

75  
2eg



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS  
EN AREAS PELIGROSAS**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**  
P R E S E N T A:  
**RAMIREZ TREJO SALVADOR**

**DIRECTOR DE TESIS:  
ING. ARTURO MORALES C.**



**MEXICO, D. F.**

**1999**

**TESIS CON  
FOLIO DE ORIGEN**

272118



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.

## A LA FACULTAD DE INGENIERIA

Quiero agradecer a todas las personas que me brindaron su apoyo durante el desarrollo de este trabajo, amigos, compañeros Y a la Facultad de Ingeniería. En especial al Ing. Arturo Morales, por su Interés, comprensión y apoyo.

Gracias

**A mis Padres**

**Por todo el apoyo que siempre me han brindado,  
Por todos los momentos de sacrificio que  
Han tenido que hacer para que el día de hoy  
Pueda escribir estas líneas.**

**A mis hermanos Jorge, Jaime, Norma y Laura**

**Por todos los grandes momentos que a lo largo  
De nuestra vida hemos compartido juntos**

**A mi Esposa Rosario y Mi Hijo Josué Neri**

**Por todo el impulso recibido de ustedes  
Compresión, Apoyo, Confianza y Cariño  
Que siempre me Han Brindado.**

**Salvador**

# INDICE GENERAL

PAGINA

## I. INTRODUCCION

### CAPITULO I

#### CARACTERISTICAS GENERALES DE UN SISTEMA ELECTRICO.

1.	INTRODUCCION.	002
2.	CONSIDERACIONES BASICAS DE DISEÑO.	002
3.	GUIA PARA LA PLANEACION DE UN SISTEMA ELECTRICO.	003
4.	ELEMENTOS GENERALES DE UNA INSTALACIÓN ELECTRICA.	008
5.	ELEMENTOS PRINCIPALES CONSTITUTIVOS DE UNA INSTALACIÓN ELECTRICA.	012
6.	ASPECTOS RELEVANTES SOBRE LA REGLAMENTACION.	013

### CAPITULO II

#### CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS.

1.	UBICACION Y REQUISITOS GENERALES.	024
2.	DEFINICIONES RELEVANTES.	024
3.	CLASIFICACION POR CLASES Y DIVISIONES.	027
4.	GRUPOS DE ATMOSFERAS PELIGROSAS.	031
5.	CONDICIONES DE INCENDIO O EXPLOSION.	033
6.	LIQUIDOS INFLAMABLES.	034
7.	LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.	034
8.	MARCAS DE IDENTIFICACION.	034

### CAPITULO III

#### EXTENSIONES DE LAS AREAS PELIGROSAS.

1.	LIMITES DE LAS AREAS PELIGROSAS.	044
2.	LUGARES LIBREMENTE VENTILADOS.	044
3.	LUGARES CERRADOS.	045
4.	GARAJES COMERCIALES, DE REPARACION Y ALMACENAMIENTO.	046
5.	HANGARES DE AVIACION.	047
6.	DISPENSARIOS GASOLINA Y ESTACIONES DE SERVICIO.	048

# INDICE GENERAL

	<b>PAGINA</b>
7. PLANTAS DE ALMACENAMIENTO DE GRAN VOLUMEN DE MATERIAL PELIGROSO.	050
8. APLICACIONES DE ESPRAY, INMERSION Y PROCESOS DE PINTURA.	054
9. LUGARES DE CUIDADO PARA LA SALUD.	055

## CAPITULO IV

### SELECCION DE MATERIALES, EQUIPOS Y METODOS DE INSTALACION.

1. INSTALACIONES EN LUGARES CLASE I.	079
2. INSTALACIONES EN LUGARES CLASE II.	092
3. INSTALACIONES EN LUGARES CLASE III.	101
4. SELECCION DE MATERIALES ELECTRICOS.	105
5. CLASIFICACION DE EQUIPO EN AREAS PELIGROSAS.	105
6. BLINDAJES A PRUEBA DE EXPLOSION.	106
7. SISTEMAS A PRESION.	108
8. TUBERIAS CONDUIT.	109
9. CAJAS DE CONEXIONES.	110
10. CONDULETS.	111
11. SELLOS Y DRENES.	111
12. ACCESORIOS.	113
13. COPLES FLEXIBLES.	113
14. CONTACTOS Y CLAVIJAS.	113
15. CABLES CON AISLAMIENTO MINERAL.	115
16. TABLEROS.	116
17. EQUIPO DE CONTROL.	117
18. MOTORES Y GENERADORES.	119
19. ALUMBRADO.	120
20. EQUIPO INTRINSECAMENTE SEGURO.	124
21. MANTENIMIENTO.	125

# INDICE GENERAL

	<b>PAGINA</b>
<b>CAPITULO V</b>	
<b>EJEMPLO DE APLICACION.</b>	
EJEMPLO DE APLICACION.	140
PROYECTO DE ALUMBRADO.	151
PROYECTO DE FUERZA.	157
APENDICE DE CARACTERISTICAS DE EQUIPO Y TABLAS DEL CAPITULO V.	162
CONCLUSIONES.	173
BIBLIOGRAFIA.	176

# INTRODUCCION



## INTRODUCCION

Desde sus inicios el Ingeniero se ha preocupado por brindar un mejor servicio, proporcionar confiabilidad, flexibilidad, economía, así como seguridad de la humanidad y del medio ambiente. Debido a la necesidad que día con día se requiere, la industria eléctrica se ha ido desarrollando para satisfacer las necesidades del momento.

Las instalaciones eléctricas deben realizarse dependiendo del medio involucrado, tomando en consideración los agentes químicos y físicos como son el desgaste, la corrosión, la oxidación, la presencia de polvo, agua, vapores, humedad etc. Una de las inquietudes que tiene la ingeniería eléctrica es la protección del medio ambiente así como la seguridad de las personas y esto le ha llevado años de estudio para poder clasificar algunas áreas como son:

- 1) Areas peligrosas o clasificadas debido a la presencia de gases inflamables, polvos combustibles y fibras o pelusas de fácil ignición.
- 2) Areas de ambientes ordinarios.
- 3) Areas de ambientes corrosivos.

Para poder clasificar este tipo de áreas el ingeniero como autoridad competente debe tener conocimiento de las propiedades físicas y químicas de los líquidos, gases, soluciones, vapores, polvos etc., que estén involucrados en el área de estudio, así como las variables comunes, como son la presión, temperatura y la reacción de la materia misma en presencia de la electricidad y la luz.

Para las diferentes áreas de la ingeniería existen normas y reglamentos que establecen las condiciones de seguridad que deben de cumplir sus instalaciones, para la ingeniería eléctrica se tiene la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMP-1994, el National Eléctrico Code (NEC), etc.

Las áreas peligrosas o clasificadas serán los puntos que tomaremos en el desarrollo de nuestra investigación.

Hoy en día las industrias de proceso trabajan con productos más inflamables y más potencialmente explosivos, que nunca antes. El crecimiento de tales industrias como la petrolera, la de metales ligeros, la de plásticos, la química, la textil, etc., parecen indicar que las áreas de peligro están en constante aumento. Al mismo tiempo los avances tecnológicos tan rápidos que se han obtenido durante los últimos años, han aumentado considerablemente la cantidad y la variedad de los equipos eléctricos usados para estas industrias.

Así pues, tenemos aquí una combinación peligrosa, más y más áreas con atmósferas potencialmente explosivas, y más y más equipo eléctrico, instrumentos de control, de iluminación, etc, que deben de operar con seguridad dentro de ellas.

La seguridad eléctrica es por lo tanto de importancia crucial. Las instalaciones eléctricas deben ser hechas de tal manera que se elimine totalmente la posibilidad de la ignición accidental de

líquidos inflamables, vapores, polvos, fibras o pelusas que estén flotando en el aire. Además puesto que mucho del equipo eléctrico es usado a la intemperie o en atmósferas corrosivas, los materiales y su acabado deben ser tales que reduzcan al mínimo los costos de mantenimiento y las interrupciones.

De esta manera llamamos área clasificada o peligrosa, a la zona en donde pueden estar presentes vapores, líquidos, gases, polvos o fibras de características inflamables o combustibles en el aire en suficientes cantidades para producir una mezcla explosiva o inflamable.

Los ambientes son clasificados dependiendo de las propiedades de los vapores, líquidos, gases, polvos o fibras combustibles o inflamables presentes en dicha zona, agrupados de la siguiente manera:

Clases y divisiones:

clase I) presencia de líquidos, gases o vapores combustibles o inflamables.

clase II) presencia de polvos combustibles o inflamables.

clase III) presencia de fibras o pelusas inflamables o combustibles y en grupos de atmósferas:

clase I) grupos A, B, C y D.

clase II) grupos E, F y G

Otro punto importante en las instalaciones eléctricas es la selección de los equipos, los cuales deben de estar diseñados para trabajar en el área que son requeridos, si las normas no lo solicitaran o exigieran, las instalaciones estarían siempre en riesgo de provocar accidentes, es por eso que cada producto o equipo debe estar diseñado para el medio involucrado.

La limitación de las áreas, es una parte importante en el diseño, ya que de esta dependen las instalaciones y el uso de equipo especial, así como el incremento en su costo.

El objetivo de este trabajo es tener los elementos básicos para diseñar una instalación eléctrica dentro de las áreas consideradas peligrosas, debido a la presencia de gases, vapores, líquidos inflamables, polvos combustibles, fibras o pelusas dispersas en el aire, donde dichos materiales resultan fácilmente inflamables, limitando las áreas donde estas concentraciones tienen la posibilidad de explotar o incendiarse y poder seleccionar los materiales, equipos y procedimientos de instalación que cumplan con los requisitos que establecen las normas y reglamentos.

