

La inspección y pruebas siguientes para aceptación deben de cumplir y estar de acuerdo con la aplicación de las normas IEC y NEMA.

- 1** Inspección visual de la mano de obra
- 2** Prueba de relevadores
- 3** Prueba de funcionamiento
- 4** Medición de la resistencia de aislamiento
- 5** Prueba de rigidez dieléctrica

12.- Alumbrado

- 12.1 Todas las áreas de proceso, áreas de no proceso, edificios y carreteras de la planta deben de iluminarse adecuadamente, de acuerdo con los niveles de iluminación recomendados.
- 12.2 Los accesorios de iluminación para intemperie en edificios de techo alto con alturas de alrededor de 5 m o mayores, deben de ser del tipo Vapor de Sodio ó Vapor de Mercurio y la energía de alimentación debe ser a través de un tablero de distribución de alumbrado, 3 fases, 4 hilos, 480 / 220 volts, de otra manera directamente del centro de control de motores (CCM) y a la línea común. La capacidad de las lámparas debe ser de 175, 250 y 400 watts. Las de 400 watts deben ser aplicadas únicamente en techos altos de 7 m o mayores.
- 12.3 Los accesorios de alumbrado para edificios deben ser del tipo fluorescente y su energía de alimentación directamente debe ser a través de un tablero de distribución de alumbrado de 3 fases, 4 hilos, 220 / 127 volts. La capacidad de las lámparas debe ser de 36 watts (32 watts, ahorradoras de energía) del tipo de gabinete con dos unidades de ser posible.
- 12.4 Los accesorios del alumbrado de emergencia deben ser del tipo incandescente de 200 watts. Las de tipo intemperie deben ser alimentados directamente a través de un tablero de distribución de alumbrado local de 3 fases, 4 hilos, 220 / 127 volts del CCM, y las de tipo interior deben ser a través del sistema de baterías de 125 VCD.
- 12.5 Los accesorios de alumbrado deben ser cerrados, individuales y apropiados para un lugar en particular (en general deben de ser: protección contra el agua, resistentes a la corrosión, a prueba de explosión), y deben ser ubicados hasta proveer una luz uniformemente distribuida, eficiente iluminación y accesibilidad para un seguro y conveniente mantenimiento. Los luminarios individuales para instrumentación deben ser locales.

Donde el alumbrado suplementario es requerido.

- 12.6 En general, los circuitos de alumbrado de áreas de oficinas deben ser interrumpidos por un interruptor a partir del tablero de distribución de alumbrado local. Sin embargo pueden ser usadas fotoceldas automáticas para todo tipo de luminario al aire libre.
 - 12.7 El alumbrado de emergencia debe tener el suficiente nivel de iluminación para permitir movimientos seguros de operación al personal cerca del área.
 - 12.8 Los tableros de distribución de alumbrado local deben ser localizados por conveniencia, cerca del centro de las cargas de alumbrado para el área de servicio del tablero. El tipo de tablero debe ser apropiado para el área de servicio en donde se localice.
- 13.- Contactos (Tomas de Corriente)**
- 13.1 Contactos
 - 13.1.1 Contactos para lámparas de mano y otros servicios misceláneos, deben ser provistos en lugares donde su uso sea requerido. Deben ser localizados en cualquier punto para utilizar extensiones no mayores de 30 m en línea recta en el área.
 - 13.1.2 Los contactos deben tener circuitos separados, con un máximo de 3 salidas por circuito (de acuerdo con su capacidad). Cada circuito debe estar protegido con un interruptor termomagnético.
 - 13.1.3 Los contactos deben ser individuales cerrados apropiados para lugares particulares, y deben ser de 220 volts nominal, 20 amp. para áreas de proceso y 127 volts, 10 amp. para edificios.
 - 13.1.4 Los contactos del tipo a prueba de explosión de tres polos, uno a tierra conectado a la estructura de los aparatos portátiles, deben de ser usados en lugares clase I, II División 1 y División 2.

- 13.1.5 Los contactos a prueba de explosión deben estar en circuitos con interruptores desconectores. La clavija debe ser de enclavamiento, trabada (media vuelta).
- 13.2 Contactos para soldadoras.**
- 13.2.1 Los contactos para soldadoras deben ser provistos a cada 50 m dentro de la planta y deben tener una construcción apropiada para ellos en un lugar particular.
- 13.2.2 Los contactos para soldadoras tipo a prueba de explosión deben ser usados en lugares clase I, II, División 1 y División 2 y deben ser de 480 volts, 100 amp., 4 polos, uno debe ser a tierra conectado a la estructura de los aparatos portátiles.
- 13.2.3 Las características generales de los contactos para soldadora deben ser del tipo metal, cerrado con tapa abisagrada contenidos en una caja moldeada con un interruptor de circuito de 480 volts nominal, 100 amp.
- 13.2.4 No más de 3 contactos deben de conectarse a un circuito de 480 volts, 3 fases protegidos por un interruptor termomagnético de 100 amp., colocado en el centro de control de motores (CCM).
- 14.- Comunicaciones**
- 14.1 Los sistemas deben consistir principalmente en aparatos, amplificador, estación de mano, altoparlantes.
- 14.2 Los equipos deben ser instalados en lugares convenientes para operar por toda la planta
- 14.3 Los sistemas deben ser hechos para comunicación simultánea en el área entera de la planta y comunicación común entre todas las estaciones de mano.
- 14.4 Función.
- 14.4.1 La comunicación simultánea debe de cumplir en las estaciones de mano al mismo tiempo.