El presente trabajo está constituido de 5 capítulos, en el primero de ellos, se trata de una manera general las características de una instalación eléctrica, en el capítulo 2 se establece la clasificación de las áreas consideradas como peligrosas, de acuerdo a su clase y división a la que pertenecen, así como al tipo de atmósfera en la cual están involucradas, en el capítulo 3 se establecen las normas necesarias para delimitar una área peligrosa de acuerdo con la

actividad realizada, formas de almacenamiento de material peligroso, traslado del mismo, y aquellos procesos típicos en los cuales se requiere el manejo de material peligroso, en el capítulo 4 se mencionan los requisitos mínimos que debe cumplir los materiales, equipos y métodos de instalación en un lugar peligroso, así como la selección adecuada de Ellos, en el último capítulo se trata un ejemplo práctico de aplicación para realizar una instalación eléctrica dentro de una área clasificada como peligrosa, esperando que en un futuro este trabajo sea de utilidad para todo aquel ingeniero que por fortuna se vea involucrado en su vida profesional con este tipo de instalaciones.

# CAPITULO I

## CARACTERISTICAS GENERALES DE UN SISTEMA ELECTRICO

## CAPITULO I

### CARACTERISTICAS GENERALES DE UN SISTEMA ELECTRICO.

#### 1.- INTRODUCCION.

La metodología a seguir en el diseño de una instalación eléctrica industrial, cubre básicamente los conceptos más importantes que intervienen en ella, como son las condiciones necesarias para que sea adecuada, los métodos y sistemas usados en el diseño y construcción, así como las características que deben cumplir los materiales y equipos de acuerdo con las normas y reglamentos.

Es muy importante planear el sistema eléctrico que se va a incluir en la distribución de energía eléctrica en una planta de proceso, ya que esto influye en la continuidad de la producción en la planta y la confiabilidad en los servicios de la misma. Por tal motivo es importante seleccionar un buen sistema desde el anteproyecto de la planta, para lo cual hay que considerar recomendaciones, códigos y normas de ingeniería.

Es importante proyectar en base al menor costo, sin descuidar la calidad de los equipos y materiales, ya que estos podrían repercutir en problemas de calidad, fallas, problemas de operación, poca flexibilidad y problemas de mantenimiento. El sistema eléctrico de una planta industrial es muy importante ya que forma parte de todo un proceso productivo y considerado como una parte vital. Se debe planear un sistema eléctrico con la participación del personal de producción, ya que ellos conocen el proceso, y podrían indicarnos cuales maquinas podrían quedar fuera en caso de una emergencia, la localización más adecuada del equipo, así como todo tipo de cambios futuros. También se debe consultar al personal de mantenimiento, que en base a sus programas pueden recomendar que características debe tener la instalación para efectuar un adecuado mantenimiento con facilidad y sin riesgo.

Otro aspecto importante es la coordinación del equipo de ingeniería con los grupos de construcción mecánica, civil, proceso, hidráulicas, y toda construcción involucrada, ya que esto redundara en un buen diseño eléctrico. Es importante que durante la planeación de la planta y la distribución del equipo de producción, se inicie el proyecto eléctrico con objeto de llevar a cabo un adecuado costo razonable, que haga posible en conjunto lograr la mejor alternativa de diseño

#### 2.- CONSIDERACIONES BASICAS DE DISEÑO

A continuación se listan los puntos básicos que deben ser considerados en el diseño de un sistema eléctrico ya que este puede ser tan complicado o tan simple que consista en una sola carga, pero es importante que, además, la instalación sea adecuada.

A) CONVENIENCIA. Debe ser congruente con el sistema de suministro de la compañía abastecedora de energía eléctrica, además el equipo debe ser estándar con el existente en el mercado.

B) **CAPACIDAD.** Deben ser capaces todas sus partes de conducir las corrientes de régimen establecido por el uso, así como prever reservas lógicas en todas sus partes.

C) **SEGURIDAD.** Se debe considerar la seguridad del equipo, personal, mantenimiento, fallas de operación y la vida de las personas, ya que no es reparable, sin embargo, una propiedad si puede ser evaluada económicamente.

D) **CONFIABILIDAD.** Depende del tipo de proceso, algunas plantas toleran interrupciones, otras no, debe ser confiable por lo que las fallas deben aislarse con un mínimo disturbio del resto del sistema.

E) **SIMPLICIDAD.** Una vez satisfechos los requerimientos del proceso, el sistema debe ser tan simple como sea posible.

F) **REGULACION DE LA TENSION.** Una mala regulación produce daños en los equipos, por lo que debe proveerse la máxima estabilidad del voltaje, proporcionando la cantidad de energía necesaria en cada punto.

G) **MANTENIMIENTO.** Debe haber acceso con seguridad y facilidad para limpieza, reparaciones, ajustes y mantenimiento rutinario.

H) **FLEXIBILIDAD.** Para sistemas eléctricos medianos se debe tener adaptabilidad, desarrollo y expansión, así como la posibilidad de cambios durante la vida de la planta, considerando los voltajes de operación, clasificación de equipo, espacio para equipo adicional y capacidad para incremento de carga.

I) **COSTOS INICIALES.** Es un factor importante para decidir entre las distintas alternativas al iniciar un proyecto.

### **3.- GUIA PARA LA PLANEACION DE UN SISTEMA ELECTRICO.**

A continuación se describe una guía con los pasos recomendables a seguir en el diseño de un sistema eléctrico de distribución industrial.

#### **a) LEVANTAMIENTO DE CARGAS.**

Para obtener el levantamiento de cargas, se deberá determinar el numero de motores, su potencia, datos de placa, tipo de alumbrado y todo tipo de instrumentos y equipos a alimentar, elaborando una distribución del equipo y sus características eléctricas, potencia, tensión, fases, etc. Para este tipo de levantamientos, es posible ayudarnos, con la existencia de estimaciones, mediante el uso de tablas de cargas típicas por área, por función en industrias similares a la proyectada. (Ver tabla 1.1)

#### **b) DETERMINACION DE LA DEMANDA.**

La demanda es obtenida con la suma de los VA nominales de las cargas, donde se proporciona la carga conectada total. Tomando en cuenta que algunos equipos operan a menos de su

capacidad plena y otros lo hacen intermitentemente esto hace que la demanda resultante sea menor que la carga instalada.

**FACTOR DE DEMANDA.** El factor de demanda se define como la razón entre la demanda máxima y su carga total instalada, en un intervalo de tiempo, generalmente este valor resulta menor que la unidad ya que el valor de la carga total instalada es siempre mayor que el valor de la demanda máxima. Ver tabla 1.2 (ARTICULO 100, NOM-001-SEMP-1994)

F.D. = DM / CT                      Donde:

F.D. = Factor de demanda

DM = Demanda máxima es el valor que se presenta en una carga en un periodo de trabajo previamente establecido.

CT = Es la suma de las potencias nominales de los equipos conectados en KW o KVA.

### c) ARREGLO ELECTRICO.

Existen diversos tipos de sistemas de distribución adecuados a los requerimientos de una planta de proceso, en general un sistema es más costoso mientras más confiable es, algunos procesos no son afectados por las interrupciones, un sistema radial puede aplicarse en este caso, otros no toleran interrupciones y requieren el sistema lo más confiable posible con fuentes de energía. Para dar mantenimiento a sistemas que alimentan procesos continuos se requieren sistemas dobles, diseñados para trabajar sobre ellos con seguridad. Un sistema que no puede ser mantenido por razones de continuidad en el proceso, es un mal sistema.

Es muy importante la selección del sistema ya que de este depende en el futuro del buen funcionamiento y mejores programas de mantenimiento.

Aunque los sistemas eléctricos de distribución han sido siempre parte esencial de cualquier proyecto de generación y venta de energía eléctrica, su diseño fue considerado por muchos años un arte más que una ciencia.

Es reciente, sobre todo en los países en desarrollo, cuando se ha hecho palpable la necesidad de aplicar una cuidadosa tecnología eléctrica, destacándose en los últimos años el uso, tanto de las computadoras analógicas como digitales a la solución de los problemas, cada vez más complejos de la ingeniería de distribución.

A continuación se presentan algunos arreglos de diagramas unifilares, que pueden adecuarse a nuestro mejor requerimiento del sistema, observándose ventajas y desventajas así como el uso de los principales sistemas de distribución de energía eléctrica. Fig. 1.1,1.2,1.3, TAB 1.3.

### d) CLASIFICACION DE LAS AREAS PELIGROSAS.

Cada vez es más importante hacer los estudios de la clasificación de áreas peligrosas en las plantas con procesos donde se manejan gases, vapores, polvos o fibras combustibles e inflamables, ya que de ellos depende la selección de los equipos y materiales eléctricos a utilizar.

A lo largo de la descripción de los capítulos se proporcionará la información necesaria para hacer un estudio de áreas peligrosas. (ARTICULO 500 AL 517, NOM-001-SEMP-1994)

#### e) SISTEMA DE RED DE TIERRAS.

Uno de los aspectos principales en las plantas de proceso, para la protección de las personas, equipos, aparatos e instalaciones en general en el momento de una falla o descarga eléctrica, es la de disponer de una red de tierras adecuada, a la cual se conectan los neutros de los aparatos, los pararrayos, las estructuras metálicas, los tanques de los aparatos y todas aquellas otras partes metálicas que deben de estar a potencial de tierra.

Los cortos circuitos originados por accidentes o por deterioro de los equipos pueden provocar perdidas humanas y del equipo, el sistema de red de tierras sirve también para que estas corrientes puedan ser disipadas en el terreno.

#### f) LOCALIZACION DEL EQUIPO.

En general entre más cerca se localicen los transformadores del centro de carga del área servida, menores serán los costos del sistema de distribución, además de hacer previamente una evaluación técnico económica.

Es importante coordinarse desde el principio con los proyectistas para dejar espacio disponible para equipos, ductos, registros, etc. y planear los trabajos civiles relacionados.

#### g) SELECCION DE TENSIONES.

Este es uno de los aspectos más importantes en el diseño de los sistemas de fuerza. Los niveles de tensión son determinados por la compañía suministradora además de que estas tensiones pueden ser usadas internamente en la planta. Dado que los niveles de tensiones en sistemas de distribución se han estado incrementando los equipos se han venido adecuando a ello así es posible tener dentro de un edificio industrial las siguientes tensiones:

15 a 25 KV	sin problemas
25 a 35 KV	realizar un estudio económico para su uso
35 KV o más	es probable que se deba reducir a una tensión menor

En la selección de tensiones dentro de una planta de proceso es necesario tener presente tres aspectos. La tensión de los dispositivos o aparatos que se van a utilizar, la tensión primaria disponible en compañía eléctrica, donde este voltaje no siempre es el más adecuado para conectar cargas directas a el, pero puede usarse para aumentar a subestaciones dentro de una planta y por último considerar la distancia a la cual se llevará la energía.

A continuación se da una referencia para seleccionar las tensiones en términos de la magnitud de la carga, esto es representativo y podría variar considerablemente en casos particulares.



**VOLTAJE**

220/120	Si el 70% de la carga es a 127 V y no excede de 300 KVA	
480	750 a 1500 KVA	
2400	Hasta 3000 KVA	
4160	Desde 1500 hasta 10,000 KVA	
4160 o 13800	De 10,000 a 20,000 KVA	
13800	mayores de 20,000 KVA	(Ver TAB. 1.4, NMX-J-1998)

**h) COMPAÑIA SUMINISTRADORA.**

Tan pronto como sea posible, debe efectuarse una reunión con la empresa de suministro eléctrico para determinar los requerimientos del servicio ya que si la carga es grande la compañía de electricidad debe planear los cambios para su red de distribución.

La planta industrial deberá proporcionar los siguientes datos a la compañía suministradora.

- Distribución de planta del edificio industrial
- La carga eléctrica de la planta, preferentemente demanda máxima en KVA
- Punto de acometida para la conexión del servicio
- Arreglo eléctrico que se desea de la compañía eléctrica
- Programa de construcción y de puesta en servicio
- Cargas muy grandes que se tengan fuera de lo usual
- Factor de potencia esperado
- Descripción de la carga conectada

La compañía suministradora proporcionará los siguientes datos.

- Tensiones disponibles o de suministro
- Ruta de las líneas y punto de suministro
- Tarifas
- Opciones en el suministro con subestación
- Espacio de la subestación si la provee la compañía
- Corto circuito y características del sistema en el punto de suministro
- Requerimientos para medición
- Requerimientos de coordinación con el sistema de protección de la compañía suministradora
- Alimentación de respaldo de ser necesario
- Estadística de fallas por año registradas anteriormente
- Datos sobre la confiabilidad de la red si es necesario

**i) GENERACION.**

Dependiendo de las regulaciones del país y de las características de la planta, así como sus condiciones de operación, además con un estudio técnico económico, se puede decidir en comprar la energía, tener generación de emergencia, tener alguna generación rodante o generar toda la energía.

Por lo común lo más económico es comprar la energía, pero existen procesos que requieren continuidad como son la industria del papel, la petroquímica, las del cemento y acero, y por lo tanto, son candidatas a generar su propia energía y además tener alguna generación rodante. Muchas industrias y plantas además de comprar la energía tienen generación de emergencia como un respaldo en el caso de una falla en el sistema.

#### j) DIAGRAMA UNIFILAR.

El diagrama unifilar de un sistema industrial es la representación de conectar en forma simbólica y a través de un sólo hilo todo el equipo que forma parte de la instalación. El diseño de una instalación eléctrica tiene su origen en el diagrama unifilar, que resulta del estudio de las necesidades de la carga y con proyección a un futuro de mediano plazo, el diagrama unifilar debe contener los siguientes datos:

- Definición de las fuentes de energía, tensiones de manejo y corrientes de corto circuito.
- Tipo, tamaño, capacidad y número de conductores del sistema.
- Características de los transformadores (KVA, tensiones, impedancia, conexiones y métodos de puesta a tierra.
- Relaciones de los transformadores de potencial (TP) y de corriente (TC).
- Indicación de las cargas de alumbrado, de instrumentos, de contactos trifásicos y todo equipo de utilización.
- Identificación de los aparatos de protección como relevadores, fusibles e interruptores.
- Otros equipos conectados.

#### k y m) ANALISIS DE CORTO CIRCUITO Y PROTECCION

Dentro de un sistema industrial, el cálculo de la corriente de corto circuito es esencial para el diseño de las protecciones adecuadas y el equipo dentro de la industria. Se deberá calcular el corto circuito presente en los principales componentes del sistema como tableros de alta y baja tensión, CCM, etc, diseñando un sistema de protección como una parte integral al mismo y no como un agregado posterior.

#### n) EXPANSION FUTURA.

Si se esta diseñando la expansión de un sistema existente, hay que cuidar que el equipo soporte la carga adicional y el nuevo corto circuito. Checando características de capacidad nominal, tensión, capacidad interruptiva, operación de interruptores y coordinación de protecciones. Estudiando la mejor manera de conectar la nueva parte con mínimo costo de construcción y perdidas de producción. Si la planta es nueva, conviene prever que la carga en mayor o menor grado tendrá que crecer. Por lo tanto el sistema debe diseñarse para crecer. También es conveniente incluir en el diagrama unifilar los puntos donde se desean hacer mediciones y sus características, sin olvidarse de indicar las aplicaciones futuras que se hayan considerado o planes futuros.

#### p) OTROS REQUERIMIENTOS.

#### SEGURIDAD, COMUNICACIONES Y MANTENIMIENTO.

Es necesario adecuar la seguridad en todas las partes del sistema eléctrico, importante son la seguridad de la vida y la preservación de la propiedad, estos son dos de los más importantes factores en el diseño del sistema eléctrico.

Cualquier plan para la protección de una planta debe incluir un sistema seguro de comunicación como teléfonos, circuito cerrado de televisión, voceo, intercomunicaciones, etc.

Debe planearse el sistema de tal forma que se pueda efectuar el mantenimiento preventivo, proporcionando espacio para trabajar en los locales, acceso fácil a inspección, medios de desconexión cuando se trabaja en el equipo. El sistema de mantenimiento debe planearse y puede incluir los siguientes objetivos, como limpieza, control de humedad, ventilación adecuada, reducir corrosión, mantenimiento de conductores, inspecciones y pruebas rutinarias, llevar estadísticas y aplicar reglamentos, códigos y normas.

#### **4.- ELEMENTOS GENERALES DE UNA INSTALACION ELECTRICA.**

El concepto instalación eléctrica lo podemos analizar desde dos principales puntos de vista externo e interno, desde el punto de vista externo, se deben considerar los elementos, formados por instalaciones de la compañía suministradora del servicio de energía. (CIA. de LUZ, CFE), como son la fuente de energía, el equipo de generación, el sistema de transmisión y el sistema de distribución.

Desde el punto de vista interno, el concepto "INSTALACION ELECTRICA", restringe los elementos de la compañía suministradora de energía y abarca solamente las instalaciones de la industria de proceso, integrados por la acometida, el equipo del servicio, el medio principal de desconexión, el medio principal de protección, su sistema de distribución y la carga.

##### **a) ACOMETIDA.**

La acometida es la línea de servicio formada por todos los conductores y equipo necesario, que ligan la red de distribución del sistema de suministro de la compañía de energía eléctrica, con el punto en que se conecta el servicio al sistema eléctrico de la planta de proceso o de la propiedad alimentada. (ARTICULO 100, 230, NOM-001-SEMP-1994)

En general, el servicio a un sistema eléctrico debe abastecerse por medio de una sola acometida, en el caso de requerirse más de una, debe cumplirse con lo que, al respecto, disponga la compañía suministradora en coordinación con la secretaría de patrimonio y fomento industrial en base al reglamento de la ley del servicio público de energía eléctrica, cuando sean instaladas en una canalización, esta no debe contener a otros conductores, excepto conductores de puesta a tierra, así también estos conductores no deberán pasar a través de otro edificio, inmueble o estructura, otras características de las acometidas y de su instalación están basadas en las normas y reglamentos propios de la compañía suministradora de energía eléctrica.

La acometida de acuerdo al tipo de línea que la abastece puede ser aérea o subterránea, además dependiendo de la tensión con que es abastecida puede ser en baja tensión desde una, dos o tres fases y con una potencia de 4000, 8000 y más de 8000 watts respectivamente, siendo esto abastecido desde una subestación la cual es propiedad de la compañía suministradora, en el

caso de recibir la energía en alta tensión para el uso de su planta, esta estará provista de una subestación la cual es propiedad del usuario.

#### b) EQUIPO DEL SERVICIO.

Es el conjunto de aparatos, propiedad de la compañía suministradora, bajo su cuidado, escenarios para el adecuado suministro del servicio eléctrico, tal como el equipo de medición, transformadores de instrumentación así como los gabinetes que lo contienen, cuchillas auxiliares, etc, que se encuentran instalados en el extremo de la acometida más próximo al servicio.

El equipo del servicio en una planta debe quedar en un local que este libre de material inflamable y que sea de dimensiones tales que permita al personal de la compañía suministradora efectuar, con facilidad y seguridad, la instalación, operación, mantenimiento y retiro del mismo equipo. Asimismo, deberá quedar localizado en lugar de fácil acceso para permitir el acceso al personal de la compañía suministradora.

Las partes vivas del equipo del servicio deben quedar protegidas por cubiertas, con el propósito de evitar contacto accidental. Así también los gabinetes del equipo de servicio deberán estar conectados a tierra adecuadamente.

#### c) MEDIO PRINCIPAL DE DESCONEXION.

Es el dispositivo o grupo de dispositivos por medio de los cuales los conductores de un sistema eléctrico de una planta pueden desconectarse, a voluntad, del sistema de la compañía suministradora. En cada servicio debe proveerse un medio que permita desconectar, del sistema de suministro, a toda la instalación servida y que constituya el medio de desconexión principal de la instalación del usuario. Este medio de desconexión debe instalarse después del equipo del servicio y debe ser un interruptor adecuado a la tensión de suministro y de la capacidad suficiente para desconectar la carga máxima que puede tomar el propio servicio.

El medio de desconexión principal debe ser de apertura simultánea y debe poder desconectar manualmente a todos los conductores activos de la instalación. Cuando este medio de desconexión no desconecte también al conductor conectado a tierra (neutro), debe proveerse otro medio, fácilmente accesible, para desconectar a dicho conductor; este medio puede ser una zapata u otro conector adecuado. El medio de desconexión debe indicar claramente si está en posición de abierta o cerrado.