14.4.2 El equipo debe ser capaz de comunicarse a otro en forma simultánea a través del interlocutor, y el otro equipo responder a la comunicación, ambas partes deben ser capaz de comunicarse cada una a otro teléfono semejante.

14.4.3 La transmisión simultánea en el sistema de recepción debe ser adaptado en orden para una conversacion conveniente.

14.5 La estación de mano debe estar localizada en lugares importantes para operar en el cuarto de control, reas de proceso y cuarto eléctrico.

14.6 El sistema debe ser provisto con energía de emergencia del sistema de baterias.

Las baterias deben tener la capacidad para suministrar energia durante una hora como minimo.

14.7 Cada dispositivo debe proveerse individualmente cerrado apropiado para un lugar en particular.

14.8 El diseño de los ductos debe ser independiente de otro tipo de sistema, e partir del sistema de alimentación eléctrica, do otro tipo de sistema. Si acaso la trayectoria es paralela a otro ducto de corriente, esta debe llevar una separacion de 0.10 m (4 pulg) como mínimo. La distancia máxima entre dos cajas de registro debe ser de 25 m (75 ft) como máximo y entre dos cajas de registro no debe de haber m s de una curva de 90°.

16.- Sistemas de Alarma Contra Fuego

15.1 El sistema de alarma contra fuego debe consistir en una estación de alarma manual, timbre, lampara piloto y tablero de control.

15.2 Las temporas indicadoras de fuego en el tablero de control deben destellar por una señal emitida desde la estación de alarma manual. Además, el timbre principal debe ser operado en un lugar simultaneamente.

- 15.3 La estación de alarma manual y el timbre deben ser instalados en los edificios, y áreas de proceso a intervalos adecuados. Las lámparas piloto deben indicar el lugar de la estación de la alarma manual.
- 15.4 El sistema de alarma de fuego debe ser provisto con la fuente de energía de emergencia.
- 15.5 Cada dispositivo debe proveerse individualmente cerrado apropiado, para un lugar en particular.
- 16.- **Cable y Alambre**
- 16.1 Los conductores deben de ser de 15 KV, 5 KV y 0.600 KV nominales, dependiendo de su aplicación. El cable a instalar debe ser claramente y permanentemente marcado a todo lo largo de su longitud con el nombre del fabricante, tipo, número de calibre, tensión, temperatura.

Cable de energía de 600 volts

- 1 Conductor de cobre trenzado (trenzado)
- 2 Tipo antillama RHH - RHW tipo 600 volts
- 3 Conductor de un hilo
- 4 Temperatura normal de operación 90° C

Cable de energía de 15 y 5 KV

- 1 Conductor de cable trenzado (trenzado)
- 2 EP o XLP semiconductor, con pantalla por extrucción encima del aislamiento del conductor etilenpropileno o cadena cruzada.
- 3 Temperatura normal de operación 90° C

Cable de control de 600 volts

- 1 Conductor de cobre trenzado (trenzado)
- 2 Tipo antillama RHH - RHW, 600 volts
- 3 Tipo multiconductor, temperatura normal del conductor permitida: 90 °C

- 16.2 El calibre mínimo del cable de energía debe ser del no. 10 AWG y cable de control para alambrear debe ser del no. 12 AWG.
- 16.3 El conductor de cobre trenzado de 600 volts, vulcanel antifiama EP puede ser usado en el interior de tableros y canalizaciones para circuitos de alumbrado.
- 16.4 La selección del calibre del conductor para motores debe ser de acuerdo con el IEC.
- 16.5 Instalación del cable
- 16.5.1 En la instalación de los cables deben ser utilizados rodillos en donde sea necesario para prevenir daños. Se debe tener cuidado en el tendido del cable.

El radio de la curva del cable debe ser grande, según la tabla siguiente:

TABLA 5

15 KV	8 D
5 KV	8 D
600 V	7 D
600 V, cable de control	6 D

D = Diámetro exterior del cable

El límite máximo de tensión mecánica aplicada al cable debe ser:

Tensión de anillo aplicada:

$$T = KS$$

Donde: T = Tensión máxima en KG (no mayor de 3000 KG)

S = Área transversal del cable en mm²

K = 7.0 para cables de cobre y 5.0 para cables de aluminio

Aplicacion con aislamiento " SOX "

Donde T = Tension maxima en KG

D = Diametro exterior del cable con aislamiento

t = Espesor del aislamiento en mm

16.5.2 El cable de energia del no. 2 para motores en baja tension y el cable de control para el motor pueden ir alojados en la misma tuberia.

16.5.3 El cable flojo debe ser previsto para cables de llegada en los tableros, y dispositivos de distribucion eliminando la carga de tension en el cable y el riesgo debido al hundimiento de tierra esperado.

17.- Buses de Conexiones

17.1 Los buses de canalizaciones deben ser usados para conexiones entre los transformadores secundarios y los centros de control en el cuarto electrico.

17.2 La canalizacion debe ser sujeta para soportar la corriente de falla no disruptiva minima o igual a la capacidad normal de el mecanismo de control en el interruptor del circuito conectado hasta el bus (el bus tipo sandwich no es aceptado).

17.3 El bus debe ser aislado con aislamiento moldado antigroscopico y tener rigidez dielectrica, igual o mayor al conductor principal conectado al dispositivo de control o interruptor de circuito.