Antes del medio de desconexión principal del usuario, pueden quedar conectados en el lado de abastecimiento, apartarrayos, circuitos para alumbrado de emergencia y para alarmas y sistemas contra incendio, con su respectiva protección contra sobrecorriente. (ARTICULO 230-F, NOM-001-SEMP-1994)

#### d) MEDIO PRINCIPAL DE PROTECCIÓN.

Como parte integrante del medio principal de desconexión adyacente al mismo, el usuario debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente en su instalación. Este dispositivo de

protección puede ser un juego de fusibles o un interruptor automático de capacidad interruptiva adecuada al cortocircuito máximo que se pueda presentar.

El objetivo de este dispositivo es desconectar automáticamente a la instalación servida de la red de suministro cuando ocurre una sobrecorriente que alcance un valor que pueda producir temperaturas excesivas en los conductores o aislamientos, como son los fusibles y los interruptores automáticos, los cuales deben tener la suficiente resistencia mecánica para soportar, abrir y extinguir el arco producido por la sobrecorriente. La condición de falla establece que la:

$$I. \text{ circulante} > I. \text{ diseño}$$

Es necesario también tener en consideración la capacidad interruptiva del dispositivo, la cual debe ser adecuada al corto circuito máximo posible del lugar. (ARTICULO 230-G, NOM-001-SEMP-1994)

#### e). SISTEMA DE DISTRIBUCION.

Un sistema de distribución eléctrico, es el conjunto de elementos encargados de suministrar la energía desde una subestación de potencia hasta el usuario. La función del sistema de distribución es tomar de la fuente de energía en bloque y distribuirla a los usuarios en los niveles de tensión normalizados y en las condiciones de seguridad exigidas por los reglamentos.

Dentro de las instalaciones industriales este bloque esta formado por los circuitos alimentadores, circuitos subalimentadores, los centros de distribución (tableros) y los circuitos derivados.

#### CIRCUITOS ALIMENTADORES Y SUBALIMENTADORES.

Es el conjunto de los elementos de un circuito, en una instalación de utilización, que se encuentra entre el medio principal de desconexión y la protección de los circuitos derivados. (ARTICULO 215, NOM-001-SEMP-1994)

#### CENTRO DE DISTRIBUCION (TABLEROS).

Los centros de distribución o tableros, tienen por objetivo distribuir la energía eléctrica, por grupos o zonas de utilización, derivando de él los circuitos, también protegen a los circuitos derivados y es el centro de operación de ellos.

#### CIRCUITOS DERIVADOS.

Los circuitos derivados, son el conjunto de conductores y demás elementos de un circuito que se extienden desde los últimos dispositivos de protección hacia las cargas. (ARTICULO 210, NOM-001-SEMP-1994)

#### f). CARGA.

La carga es la potencia que demanda, en un momento dado un aparato, maquina o un conjunto de aparatos de utilización conectados a un circuito eléctrico. Una carga es cualquier dispositivo

adecuado para absorber o transformar la energía eléctrica a otras formas de energía ya sea luminosa (lamparas), mecánica (motores), térmica (calefactores), o en cualquier otra forma de energía para su utilización.

Para ser determinada una carga se requiere tener conocimiento o definiciones de sus características, como son sus parámetros eléctricos, de localización y operación.

## CARACTERISTICAS DE UNA CARGA

parámetros eléctricos:

- Potencia
- Tensión
- F.P.
- Frecuencia
- Corriente demandada:
  - Nominal
  - De arranque
  - A rotor bloqueado

Localización De la carga:

- De su control
- De sus protecciones

Operación:

- Régimen de carga
- Tipo de servicio

Las cargas se pueden clasificar de la siguiente manera:

### DE ACUERDO CON EL SERVICIO

#### A) SERVICIO NORMAL.

Son aquellas cargas que están conectadas al sistema de alimentación de la compañía suministradora.

#### B) SERVICIO DE EMERGENCIA

Son aquellas cargas que estando también conectadas al sistema de alimentación de la compañía suministradora, se consideran básicas para proporcionar los servicios para lo cual han sido instaladas, por lo que en caso de falla, estas estarán conectas a un sistema de energía adicional (planta de emergencia), por el tiempo que dure la falla.

DE ACUERDO CON SU USO.

A) ALUMBRADO.

UTILITARIA.

Estas cargas sirven para proporcionar la energía luminosa necesaria para iluminar una determinada superficie, con su máximo aprovechamiento y con un mínimo de esfuerzo y fatiga. Este tipo de cargas se encuentran uniformemente distribuidas en función del nivel de iluminación.

ARQUITECTONICA.

El fin primordial de estas cargas es proporcionar los efectos de contraste entre luz y sombra para hacer resaltar las características particulares de una construcción ya sea con proyectores o luz rasante.

APARATOS.

CARGA DEFINIDA

Calefactores, acondicionadores de aire, aparatos domésticos, equipos de sonido, equipos telefónicos, alarmas, rayos X, etc.

CARGAS INDEFINIDAS.

Esta provee el uso de aparatos pequeños o de alumbrado suplementario, en una zona determinada, su uso implica utilizar elementos de conexión (contactos) y en este caso, no se tendrá determinada específicamente la carga que se conectará.

MOTORES.

Estas cargas están definidas por las características de placa de este dispositivo. (ARTICULO 430, NOM-001-SEMP-1994)

## **5.- ELEMENTOS PRINCIPALES CONSTITUTIVOS DE UNA INSTALACION ELECTRICA.**

a) DIAGRAMA GENERAL.

El diagrama general que se muestra en la figura 1.4, nos indica los principales elementos que constituyen una instalación eléctrica, desde la carga más elemental, pasando por los diversos dispositivos desde la acometida en la que entrara la alimentación por parte de la compañía suministradora.

b) DIVERSOS ELEMENTOS QUE LA COMPONEN.

Los elementos integrantes de una instalación eléctrica son los siguientes:

**b.1). DISPOSITIVOS DE RECEPCION DE ENERGIA.**

Los dispositivos de recepción de la energía están formados por las líneas de servicio, que son los conductores y el equipo que se usa para el suministro de energía eléctrica desde las líneas o equipos inmediatos del sistema general de abastecimiento, hasta los medios principales de medición y protección de la instalación alimentada, que integran la acometida como 1er elemento del diagrama general.

**b.2 y b.3). DISPOSITIVOS DE DESCONEXION Y PROTECCION PRINCIPAL.**

El 2o. y 3o. elementos están normalmente integrados en un sólo dispositivo, ya que de acuerdo con las normas técnicas, indica que la entrada de servicio debe tener un elemento que permita desconectar a todos los conductores de la instalación alimentada, así como un medio de protección contra sobrecorriente.

**b.4 y b.5) SISTEMA DE DISTRIBUCION.**

El sistema de distribución se acostumbra a dividir en primario y secundario, de acuerdo con las características de que la tensión de suministro se transforme o no en la instalación alimentada o también de acuerdo con las diferentes fases que se planeen en la distribución.

**b.6) DISPOSITIVOS DE UTILIZACION O CARGAS.**

Este será el dispositivo de nuestro sistema que nos representará al conjunto de elementos que usaran la energía eléctrica del sistema.

**6.- ASPECTOS RELEVANTES SOBRE LA REGLAMENTACION.**

La reglamentación en nuestro país así como en otros, tiene como objeto establecer aquellos requisitos técnicos y de seguridad de las instalaciones eléctricas, las cuales requieren mantenerse permanentemente actualizadas y por lo tanto deberán estar sujetas a revisión continua.

El objetivo de la reglamentación es la protección de la vida y las propiedades de las personas contra los riesgos que presentan el uso y el suministro de la energía eléctrica. Sus requisitos deben considerarse como requisitos mínimos de seguridad y en el caso general, su cumplimiento permite obtener un servicio satisfactorio, la solución de problemas específicos requiere la intervención del ingeniero o técnico encargado del proyecto o ejecución de la instalación y en su caso de la autoridad competente.

**CARACTERISTICAS.**

La condición básica mínima de seguridad, la establece el cumplimiento de la reglamentación. La reglamentación en nuestro país la podemos considerar formada por los siguientes conceptos:



## SOBRE METODOS Y SISTEMAS.

Mediante el reglamento de instalaciones eléctricas, el cual fue publicado el 22 de junio de 1981 y la "NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEMP-1994, Relativa a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica. Las cuales son de observación obligatoria en todo el país, con el propósito de establecer los requisitos que deben satisfacer las instalaciones eléctricas, a fin de establecer criterios básicos de diseño y requisitos mínimos que ofrezcan condiciones de seguridad para las personas y su patrimonio. Sus antecedentes son; el reglamento de obras e instalaciones eléctricas (1950), las Normas técnicas de instalaciones eléctricas NTIE y el código nacional eléctrico (1926) basado en NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC) de los Estados Unidos. El NEC esta patrocinado por "NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION", asociación privada, la cual es norma oficial de los EE.UU., la primera edición fue publicada en 1897 y ha sufrido múltiples revisiones, para lo cual funciona un comité permanente para su revisión.

## SOBRE LAS PERSONAS.

Mediante el capítulo XIX del reglamento de la ley de la industria eléctrica que se refiere a las personas capacitadas para proyectar y ejecutar obras de instalaciones eléctricas. Teniendo a los peritos responsables, con la función de verificar que los proyectos y obras eléctricas cumplan con las normas de seguridad, asesorar a los usuarios sobre el uso adecuado, seguro y económico, de la energía eléctrica, así como el mantenimiento y la operación adecuada de las instalaciones.

En el capítulo XIX del R.I.E., se clasifican los responsables de obras y proyectos de la siguiente manera:

**GRUPO I:** Esta integrado por profesionales Ingenieros Titulados de UNAM, IPN, UAM, ITESM, con facultades para proyectar, construir y operar instalaciones sin limite de capacidad o tensión.

**GRUPO II:** Esta integrado por egresados de CECYT, CENETI, ITR, o instituciones publicas o privadas de nivel técnico existiendo constancias de haber cursado, subestaciones, sistemas de utilización, plantas generadoras, sistemas de tierra, protección contra sobrecorriente, canalizaciones y conductores, estos estudios deberán estar registrados por la SEP.

**GRUPO III:** Esta integrado por obreros calificados, facultados para proyectos en baja tensión y con una capacidad no mayor de 100 VA, teniendo estudios relacionados, con sistemas de utilización, protecciones, conductores y canalizaciones.

## SOBRE MATERIALES.

Mediante el registro de "SEPAFIN", expedido por la dirección general de normas de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, de todos los materiales y equipos usados. (Es el antiguo registro de "SC-DGE" que hasta febrero de 1979 expedía la SECOM). Todas estas disposiciones, forman parte de la ley del servicio publico de energía eléctrica, publicada en el diario oficial el 22 de diciembre de 1975. Así también como las Normas Oficiales Mexicanas, NOM-EM-002-SCFI; Destinadas a productos eléctricos, conductores, alambres, cables, especificaciones de seguridad

y métodos de prueba, NMX-B-208, 209, 210, Destinadas a fabricantes de tubos de acero para la protección de conductores eléctricos (tubo conduit) tipo pesado, semipesado y ligero.

### CONTROL ESTABLECIDO POR LA REGLAMENTACION.

La autoridad que vigila el control de la reglamentación en México, y finge como órgano rector de instalaciones eléctricas de utilización es la Secretaría de Comercio y Fomento industrial, a través de la subsecretaría de comercio interior dirección general de inspección y vigilancia, dirección de electricidad y gas, departamento de proyectos e instalaciones, de la dirección general de normas.

La SECOFI tiene como función:

- Verificar que los proyectos eléctricos se apeguen a la reglamentación vigente. (Revisión y estudio de proyecto)
- Verificar que las instalaciones sean seguras. (Inspección y revisión de instalaciones).
- Registro y control de las personas registradas como UNIDADES DE VERIFICACION
- Actualización de normas y disposiciones relacionadas con la seguridad eléctrica.  
Por otro lado tenemos como legislación eléctrica la "LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA" (Publicada en el diario oficial de la federación el 23 de diciembre de 1992) en la cual se establecen los requisitos para la contratación de servicios:
- Debe existir un proyecto elaborado previamente a la ejecución de las instalaciones, tal como lo establece el artículo 28, el cual manifiesta el requerimiento de la autorización de SECOFI para contratar el servicio eléctrico, cuando estos son de instalaciones industriales, alta tensión, locales de concentración pública y con ambientes peligrosos, edificios con dos o más usuarios.
- Sólo podrán ponerse a la venta o utilizarse los equipos y componentes autorizados por la Secretaría, con el fin de tener confianza en su buen funcionamiento, mayor seguridad para el usuario, brindar protección al contratista, tener refacciones y manuales.

TABLA 1.1

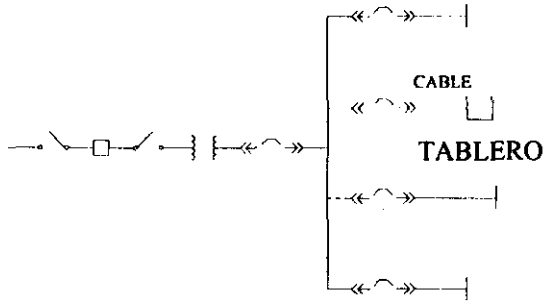
## DENSIDADES DE CARGA ESTIMADAS PARA ALGUNAS INDUSTRIAS

TIPO DE PLANTA	DENSIDAD DE CARGA V.A. DEMANDADOS V.A./M2
REFINERIA	200
FABRICAS DE AZUCAR	200
FABRICA DE PAPEL	150
FABRICA TEXTIL	130
MANUFACTURERA DE CIGARROS	115
MANUFACTURERA EN GENERAL	108
TALLER DE REPARACION DE MAQUINAS	80
FABRICACION DE PEQUEÑOS APARATOS	80
MANUFACTURA DE LAMPARAS	54
MANUFACTURA DE PEQUEÑOS COMPONENTES	38

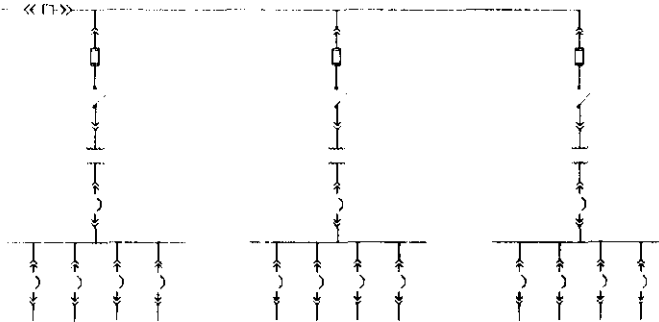
TABLA 1.2

## FACTORES DE DEMANDA EN LA INDUSTRIA

	FACTORES DE DEMANDA ESTIMADO EN %
USO GENERAL, COMO MAQUINAS, HERRAMIENTAS GRUAS, EQUIPO DE VENTILACION, COMPRESORES BOMBAS, ETC.	30%
PROCESOS SEMICONTINUOS, COMO PAPELERAS REFINERIAS, INDUSTRIA DEL HULE, ETC.	60%
PROCESOS CONTINUOS, COMO SON LOS TEXTILES PLANTAS QUIMICAS Y PETROQUIMICAS COMPLETAMENTE AUTOMATICAS, ETC.	90%
HORNOS DE ARCO	100%
SOLDADORAS DE ARCO	30%
HORNOS DE INDUCCION	80%
ALUMBRADO	100%
FUNDIDORAS	80%



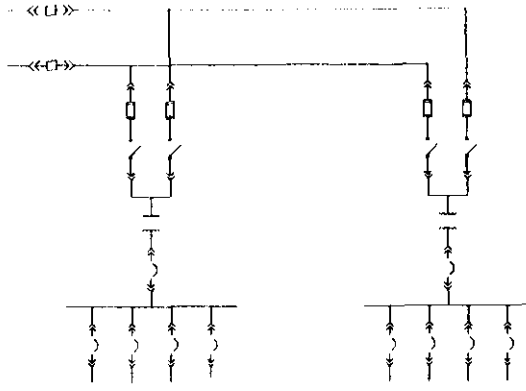
**SISTEMA RADIAL SIMPLE**



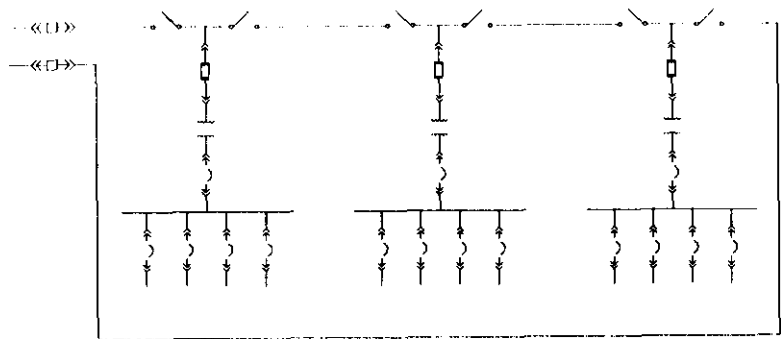
**SISTEMA RADIAL EXPANDIDO**

**SISTEMAS DE DISTRIBUCION**

**FIG. 1.1**



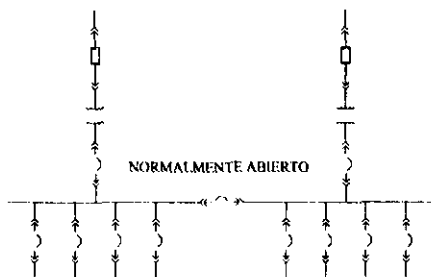
**SISTEMA PRIMARIO SELECTIVO**



**SISTEMA PRIMARIO EN ANILLO**

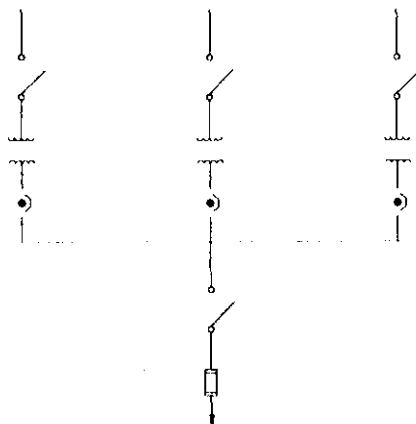
**SISTEMAS DE DISTRIBUCION**

**FIG. 1.2**



**SISTEMA SECUNDARIO SELECTIVO**

- ALIMENTADORES PRIMARIOS
- DESCONECTOR
- TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION
- PROTECTOR DE RED
- BARRA SECUNDARIA
- ALIMENTADORES SECUNDARIOS