17.4 Las juntas de conexiones del bus deben estar estañadas.

17.5 El bus debe ser hermético a la lluvia y debe estar protegido con material cerrado y resistente a la corrosion.

17.6 El bus debe ser provisto con el espacio para el control de la calefaccion cerca al termostato automatico.

- 17.7 La densidad de corriente del bus debe ser de 1.24 amp/mm² (800 amp/pulg²).
- 18.- Instalación de la Tubería Conduit**
- 18.1 Todo el cableado eléctrico debe ser encerrado en tubería tipo conduit, galvanizada, cedula 40 sin costura para instalaciones exteriores e instalaciones subterráneas.
- La charola para cable no debe ser aplicada excepto en el cuarto eléctrico.
- 18.2 La tubería conduit debe tener el interior liso y debe ser fabricado específicamente para instalaciones eléctricas.
- 18.3 Es conveniente que la tubería conduit y las cajas de conexiones sean exclusivamente fabricadas para instalaciones eléctricas, y las del tipo a prueba de explosión sean utilizadas únicamente en áreas peligrosas (Clase I y II)
- 18.4 El sistema de tuberías debe ser instalado y limpiado interiormente previo a la instalación del cableado.
- 18.5 La distancia de los sistemas de tubería no debe exceder sobre 100 m para tramos en línea recta. El número de curvas de 90° no debe de exceder de 3, o el total de curvas no debe exceder de 270°(se considera desde la salida de un tablero, caja de conexiones, dispositivo de control, hasta la entrada de los mismos o la carga).
- 18.6 Las curvas de la tubería deben ser hechas con radios grandes, 6 diámetros internos.

La siguiente tabla puede ser usada.

TABLA 6

Diámetro Nominal	Diámetro Exterior	Diámetro Interior	RADIO INTERIOR	
			Fábrica	Campo
mm	mm	mm	mm	mm
19	26.7	20.9	127	245
25	33.4	26.6	152	300
38	48.3	40.9	254	435
51	60.3	52.5	305	550
75	88.9	77.9	457	800
101	114.3	102.3	610	1025

Nota: Para tuberías con diámetros de 38 mm (1 1/2 pulg) o mayores, y para curvas grandes de 90°, realizadas en campo. No hechas por el fabricante.

- 16.7** El diámetro de la tubería subterránea debe ser de 25 mm (1.0 pulg) como mínimo.
- 16.8** La tubería descubierta en general debe ser tendida paralelamente y soportada con ángulo recto en paredes, columnas, traveses, etc.
- 16.9** La tubería debe ser apropiadamente sostenida y soportada para impedir "combas" ó pueda ladearse. El tendido horizontal de la tubería debe ser soportada en intervalos de 3 m (10 ft) como mínimo.
- 16.10** Los soportes de la tubería: abrazaderas y colgadores pueden ser utilizados, excepto aquellas abrazaderas blindadas deben ser usadas para soportar tuberías instaladas en el rack y estructuras que son afectadas por la vibración del movimiento.

De ser posible se deben usar anclas para fijar los soportes de la tubería en el concreto: paredes, traveses, pilares, etc.

- 18.11 La tubería no debe ser instalada cerca de superficies calientes (a una distancia menor de 0.3 m (1 ft)). Donde sea necesario, el cruce de tuberías con líneas calientes deben ser correctamente protegidas.
- 18.12 Las juntas roscadas de la tubería deben ser NPT entre el tubo y el equipo.
- 18.13 Las juntas roscadas de la tubería deben ser revestidas con un inhibidor de mocho, semejante a la pintura antioxidante que no sea corrosivo o nocivo para el aislamiento del conductor.
- 18.14 Los sellos de la tubería deben ser instalados en base al NEC y deben prevenir el paso de fluidos ó flamas entre puntos de la instalación eléctrica. El compuesto del sellado no debe ser afectado por la atmósfera ó líquidos circundantes.
- 18.15 El tendido de tuberías que pasa por arriba, en áreas peligrosas a partir de la instalación subterránea emanada desde áreas no peligrosas deben ser selladas, con sello adecuado tipo desagüe, para evitar la acumulación de humedad.
- 18.16 La tubería que entra en edificios en áreas clasificadas como no peligrosas, a partir de áreas peligrosas, áreas de proceso deben ser provistas con sello de desagüe apropiado para impedir la entrada de vapores y humedad.
- 18.17 El respiradero del desagüe debe ser adecuadamente instalado en donde pueda convenir al problema de la humedad.
- 18.18 Las conexiones de la tubería afectadas, sometidas a la vibración y movimiento del equipo, deben ser hechas con acoplamientos flexibles. Las instalaciones y conexiones en áreas no peligrosas al aire libre, deben ser con tubo enchaquetado flexible, para asegurar su impermeabilidad. El tubo metálico flexible puede ser usado en instalaciones interiores para áreas no peligrosas.

- 18.19 El tubo flexible debe ser usado si es requerido en instalaciones particulares por ejemplo: torres, motores, etc.
- 18.20 La abertura temporal en el sistema de tubería debe ser inmediatamente tapada durante la construcción, para evitar la entrada de humedad desde el exterior.
- 18.21 **Cajas de paso**

Las cajas de paso deben ser instaladas en base a lo siguiente:

- 1 La caja de paso debe ser usada para relevar el tendido de la tubería futura a partir del banco de ducto y hasta el equipo instalado en la estructura.
- 2 En caso de algunos equipos instalados en áreas del mismo piso o edificio de varios pisos, la caja de paso debe ser instalada en la parte inferior de cada piso para facilitar el cableado.
- 3 La caja de paso debe ser instalada para no intrumprir la operación.