A LA CARGA

**RED SECUNDARIA CON PROTECTORES**

**SISTEMAS DE DISTRIBUCION**

**FIG. 1.3**

## CARACTERISTICAS DE LOS PRINCIPALES SISTEMAS DE DISTRIBUCION ELECTRICA

**TAB. 1.3**

SISTEMA	VENTAJAS Y USOS	DESVENTAJAS
<b>RADIAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- EL MAS ECONOMICO</li> <li>- OPERACIÓN Y EXPANSION SIMPLE SATISFACTORIO PARA PEQUEÑAS INDUSTRIAS, DONDE EL PROCESO PUEDE INTERRUMPIRSE Y LA PLANTA PUEDE ALIMENTARSE CON UN SOLO TRANSFORMADOR.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CONFIABILIDAD BAJA SI NO SE USAN ELEMENTOS DE MUY BUENA CALIDAD</li> <li>- UNA FALLA DE CUALQUIER ELEMENTO DEJA FUERA EL SISTEMA.</li> <li>- EL EQUIPO DEBE DESCONECTARSE PARA MANTENIMIENTO RUTINARIO.</li> </ul>
<b>RADIAL EXPANDIDO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MISMA QUE EL CASO ANTERIOR</li> <li>- SE UTILIZA CUANDO LA MAGNITUD DE LA CARGA REQUIERE USAR MAS TRANSFORMADORES.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MISMA QUE EL CASO ANTERIOR</li> </ul>
<b>SISTEMA PRIMARIO SELECTIVO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SE TIENEN DOS FUENTES DISTINTAS DE ALIMENTACION EN EL PRIMARIO</li> <li>- SE PUEDE DAR UN MEJOR MANTENIMIENTO AL EQUIPO PRIMARIO DE BUSES E INTERRUPTORES.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MAS COSTOSO QUE EL RADIAL</li> <li>- DESVENTAJA DE FALLA EN TRANSFORMADOR O EN TABLERO SECUNDARIO.</li> </ul>
<b>PRIMARIO EN ANILLO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- OFRECE LAS MISMAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA PRIMARIO SELECTIVO.</li> <li>- LIGERAMENTE MAS ECONOMICO QUE EL PRIMARIO SELECTIVO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ENCONTRAR UNA FALLA EN UN CABLE DEL ANILLO ES DIFICULTOSO.</li> <li>- ES PELIGROSO PORQUE SE PUEDE ENERGIZAR UN PUNTO POR DOS LADOS</li> </ul>
<b>SECUNDARIO SELECTIVO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SI FALLA EL SISTEMA PRIMARIO O EL TRANSFORMADOR, EL SERVICIO NO SE INTERRUMPE, ESTO REQUIERE:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- SOBRE DIMENSIONAR LOS TRANSFORMADORES.</li> <li>- AIRE FORZADO DURANTE LA EMERGENCIA.</li> <li>- ECHAR FUERA CARGA NO ESENCIAL.</li> <li>- SOBRE CARGAR UN TRANSFORMADOR ACEPTANDO PERDIDA EN LA VIDA DEL MISMO.</li> </ul> </li> <li>- COMBINADO CON EL SISTEMA SELECTIVO ES EL SISTEMA MAS CONFIABLE.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MAS COSTOSO QUE LOS ANTERIORES ( PRIMARIO Y PRIMARIO SELECTIVO)</li> <li>- PARA DAR MANTENIMIENTO AL TABLERO DE BAJA TENSION REQUIERE HECHAR FUERA LA CARGA.</li> <li>- OPERACIÓN MAS COMPLEJA.</li> </ul>
<b>RED SECUNDARIA CON PROTECTORES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MUY CONFIABLE NO HAY INTERRUPCIONES DE NINGUNA ESPECIE, A MENOS QUE FALLE ALGUNO DE LOS ALIMENTADORES PRIMARIOS.</li> <li>- ADECUADO PARA CARGAS GRANDES.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- COSTOSO</li> <li>- SI FALLA EL TABLERO SECUNDARIO FALLA EL SISTEMA.</li> <li>- ELEVADAS CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO-</li> </ul>

## TENSIONES NORMALIZADAS

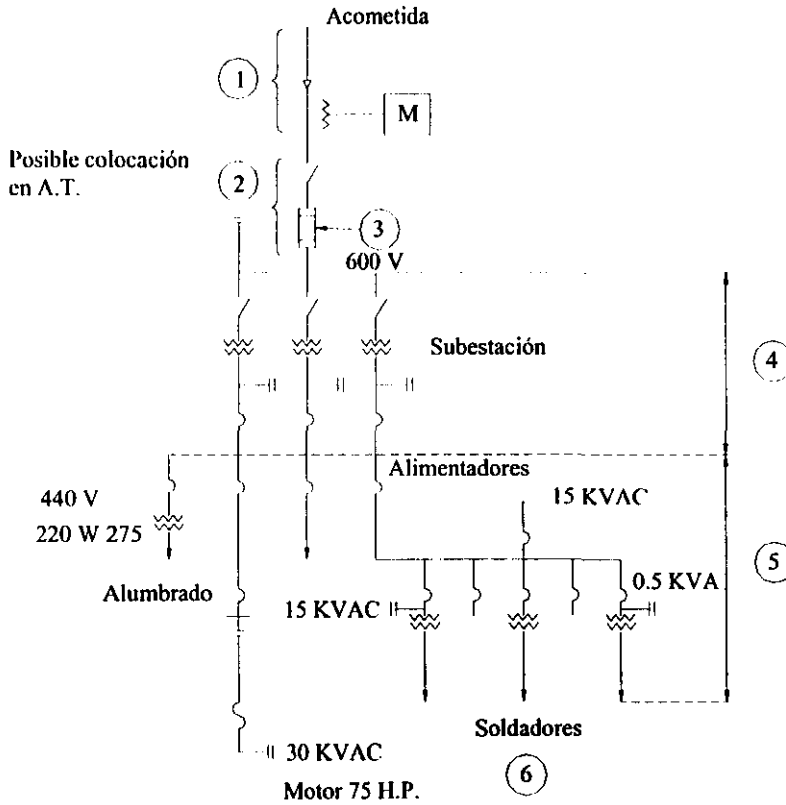
### TENSIONES USUALES EN MEXICO

TRANSMISION C.F.E. VOLTS	DISTRIBUCION PRIMARIA		DISTRIBUCION SECUNDARIA	
<div data-bbox="37 562 356 644" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">EXTRA ALTA TENSION 400 KV</div> <div data-bbox="37 656 356 737" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">ALTA TENSION 230 KV</div> <p data-bbox="154 822 235 939">230,000 115,000 83,000 69,000</p>	<p data-bbox="422 579 509 635">C.F.E. VOLTS</p>	<p data-bbox="575 579 717 635">INDUSTRIA VOLTS</p>	<p data-bbox="783 579 870 635">C.F.E. VOLTS</p>	<p data-bbox="936 579 1078 635">INDUSTRIA VOLTS</p>
	<p>MEDIA TENSION 34.5 KV</p>		<p>BAJA TENSION 1000 V</p>	
	<p>34,500 (1) 23,000 13,800</p>	<p>23,000 13,800 4,160 2,400</p>	<p>480-277 440 220-127</p>	

**NOTAS: (1) TENSION DE SUBTRANSMISION.**



**DIAGRAMA GENERAL**



**ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE UNA INSTALACION ELECTRICA**

**FIG.1.4**

## CAPITULO II

# CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS

## CAPITULO II

### CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS

#### 1.- UBICACION Y REQUISITOS GENERALES

Los ambientes son clasificados dependiendo de las propiedades de los vapores, líquidos, gases, polvos o fibras combustibles e inflamables, así como la posibilidad de su presencia en cantidades o concentraciones suficientes para producir una mezcla explosiva o inflamable. Los equipos deben de estar aprobados no sólo para la clase del lugar, sino también para las propiedades explosivas, combustible o inflamables del gas específico, vapor, polvo, fibra o partículas en suspensión que estén presentes.

Los equipo clase I no deberán tener ninguna superficie descubierta que opere a una temperatura de ignición del gas específico o vapor involucrado. El equipo clase II, no deberá tener una temperatura externa más alta que la ignición del polvo específico. En el equipo clase III, las superficies de funcionamiento no deberán de exceder de 165 °C en los equipos que no están sometidos a sobrecarga y 120 °C en los equipos que pueden ser sobrecargados.

El equipo que haya sido aprobado para un lugar clasificado como división 1, podrá ser instalado en un lugar clasificado como división 2 de la misma clase y grupo, a menos que se especifique de otra manera, se debe asumir que las condiciones de operación para los equipos son condiciones normales de operación a plena carga.

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

Ejerciendo un juicio apropiado durante el diseño de las instalaciones eléctricas, es frecuentemente posible situar una parte del equipo en lugares no peligrosos y por lo tanto reducir la cantidad de equipo especial requerido, en algunos casos el peligro puede ser reducido o el lugar peligroso limitado e incluso eliminado, por medio de un adecuado sistema de ventilación, conjuntamente con un dispositivo eficiente para evitar fallas de ventilación.

Es importante que la autoridad competente se familiarice con la experiencia industrial mencionada, así como con las normas de la asociación de protección contra el fuego, que pueden ser útiles en la clasificación de diversas áreas con respecto al peligro.

#### 2.- DEFINICIONES RELEVANTES.

A continuación mencionaremos algunas definiciones relacionadas con nuestro tema, las cuales serán citadas a lo largo de nuestra investigación:

### **EQUIPO INTRINSECAMENTE SEGURO.**

Es aquel incapaz de producir calor o chispeo suficiente para causar la ignición de una determinada mezcla atmosférica peligrosa, ya sea en condiciones normales o en condiciones anormales de operación, estas últimas incluyen el daño accidental del equipo, fallas del aislamiento o de otras partes eléctricas, sobretensiones, operaciones de ajuste, mantenimiento y condiciones similares.

### **EQUIPO A PRUEBA DE EXPLOSION.**

Es el equipo eléctrico instalado, encerrado y protegido de manera que sea capaz de soportar la explosión de un gas o vapor específico, que pueda ocurrir en su interior y de impedir, en forma efectiva, que la explosión o disturbio interno (chispas, destellos, arcos, etc), produzcan una explosión en el exterior del equipo, si este se encuentra en una atmósfera explosiva o inflamable, así también deberá ser capaz de funcionar a una temperatura exterior tal que la atmósfera inflamable que lo rodea no sea incendiada por su causa

### **EQUIPO DE SEGURIDAD AUMENTADA.**

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

### **EQUIPO SUMERGIDO EN ACEITE.**

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

### **EQUIPO CON PRESION POSITIVA.**

Es el que en su interior contiene aire limpio o gas inerte a mayor presión que la ambiental y no permite la entrada de mezclas explosivas o inflamables.

### **EQUIPO ENCAPSULADO EN ARENA.**

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

### **EQUIPO A PRUEBA DE POLVOS COMBUSTIBLES.**

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

## **EQUIPO A PRUEBA DE LLUVIA**

Son aquellos productos que fueron contruidos, protegidos o tratados para prevenir que la lluvia interfiera con la operación satisfactoria del equipo, esto es, que después de una prueba de lluvia, ésta no haya entrado o se haya acumulado agua en cualquiera de los accesos de la envolvente o en partes vivas instaladas o por ser instaladas en el interior de la misma.

## **EQUIPO PRESURIZADO.**

Provisto de una cubierta dentro de la cual se mantiene permanentemente una ventilación de presión positiva con aire o gas inerte, que no permite la entrada de gases o vapores inflamables al interior de la misma cubierta.

## **TEMPERATURA DE EVAPORACION.**

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

## **TEMPERATURA DE IGNICION.**

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

## **MEZCLA EXPLOSIVA O INFLAMABLE.**

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

## **DENSIDAD DE VAPORES O GASES.**

Es el peso de un volumen de vapor o gas puro, comparado con el peso de igual volumen de aire seco, a la misma presión y temperatura.