19 Canalización Eléctrica Subterránea

- 19.1 La canalización eléctrica subterránea debe ser con tubo tipo conduit galvanizado, cedula 40 envuelto con concreto.
- 19.2 **Construcción de los bancos de ductos**

La tubería del banco de ductos debe ser soportada con varilla a intervalos de 3 m (10 ft).

El espacio entre tuberías debe ser conforme a la tabla 19.2. el bufo (paquete) de tuberías debe ser con concreto, y debe llevar impermeabilizante integrado para protección contra el agua.

TABLA 19.2

Espacio entre tuberías del banco de ductos (centros)

Conduit	X										Y	
	25	32	38	50	64	76	89	100	125	150	100	
Conduit												
mm												
25	100	100	100	100	120	120	120	120	150	160	100	
32	100	100	100	100	120	120	120	120	150	160	100	
38	100	100	100	100	120	120	120	120	150	160	100	
50	100	100	100	120	120	120	150	150	160	160	100	
64	120	120	120	120	120	150	150	160	160	200	120	
76	120	120	120	120	150	150	150	160	160	200	120	
89	120	120	120	150	150	150	160	160	200	200	120	
100	120	150	150	150	150	160	160	160	200	200	150	
125	150	150	150	160	160	160	160	200	200	200	150	
150	160	160	160	160	200	200	200	200	200	250	150	

DONDE:

- x = Distancia entre centros para dos tubos adyacentes en hileras o filas.
- Y = Distancia entre el largo de la tubería y el lomo del banco de ductos.

El concreto usado en el banco de ductos debe ser completamente de color rojo, con una mezcla de 7.250 KG / m³ (color y concreto).

El diámetro mínimo de la tubería en el banco de ducto debe ser de 25 mm (1.0 pulg).

- 19.3** Los ramiales de la tubería del banco de ductos debe ser directamente conectado en el lugar del equipo eléctrico.
- 19.4** Selección de la trayectoria del banco de ductos.
- 19.4.1** El banco de ducto debe construirse en forma ascendente a partir del cuarto eléctrico.
- 19.4.2** El banco de ductos debe ser desplegado radialmente a partir del cuarto eléctrico.
- 19.4.3** El banco de ductos debe ser recto tanto como sea posible
Sin embargo cuando el banco de ductos es tendido frente a un obstáculo subterráneo, colados de concreto, etc. las curvas de la tubería deben ser de radios largos y el banco de ductos debe ser ordenado.
- 19.4.4** El banco de ductos debe ser ubicado horizontalmente, separado de tuberías de alta temperatura, evitando la proximidad hacia las fuentes de calor. Teniendo cuidado de evitar la penetración de productos químicos en el interior del banco de ductos.
- 19.4.5** El banco de ductos debe ser construido con una profundidad máxima de 0.4 m, desde la superficie hasta el lomo de concreto del banco de ductos.
- 19.5** La trayectoria principal del banco de ductos debe prever de un 5 % a un 10 % de espacios libres (tuberías libres).
- 19.6** Las cajas de paso y de registro pueden ser aplicados para instalarse a lo largo de la tubería (distancias no mayores de 100 m, 330 ft).
Las cajas de registro deben ser usadas para relevo de tuberías en áreas peligrosas y registros en áreas no peligrosas.
- 19.7** Los registros pueden ser aplicados para curvas de tubería arriba de 270 en curvas totales.
- 19.8** La relación entre tubería y diámetro del cable para el banco de ductos del sistema de alambrado.

La tubería debe ser seleccionada en base a la tabla No. 7

TABLA 7

CONDUIT DE PULG MM	CABLE DE CONTROL	CABLE DE 600 V TRES	CABLE DE 600 V, 3 CABLE DE CONTROL	CABLE 5 KV TRI-
3/4 19				
1 25				
1 1/4 32	Arriba de 4c-12AWG		Arriba de 8AWG + cont. cable	
1 1/2 38	5c-12AWG 6c-12AWG		6AWG, 4AWG + cont. cable	
2 51	9c-12AWG 12c-12AWG	Arriba de 2/0	2AWG + cont. cable	Arriba 4AWG
2 1/2 64		3/0, 4/0		2AWG 2/0
3 78		250 400 MCM		3/0, 4/0
4 102		500, 750 MCM		250, 600MCM

NOTA: Esta tabla es considerando el porcentaje de la sección transversal y la sección de la tubería, en tuberías para conductor, alrededor del 30 %.

20.- Cableado de Equipos

- 20.1** Cables para conexiones a donde esta el equipo, los cables deben ser protegidos con tubería conduit rígida ó tubería conduit flexible.
- 20.2** La tubería debe ser firmemente fijada con soportes y protegidas para evitar el contacto con líquidos.
- 20.3** El tipo de número para cada fase y conexión de cable debe ser como sigue:

TABLA 8

Voltaje	Fase	Número
600 V y menores	A (1)	1
	B (2)	2
	C (3)	3
5 KV y mayores	A (1)	1
	B (2)	2
	C (3)	3

Nota: A, B, C: Del lado de la fuente de energía
 1, 2, 3: Del lado del equipo

- 20.4** Las marcas de los cables deben indicar el equipo conectado, y deben ser para cables de energía y cables de control.
 El cable también debe ser marcado con el número del cable en el extremo del lado del tablero.
- 20.5** Tubería para alambrado de motores

1 Los cables para motores deben ser entubados en el banco de ductos de acuerdo con la tabla siguiente:

TABLA 9

Motor	Conduit 1	Conduit 2	Conduit 3+ Instrumen.
Alto voltaje	Cable de energía para circuito principal	Cable para estación de control local y espacio para calentador	
Alto voltaje con R.T.D.	Cable de energía para circuito principal	Cable para estación de control local y espacio para calentador	Cable para R.T.D.
Bejo voltaje con espacio para calent. Tamaño del cable 1 AWG y mayores	Cable de energía para circuito principal	Cable para estación de control local y espacio para calentador	
Bejo voltaje tamaño del cable 1 AWG y mayores	Cable de energía para circuito principal	Cable para estación de control local	

Bajo voltaje Cable de energía
tamaño del para circuito
cable 2 AWG principal y
y finos estación de control
local

NOTA: 1 R.T.D.: Detector de Resistencia y Temperatura

- 2 El circuito de R.T.D. debe ser instalado cerca al instrumento y debe ser conectado hasta el indicador de temperatura instalado en el tablero de control principal.
- 3 Los cables para interruptor de límite, de flujo, de temperatura, tacogenerador generalmente deben ser alojados en el mismo tubo de la estación de control local.
- 2 En el caso de dos clases de cables alojados en un mismo tubo, estos cables deben ser divididos en dos tuberías a partir de una caja de paso instalada en el poste para la estación de control local

21.- Cableado en Areas Peligrosas

- 21.1** Todos los equipos, materiales de cableado e instalaciones procedentes de lugares peligrosos deben ser de acuerdo con las recomendaciones del NEC en general y en particular con los artículos 500, 501 y 502.
- 21.2** Toda junta roscada de tubería, y juntas (coples) entre tuberías, entre tubería y equipos deben ser pintadas, y al menos 5 hños (cuerdas) completos en el embrague del tubo en cada conexión.
Un antiendurecedor compuesto debe ser aplicado en las roscas (cuerdas) para excluir el agua de lluvia y la humedad.
- 21.3** Los símbolos típicos de instalaciones eléctricas para áreas peligrosas están incluidos en el capítulo 23.

22.- Conexión a Tierra**22.1** Arreglos típicos que deben ser puestos a tierra:

- 1 Materiales no conductores de corriente, teniendo partes de equipo eléctrico.
- 2 Estructuras de acero
- 3 Equipos de proceso
- 4 Equipos dinámicos
- 5 Tuberías de proceso

- 22.2** La conexión a tierra deben ser con un sistema de lazo común para cada edificio o área de proceso, con cable del 2/0 AWG, con conectores soldables que deben ser conectados a todas las esquinas y columnas intermedias en distancias que no excedan los 20 m (60 ft), excepto las varillas de tierra de los apartarroyos.
Un lazo de tierra debe consistir al menos de dos varillas de conexión a tierra.

La resistencia de conexión a tierra de varilla de conexión a tierra debe ser menor a 5 Ohms. Todo equipo o dispositivo deben ser aterrizados con cable del No. 2 AWG.

- 22.3 Los equipos que están sólidamente montados en las estructuras metálicas o racks, no es necesario aterrizarlos individualmente si las estructuras y los racks están aterrizados. Para recipientes metálicos o equipos de proceso deben ser aterrizados por medio de conexiones placa cable soldable, utilizando cable del No. 2 AWG.
- 22.4 Para la conexión a tierra de equipos eléctricos, es utilizado el mismo lazo del bus de puesta a tierra, debe ser usado para conexiones a tierra estática. Para motores y generadores de cualquier tamaño, usar cable del No. 2 AWG, para máquinas grandes también. Las estaciones de botones para motores, ductos, charolas metálicas se deben aterrizas con cable del No. 2 AWG.
- 22.5 Alambre de cobre desnudo trenzado se debe de usar para los lazos de puesta a tierra, y los buses enterrados en el suelo, deben tener una profundidad de 0.6 m de hondo, S.N.P.T.
- 22.6 Alambre de cobre desnudo trenzado del No. 2 AWG debe ser usado por lo general en las derivaciones de conexión a tierra.
- 22.7 Conectores tipo fundido deben ser usados para conectar el cable de conexión a tierra con el lazo de puesta a tierra principal (bus principal). Conector mecánico debe ser usado para conectar el lazo de bus de tierra con los electrodos de conexión a tierra, conectando el cable de conexión a tierra con la oreja (aletas) de conexión a tierra.
- 22.8 Para protección mecánica en partes elevadas, la instalación de los conductores de derivación de conexión a tierra deben ser encerrados en tubería rígida conduct.

22.9 El curso de tuberías en parafío deben ir aterrizadas, localizadas en el rack de tuberías o en la entrada de la planta a intervalos de 50 m (150 ft).

22.10 Tubería bonding

22.10.1 Bonding debe ser pintada para tuberías en que la electricidad estática es probable, generada en las bridas aisladas eléctricamente.

22.10.2 Bonding

La barrera (cerca) metálica de la subestación al aire libre debe ser conectada a la red de tierra, a 0.60 m de altura, con cable de cobre blando desnudo del No. 4/0 AWG, conectado a los postes de las esquinas, no es necesario conectarlo a la red general de conexión a tierra. La cubierta metálica del transformador, interruptores, etc. deben estar conectados con cable del No. 2 AWG.

Para poner en marcha el servicio continuo en la tensión de 480 volts, debe ser del tipo flotante sin conexión a tierra.