## **FUENTE DE PELIGRO.**

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

## **AREAS PELIGROSAS.**

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

### AREA LIBREMENTE VENTILADA.

Se considera 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 techadas, cerradas en uno de sus lados, o tener paredes parciales que no lleguen al piso.

### VENTILACION ADECUADA.

La proporcionada mecánicamente por equipo y dispositivos de inyección eficaces y seguros, que renuevan, con aire limpio la atmósfera de un local o área determinada, evitando así la formación de mezclas explosivas y combustibles.

### ALUMINIO LIBRE DE COBRE

Aluminio libre de cobre es particularmente resistente a atmósferas salinas, gases sulfurosos y nitrato de amonio, la aleación de aluminio libre de cobre contiene 0.40 de 1% de cobre, ya que arriba de este valor el porcentaje de corrosión debido a la aleación galvánica en la estructura del material se incrementa rápidamente.

### MATERIAL KRIDON.

El kridon es una fórmula de fibra de vidrio y poliestireno reforzado. Este está específicamente formulado para productos eléctricos destinados para usarse en ambientes extremadamente corrosivos.

### 3.- CLASIFICACION POR CLASES Y DIVISIONES.

Con el propósito de establecer medidas de seguridad, y características necesarias en instalaciones y equipos, dentro de las áreas y locales peligrosos, que garanticen un funcionamiento seguro bajo condiciones de uso y mantenimiento; estos lugares se clasifican de acuerdo a la naturaleza de su peligrosidad como se indica.

Clase I:           - División 1  
                      - División 2

Clase II:           - División 1  
                      - División 2

Clase III:          - División 1  
                      - División 2

(ARTICULO 500, NOM-001-SEMP-1994)

## LUGARES CLASE I.

Los lugares clase I, son aquellos en los cuales están o pueden estar presentes en el aire, gases o vapores inflamables en cantidades suficientes, para producir mezclas explosivas o inflamables. (ARTICULO 500-5, NOM-001-SEMP-1994)

### CLASE I, DIVISION 1.

Un lugar clase I, división 1, es una zona donde:

- a) Bajo condiciones normales de operación, existen concentraciones de gases o vapores explosivos o inflamables.
- b) En donde frecuentemente debido a labores de reparación, mantenimiento o fugas existen concentraciones en cantidades peligrosas de gases o vapores
- c) En donde debido a roturas o mal funcionamiento de equipos o procesos puedan liberarse concentraciones inflamables de gases o vapores y pueda ocurrir simultánea una falla en el equipo eléctrico.

### CONSIDERACIONES

Está clasificación generalmente incluye los lugares donde se transfiere de un recipiente a otro líquidos volátiles inflamables, o gases licuados inflamables. Los interiores de las cabinas pulverizadoras de pintura, donde se usan solventes volátiles inflamables, los lugares que contienen tanques abiertos o tanques de líquidos volátiles inflamables, los locales para el secado o los compartimientos para la evaporación de solventes inflamables, los locales que contienen equipos para la extracción de grasas y aceites que usan solventes volátiles inflamables, las secciones de las plantas de limpieza y teñido donde se utilizan líquidos inflamables, los cuartos de los generadores de gas y otras secciones de las plantas manufactureras de gas donde pueden haber escapes de gas, los cuartos de las bombas para gases inflamables o líquidos volátiles inflamables inadecuadamente ventilados, los interiores de los refrigeradores y congeladores que almacenan materiales volátiles inflamables al descubierto o en recipientes ligeramente cubiertos o de fácil ruptura y todos los demás lugares donde puedan ocurrir durante el transcurso de una operación normal concentraciones de vapores o gases inflamables. (ARTICULO 500-5A, NOM-001-SEMP-1994)

### CLASE I, DIVISION 2.

Un lugar clase I, división 2 es una zona donde:

- a) En donde se maneja, procesa o se usan líquidos volátiles inflamables o gases inflamables pero en donde normalmente los líquidos vapores o gases, estarán confinados dentro de recipientes cerrados o sistemas cerrados de donde ellos podrán escapar solamente en el caso de una ruptura accidental o averías del sistema, o en el caso de una operación anormal del equipo.

- b) En lugares en donde concentraciones inflamables de gases o vapores, son normalmente prevenidas por medio de una positiva ventilación mecánica, y la cual podría convertirse en peligrosa por la falla o por la operación anormal del equipo de ventilación.
- c) Que el lugar se encuentre adyacente a un lugar clase I, división 1, hacia donde puede llegar ocasionalmente concentraciones inflamables de gases o vapores, a menos que la vía de comunicación sea evitada por medio de un adecuado sistema de ventilación de presión positiva de una fuente de aire limpio y se haya provisto dispositivos adecuados para evitar la falla del sistema de ventilación.

## CONSIDERACIONES.

Está clasificación generalmente incluye lugares donde se usan líquidos volátiles inflamables o gases o vapores inflamables, pero a juicio de una autoridad competente podría volverse peligroso en caso de algún accidente o condición de operacional inadecuada.

La cantidad de material inflamable que podría escaparse en caso de accidente, la suficiencia del equipo de ventilación, el área total involucrada y el historial de la industria o negocio con respecto a explosiones o incendios, son factores que merecen consideración al determinar la clasificación y la extensión de cada lugar.

No se considera que las tuberías sin válvulas, los puntos de inspección, los medidores, los dispositivos similares, pueden generalmente causar condiciones de peligro aun al usarse líquidos o gases inflamables. Los lugares usados para el almacenamiento de líquidos inflamables o gases comprimidos dentro de depósitos sellados no se consideran generalmente peligrosos, a menos que se encuentren expuestos a otro tipo de condiciones peligrosas. Las tuberías eléctricas y sus cubiertas asociadas, separadas de los líquidos de los procesos por medio de un sello o barrera deberán ser clasificados como lugares de la división 2, si la parte exterior de la tubería y sus cubiertas están en una área no clasificada. (ARTICULO 500-5B, NOM-001-SEMP-1994)

## LUGARES CLASE II.

Los lugares clase II, son aquellos que son peligrosos debido a la presencia de polvos combustibles. (ARTICULO 500-6, NOM-001-SEMP-1994)

### CLASE II, DIVISION 1.

Un lugar clase II, división 1 es una zona donde:

- a) Bajo condiciones normales de operación hay polvo combustible en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o incendiarias.
- b) En el cual una falla mecánica o un funcionamiento anormal de una maquinaria o equipo pueda causar explosiones o producir mezclas explosivas o inflamables y pueda también proporcionar la fuente de ignición por una falla simultánea del equipo eléctrico, o del equipo de protección, o de otras causas.



- c) Están presentes en cantidades peligrosas polvos combustibles de naturaleza eléctricamente conductiva.

### CONSIDERACIONES

Los polvos combustibles que son eléctricamente no conductivos, incluyen los polvos producidos en el manejo de granos, y productos desgranados, azúcar pulverizada, cacao, huevo seco, leches en polvo, especies pulverizadas, almidón, papas, harinas de semillas u otros materiales orgánicos que puedan producir polvos combustibles durante su procesamiento o manejo. Son considerados polvos eléctricamente conductivos aquellos con una resistividad menor de 10 (5) ohms-cm. Solamente los polvos del grupo E son considerados eléctricamente conductivos para el propósito de la clasificación. Los polvos que contengan magnesio o aluminio, son particularmente peligrosos y su uso debe ser con extrema precaución para evitar su ignición y explosión. (ARTICULO 500-6A, NOM-001-SEMP-1994)

### CLASE II, DIVISION 2.

Un lugar clase II, división 2 es una zona donde:

- a) El polvo combustible no se encuentra en el aire en suficiente cantidad para producir Mezclas explosivas o inflamables y las acumulaciones de polvo serán generalmente insuficientes para interferir con la operación normal de los equipos eléctricos u de otros aparatos.
- b) Pero el polvo combustible puede estar en suspensión en el aire como resultado de un mal funcionamiento de los equipos de manejo o procesamiento y las acumulaciones de polvo combustible sobre, dentro o en la proximidad del equipo eléctrico, pueden ser suficientes para interferir con la disipación segura de calor del equipo eléctrico o pueden incendiarse por medio de operaciones anormales, falla del equipo eléctrico o de otros aparatos.

### CONSIDERACIONES

La cantidad de polvo combustible que puede estar presente y los sistemas adecuados para remover el polvo, son factores que merecen consideración para determinar la clasificación de una área y su posibilidad de considerarse como no clasificada. Cuando productos tales como semillas son manejadas de un modo que produzcan bajas cantidades de polvo, la cantidad de este depositado, puede garantizar el área como no clasificada. (ARTICULO 500-6B, NOM-001-SEMP-1994)

### LUGARES CLASE III.

Los lugares clase III, son aquellos lugares considerados como peligrosos debido a la presencia de fibras o partículas volátiles de fácil ignición, pero en los cuales es poco probable que dichas partículas volátiles permanezcan en suspensión en cantidades suficientes para producir mezclas inflamables. (ARTICULO 500-7, NOM-001-SEMP-1994)

### CLASE III, DIVISION 1

Un lugar clase III, división 1, es una zona donde se manejan manufacturan, o se usan fibras inflamables que producen partículas volátiles inflamables.

#### CONSIDERACIONES.

Estos lugares generalmente incluyen algunos sitios que utilizan rayón, algodón y otros textiles similares, en las plantas donde se manufactura o se procesan fibras combustibles, desmontadoras de algodón, plantas trituradoras de semillas de algodón, plantas procesadoras de lino, plantas manufactureras de ropa, plantas de madera y establecimientos e industrias involucradas en procesos o condiciones de peligro similares.

Entre las fibras y pelusas volátiles se encuentran las de rayón, algodón, incluyendo las fibras de henequen, cáñamo, fibras de cocoa, estopa, desperdicios de lana, de ceiba, virutas de madera y otros materiales de naturaleza similar. (ARTICULO 500-7A, NOM-001-SEMP-1994)

### CLASE III, DIVISION 2

Un lugar clase III, división 2, es una zona donde, fuera del proceso de manufactura, se almacenan o manejan fibras fácilmente inflamables.