En las otras tensiones, estos deben tener el neutro puesto a tierra, firme o de otro modo con resistencias y reactancias.

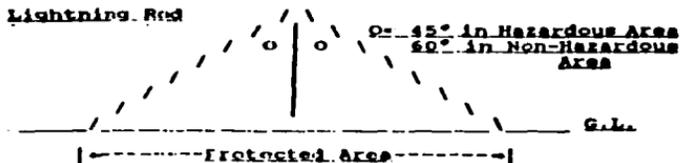
Hasta poner en marcha los cuartos de control (compresores, arrancadores eléctricos, etc.) se deben instalar varillas de pararrayos (puntos de faraday) con una distribución adecuada.

22.11 Sistema de pararrayos

22.11.1 La protección por pararrayos debe ser aplicada para estructuras de 20 m de altura en adelante.

22.11.2 Para proteger un área con un pararrayos debe ser aplicado el método siguiente:

Dibujo 1

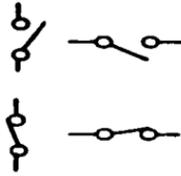
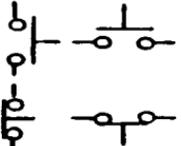
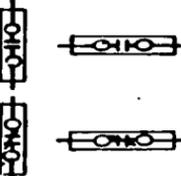
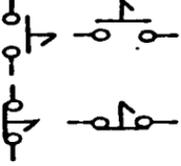


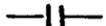
22.11.3 Las estructuras de acero y equipos no es necesario instalarlas
varillas (puntas) independientes.

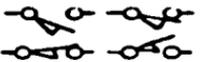
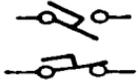
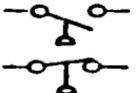
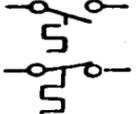
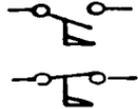
23 SIMBOLOS PARA USO EN DIBUJOS Y PLANOS ELECTRICOS

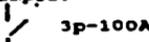
23.1 Símbolos gráficos para diagramas de Ingeniería eléctrica.

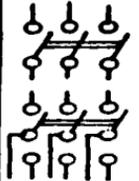
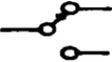
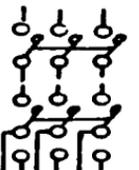
23.1 --Graphical symbols for Electrical Engineering Diagrams

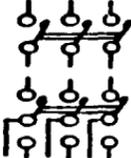
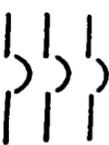
No.	Description	Symbol	Remarks
1	Contact		<p>Manual Contact. normally open</p> <p>Manual contact. normally closed</p>
2	<u>Pushbutton</u>		<p>Manually operated spring return momentary contact normally open</p> <p>momentary contact. normally closed</p>
3	Mechanical contact		<p>Use where switching of contact is performed by means other than electrical such as a limit switch. (normally open, instantaneous operation)</p> <p>idem normally closed</p>
4	Residual contact of Pushbutton		<p>Normally open</p> <p>Normally open</p>

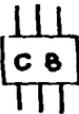
No.	Description	Symbol	Remarks
5	Delay contact	 	Normally open with limited time for the closure for example:
		 	Used specially to designate normally closed with a given time to open
6	Delay contact	 	Normally open Closes with time when the coil is energized
		 	Normally closed Opens with time when the coil is energized
7	Hand Reset Contact	 	Contact to be manually reset by means of electromagnet. Normally open For example thermal relay contact of hand reset type
		 	normally closed
8	Contact of electromagnetic contactor	 	1 Show main contactor 2 Show number of poles and rated current $\frac{+}{-}$ 3F100A; for example
9	Control Switch (lever Switch)	 	Operating by handle (lever switch) Open Closed

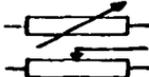
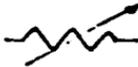
No.	Description	Symbol	Remarks
10	Limit switch		Normally Open Hold Closed Normally Closed Hold Open
11	Foot switch		Normally Open Normally Closed
12	Pressure & Vacuum switch		Normally Open Normally Closed
13	Liquid level switch		Normally Open Normally Closed
14	Temperature actuated switch		Normally open Normally closed
15	air flow or water flow		Normally open Normally closed

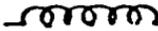
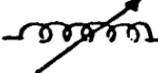
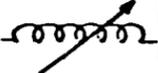
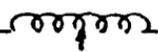
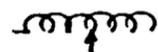
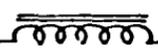
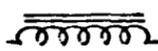
No	Description	For single line diagram	for multiline diagram	Remarks
16	Pilot Lamp			A: amber B: blue C: clear G: green R: red W: White For example 
17	Relay contact of auxiliary switch contact	 	 	Normally Open Normally closed
18	Toggle switch		 	For single pole single throw For single pole double throw
19	Disconnecting switch (general)	 	3-pole  3 poles 	Show the rated current for example:  When the basic switch symbols are shown in the closed position on a diagram, terminals must be added for clarity Double throw

No.	Description	For single diagram	For multiline diagram	Remarks
20	Power operated disconnecting switch (general)			<p>Show the retarded current Group operation no load single throw</p> <p>double throw group operation</p>
21	Disconnector			3 poles manual operation
	Disconnector			3 poles removable manual operation
22	Selector			two positions
23	Hand operated disconnecting switch for on-load switching			<p>show the rated current Single throw</p> <p>Double throw</p>

No.	Description	For single line diagram	For multiline diagram	Remarks
24	<p>Power operated disconnecting switch for on load switching (excluding operation by solenoid)</p>			<p>Show rated current One throw</p> <p>Double throw</p>
25	Knife switch			<p>a) shows 1 pole b) shows 3 poles</p> <p>When the basic switch symbols are shown in the closed position in a diagram, terminals must be added for clarity</p>
26	Air circuit breaker (general)			<p>Show kind of breaker interrupting current and rated current</p> <p>for example ACB 2P-100A 30KA</p>
27	Thermal relay			

No.	Description	For single line diagram	For multiline diagram	Remarks
28	Air circuit breaker with thermal overload device			
29	Air circuit breaker with magnetic overload device			
30	DC highspeed circuit breaker			
31	AC circuit breaker (general)			<p>Shows kind of breaker rated current and interrupting current</p> <p>for example:</p>  <p>MBS 3p-600A 250 MVA</p>
32	Slip-ring			

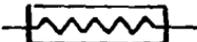
No.	Description	For single line diagram	For multiline diagram	Remarks
33	Plug-in connector	 Receptacle Plug		The asterisk is not part of the symbol. The type of contacts may be indicated: male (→) or female (←)
34	Controlling electromagnetic coil			The asterisk is not part of the symbol. Always replace the asterisk by a device designation
35	Impedance			
36	Variable impedance			
37	Resistor			
38	Resistor adjustable or continuous adjustable			
39	Resistor Non-linear			

No.	Description	For single line diagram	For multiline diagram	Remarks
40	Inductor (general)			
41	Continuously adjustable inductor			
42	Adjustable inductor			
43	Inductor with magnetic core			
44	Capacitor			
45	Variable capacitor			
46	Variable capacitor with mechanical linkage of unit			
47	Polarized capacitor			

No.	Description	For single line diagram	For multiline diagram	Remarks
48	Battery or DC source (general)			<p>1. Polarity shall be long line for positive and short line for negative</p>  <p>2. In case many cells are connected, may be used</p>
49	Rectifier (general)			The arrow head shall be of equilateral triangle, and show the direction of direct current flow.
50	Rectifier (bridge connection)			
51	AC power source (general)			
52	Generator			<p>If necessary, AC or DC may be distinguished as below</p>  <p> kVA  kVA</p>
53	Electric motor			<p>If necessary, AC or DC may be distinguished as below</p>  <p> kW  kW</p>

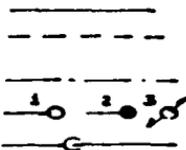
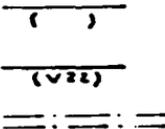
No.	Description	For single line diagram	For multiline diagram	Remarks
	Lightning arrester			
	Fuse (general)			Show rated current for example 10A
	Enclosed Fuse			Ditto
	Disconnecting fuse-switch			Show kind of fuse and rate current. for example PF 100A
	Terminal track			
	Cable Termination			

23.2.-Graphical Symbol for Electrical Wiring Diagram

Description	Symbol	Remarks
Generator		
Electric motor	 	a. for one line diagram b. for layout drawing
Electric heater	 	a. for one line drawing b. for layout drawing
Liquid resistor		
Resistor (general)		
Pushbutton		
Pushbutton Station		Amperemeter CA  Voltmeter CA  Wattmeter CA 
Automatic control switch		Float Switch Mechanical
		Limit Switch- Mechanical
		Pneumatic Switch - Mechanical
		Thermostat

Description	Symbol	Remarks																
<p>Lightning fixture Incandescent lamp directly fixed type bracket type self standing type self standing type flood light pipe pendant type</p>	<p>(for plan view)</p>	<p>Show capacity and type of lighting fixture. for example: (P) EP.200</p> <p>a: 90° Bracket b: 45° Bracket c: 90° base plate type d: 45° base plate type</p> <p>e: 90° with junction box type f: 45° with junction box type</p> <p>Special Identification</p> <table border="0"> <tr><td>Weather proof</td><td>WP</td></tr> <tr><td>Vapor tight</td><td>VT</td></tr> <tr><td>Water tight</td><td>WT</td></tr> <tr><td>Rain tight</td><td>RT</td></tr> <tr><td>Dust tight</td><td>DT</td></tr> <tr><td>Explosion Proof</td><td>ET</td></tr> <tr><td>Grounded</td><td>G</td></tr> <tr><td>Recessed</td><td>R</td></tr> </table> <p>(○) : Used for emergency</p>	Weather proof	WP	Vapor tight	VT	Water tight	WT	Rain tight	RT	Dust tight	DT	Explosion Proof	ET	Grounded	G	Recessed	R
Weather proof	WP																	
Vapor tight	VT																	
Water tight	WT																	
Rain tight	RT																	
Dust tight	DT																	
Explosion Proof	ET																	
Grounded	G																	
Recessed	R																	
<p>Mercury vapour lamp directly fixed type pipe pendant type bracket type self standing type self standing type self standing type self standing type flood light</p>		<p>Show capacity and type of lighting fixture. for example (HP) EP.300</p> <p>a: 90° Bracket b: 45° Bracket c: 90° base plate type d: 45° base plate type e: 90° buried type f: 45° buried type g: street light of buried type h: street light of base plate type</p> <p>(○) Used for emergency</p>																

Description	Symbol	Remarks
Fluorescent lamp directly fixed type pipe pendant type	 	Show capacity, number of tube and type of lighting fixture for example EP 40W x 2   : Used for emergency
Receptacle	 	Show capacity, number of poles and type of recept   EP 2P-10A Single Receptacle Duplex Receptacle
Pullbox		
Distribution panel for lighting		Show protection type of distribution panel
Motor or Other Power Controller		Ditto
DC switch board		Ditto
Tumbler Switch	 S	Ditto
Remote control relay		Ditto
Bell		Ditto
Buzzer		Ditto

Description	Symbol	Remarks
Grounding		
Lighting rod		for side view
Lighting rod		for plan view
Test terminal		for lighting device
<p>Wiring</p> <p>conduit pipe</p> <p>concealed</p> <p>underground</p> <p>conduit pipe</p> <p>different levels</p>		<p>Show kinds of cable, size of cable and number of cables</p> <p>rated voltage</p> <p>kinds of cables</p> <p>number of cable core</p> <p>600 V TWN 1C</p> <p>6AWG X 3</p> <p>cable size</p> <p>number of cables</p> <p>1: up</p> <p>2: down</p> <p>3: up and down</p> <p>Left side: lower, Right side higher</p>
<p>Protection of wiring rigid conduit</p> <p>polyvinyl chloride tube</p> <p>concrete cable duct</p>		<p>1. show pipe size inside ()</p> <p>2. Show wire size and number of wire by wiring symbol in case of wire</p> <p>number of wires</p> <p>12(19)</p> <p>wire size</p> <p>conduit size</p>
busway		

Description	Symbol	Remarks
Ballast for fluorescent lamp		1. No marking of built in type shall be made
Ballast for mercury vapour lamp		1. No marking of built in type shall be made
Gas tube sign transformer		Show secondary no-load-voltage
Remotecontrol transformer		Show capacity and secondary voltage, if need
Steel tower		
Steel pole		
Concrete pole		
Wooden pole		
Paging system Main Apparatus Speaker Hand set station	  	Special identification shall be made for speaker and hand-set station Capacity shall be shown for speaker
Fire alarm system Control Panel Manual Alarm Station Pilot Lamp	  	Special identification shall be shown for detector, manual alarm station, and pilot lamp

CAPITULO 4 CONCLUSIONES

CAPITULO 4 CONCLUSIONES

Basicamente la intención de este documento es ayudar a conocer la existencia de las normas nacionales e internacionales, códigos y manuales que pueden estar involucrados en un proyecto eléctrico con clasificación de "Áreas Peligrosas".

La diversidad de los procesos, determinan características especiales para la elaboración de la ingeniería y ejecución del proyecto, ampliando de una manera particular la aplicación de materiales, mano de obra y pruebas que intervienen en diferentes tipos de proyecto. Pero todo tipo de proyecto eléctrico, puede ser analizado de manera general tomando en cuenta su servicio, aplicación, seguridad, costos y calidad.

El conocimiento virtual de normas y códigos nacionales e internacionales para la planeación y ejecución de todo tipo de proyecto, disminuye considerablemente: costos y riesgos, talcs como inadecuada selección de material, mala calidad de la mano de obra, los cuales pueden provocar accidentes graves. La adecuada selección de materiales, mano de obra; conocimiento del alcance del proyecto y especificaciones de materiales bien definidos, determinan y garantizan la confiabilidad y seguridad de las instalaciones, equipos y personal que forman parte del proyecto, en su ejecución, arranque, operación y mantenimiento.

La utilización de materiales de calidad certificada garantizan el funcionamiento de estos en la operación de los diferentes procesos (según su aplicación). Para todo tipo de proyecto, es de conocimiento general el impacto que causan los costos de materiales y mano de obra. Sin embargo en un proyecto eléctrico con clasificación de áreas peligrosas, es más importante conocer y aplicar las normas, códigos materiales y mano de obra que deben de aplicar en el proyecto según el alcance del mismo, para disminuir las condiciones de riesgo en la operación de las instalaciones y dar la seguridad que exigen las normas nacionales e internacionales al personal, equipos e instalaciones.

BIBLIOGRAFIA

- **NORMA OFICIAL MEXICANA NOM 001-SEMP-1994, RELATIVA A INSTALACIONES DESTINADAS AL SUMINISTRO Y USO DE LA ENERGIA ELECTRICA.**
- **TECNOLOGIA APLICADA EN LA CAPACITACION Y APLICACION DE LOS ELEMENTOS DE ALUMBRADO.**
JUAN IGNACIO LIMA VELASCO.
- **NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS.**
EDICION 1988.
EDITORIAL LIBROS ECONOMICOS.
- **MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES "VOLTRAN".**
- **A.P.I. (AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE)**
- **N.F.P.A. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION).**
- **N.E.M.A. (NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION).**
- **N.E.C. (NATIONAL ELECTRICAL CODE).**
- **NORMA PEMEX "CS-C001".**
- **NORMA PEMEX "GS-E001".**
- **NORMA PEMEX "CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS Y SELECCION DE EQUIPO ELECTRICO". SEGUNDA EDICION, 1975.**
- **NORMA PEMEX "SISTEMAS DE CONEXION A TIERRA". PRIMERA EDICION, 1974.**
- **NORMA PEMEX "CANALIZACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS". PRIMERA EDICION, 1975.**
- **NORMA PEMEX "PROYECTO Y DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES". PRIMERA EDICION, 1970.**
- **NORMA PEMEX "ALUMBRADO EN PLANTAS INDUSTRIALES". PRIMERA EDICION, 1974.**