De está manera la clasificación de las áreas se considera, dependiendo de las fuentes de peligro, de la cantidad y densidad de gases o vapores, polvos o pelusas presentes en la atmósfera del lugar así como de la ventilación que se tenga.

La extensión de las áreas peligrosas debe determinare, para cada caso particular en base a los factores mencionados y de acuerdo con las indicaciones, que para el propio caso o casos se tenga. Es importante que las autoridades encargadas de las inspecciones y los usuarios ejerzan un cuidado mayor que el ordinario con respecto a las instalaciones y su mantenimiento. (ARTICULO 500-7B, NOM-001-SEMP-1994)

#### 4. GRUPOS DE ATMOSFERAS PELIGROSAS.

Para la selección del equipo eléctrico, se debe tomar en cuenta la contaminación del aire que lo rodea, cuando se formen o se puedan formar mezclas atmosféricas con gases, vapores o polvos, cuya peligrosidad depende específicamente de cada uno de los contaminantes, por lo tanto resulta necesario que el equipo haya sido aprobado no sólo para su clase, sino también para el grupo específico del gas, vapor o polvo que estará presente, por lo tanto varias mezclas han sido agrupadas en base a sus características con las siguiente designación:

Clase I      grupos A,B,C y D

Clase II     grupos E,F y G

**CLASE I:**

- Grupo A:** Atmósferas que contengan acetileno
- Grupo B:** Atmósferas que contienen hidrogeno, butadieno, Oxido de etileno, oxido de propileno, acroleina, y todos aquellos gases o vapores de peligrosidad equivalente utilizados en procesos de gases combustibles que contengan más del 30% de hidrogeno por volumen.
- Grupo C:** Atmósferas que contengan ciclopropano, éter etílico o gases o vapores de peligrosidad equivalente.
- Grupo D:** Atmósferas que contengan acetona, alcohol, amoniaco, benceno, benzol, gas butano, gasolina, hexano, nafta, gas natural, propano y gases o vapores de peligrosidad equivalente. Ver tab. 2.1

**CLASE II:**

- Grupo E:** Atmósferas que contengan polvos metálicos combustibles como aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales, aquellos que contengan partículas abrasivas y todos aquellos polvos que presenten peligro por el riesgo de conducción eléctrica en el uso de los equipos.
- Grupo F:** Atmósferas que contengan polvos combustibles de características carbonosas, tales como el carbón negro, carbón vegetal, polvos de coque, materiales similares provistos de polvos de carbón con más del 8% del total del material volátil y todos aquellos polvos sensibilizados por otros materiales los cuales presenten un peligro de explosión.
- Grupo G:** Atmósferas que contengan polvos combustibles no incluidos en el grupo E o F, tales como el Flúor, fibras, granos, madera y químicos. Ver tab 2.2. y 2.3.

**CONSIDERACIONES.**

Algunas atmósferas químicas pueden tener características que requieren consideraciones mayores, que aquellas requeridas por cualquiera de los grupos antes mencionados. El bisulfuro de carbono es uno de estos productos químicos, debido a su baja temperatura de ignición (100 °C) y las pequeñas separaciones de las superficies necesarias para iniciar sus llamas.

Las características explosivas de las mezclas de aire acondicionado con gases, vapores o polvos peligrosos varían según el tipo de material involucrado. Para lugares clase I, grupos A, B, C y D, la clasificación involucra las determinaciones de la máxima presión de explosión y la máxima distancia de seguridad entre las juntas de unión de la envolvente.

Ciertos polvos metálicos pueden tener características que requieren consideraciones especiales, tales como a aquellas atmósferas con polvos de aluminio, magnesio y sus aleaciones

comerciales, por ejemplo, los polvos de circonio, torio y uranio tienen temperaturas de ignición extremadamente bajas ( 20 °C ) y se requiere de energías de ignición mínimas.

Otros polvos pueden requerir precauciones adicionales debido a fenómenos químicos que pueden resultar de la generación de gases inflamables.

Las características de explosión de las mezclas de aire con polvo, varían de acuerdo a los materiales involucrados. Para los lugares clase II, grupo E, F, y G, la clasificación involucra el apriete de las juntas de unión y aberturas para prevenir la entrada de polvo en el interior de las cubiertas, los efectos generados por las capas de polvo sobre el equipo, ya que pueden causar sobre calentamiento y alcanzar su temperatura de ignición, por lo cual es necesario, que el equipo sea aprobado no solamente para la clase, si no también para el grupo específico del polvo que este presente. (ARTICULO 500-3, NOM-001-SEMP-1994)

**5. CONDICIONES DE INCENDIO O EXPLOSION.**

Para que pueda ocurrir fuego o explosión, debido al equipo eléctrico, deben de reunirse las tres condiciones siguientes:

- a) Deberá estar presente en el ambiente un líquido inflamable, vapor, gas o polvo combustible.
- b) El líquido inflamable, vapor, gas o polvo combustible debe estar mezclado con el aire en proporciones que produzca una mezcla explosiva o inflamable y además exista una concentración suficiente de esa mezcla, que provea una atmósfera peligrosa alrededor de la instalación eléctrica.
- c) El equipo o instalación eléctrica trabaje a un nivel de energía calorífica suficiente para encender la mezcla.

De acuerdo con estos principios, debe considerarse tanto la cantidad de líquido inflamable, gas o vapor que pueda encontrarse en el ambiente, como sus características físicas. Por ejemplo los gases más ligeros que el aire se dispersan tan rápidamente en la atmósfera que, excepto en espacios confinados, no producen mezclas peligrosas en áreas cercanas a instalaciones eléctricas. Los vapores procedentes de líquidos inflamables tienen también una tendencia natural a dispersarse en la atmósfera y se diluyen rápidamente a concentraciones menores al límite inferior del rango inflamable o explosivo, especialmente cuando existe movimiento de aire. Se consideran como gases o vapores más ligeros que el aire únicamente aquellos cuya densidad sea menor del 75% de la densidad del aire, bajo condiciones normales. Los gases o vapores que tengan una densidad mayor deben considerarse como productos más pesados que el aire.

Densidad de vapor de algunos gases peligrosos comparados con el aire.

Aire	1.0	Eter	2.56
Hidrogeno	0.069	Gasolina	3.0 -4.0
Acetileno	0.90		

## 6. LIQUIDOS INFLAMABLES.

Se consideran líquidos inflamables aquellos que tengan una temperatura de ignición menor de 37.8 °C. (100 °F), bajo una presión absoluta de vapor que no exceda de 2.81 Kg/cm<sup>2</sup> (2,068 mm Hg, 40 lbs/pulg<sup>2</sup>), a 37.8 °C, los cuales deben ser conocidos como líquidos tipo I. (1.7.3.1 NFPA 30 - 1996)

### SUBDIVISION DE LIQUIDOS TIPO I.

TIPO IA: Los que tienen temperatura de ignición menor de 23 °C ( 73 °F ) y temperatura de ebullición menor que 37.8 °C ( 100 °F ).

TIPO IB: Los que tienen temperatura de ignición menor de 23 °C ( 73 °F ) y temperatura de ebullición de 37.8 °C ( 100 °F ) o mayor.

TIPO IC: Los que tienen temperatura de ignición de 23 °C ( 73 °F ) o mayor, pero menor de 37.8 °C ( 100 °F ) (1.7.3.1A NFPA 30 – 1996)

## 7. LIQUIDOS COMBUSTIBLES.

Se consideran líquidos combustibles aquellos que tengan una temperatura de ignición de 37.8 °C ( 100 °F ) o mayor. (1.7.3.2 NFPA 30 – 1996)

### SUBDIVISION DE LIQUIDOS COMBUSTIBLES.

TIPO II: Los que tienen temperatura de ignición de 37.8 °C o mayor pero menor de 60 °C.

TIPO IIIA: Los líquidos con temperatura de ignición de 60 °C o mayor pero menor de 93 °C.

TIPO IIIB: Los líquidos con temperatura de ignición de 93 °C o mayor.

Ver tablas 2.4, 2.5.

## 8. MARCAS DE IDENTIFICACION.

Los equipos aprobados estarán marcados para indicar la clase, el grupo y la temperatura de operación o rango de temperatura, tomando como referencia una temperatura ambiente de 40 °C. (ARTICULO 500-3D, NOM-001-SEMP-1994)

Números de identificación.

TEMPERATURA. MAXIMA °C	NUMERO DE IDENTIFICACIÓN
450	T1
300	T2
280	T2A

TEMPERATURA. MAXIMA °C	NUMERO DE IDENTIFICACIÓN
260	T2B
230	T2C
215	T2D
200	T3
180	T3A
165	T3B
160	T3C
135	T4
120	T4A
100	T5
85	T6

**TEMPERATURA CLASE I.**

Las marcas de temperaturas especificadas anteriormente no deberán exceder la temperatura de ignición del gas o vapor involucrado en el área. Se considera que la temperatura límite de cada grupo es la temperatura de ignición más baja de cualquiera de los materiales del grupo. Para cuidar este límite al agregar nuevos gases, la temperatura se especificara en marcaciones futuras. La temperatura para la cual estaban anteriormente certificados los equipos para este requisito debe ser como se indica a continuación. (ARTICULO 500-3E, NOM-001-SEMP-1994)

GRUPO A:	280 °C (536 °F)	GRUPO C:	180 °C (356 °F)
GRUPO B:	280 °C (536 °F)	GRUPO D:	280 °C (536 °F)

**TEMPERATURA CLASE II.**

La temperatura indicada en la marca de identificación anteriormente debe ser menor que la temperatura de ignición del polvo específico encontrado, para los polvos orgánicos que puedan deshidratarse o carbonizarse, la temperatura de marcado no excederá de su temperatura de ignición o de 165 °C. (ARTICULO 500-3F, NOM-001-SEMP-1994)

La temperatura de ignición para la cual estaban anteriormente certificados los equipos para este requisito debe ser como se indica en la siguiente tabla.

CLASE II GRUPO	EQUIPO NO SUJETO A SOBRECARGA	EQUIPO QUE PUEDE SER SOBRECARGADO OPERACIÓN NORMAL	OPERACION ANORMAL
	°C	°C	°C
E	200	200	200
F	200	150	200
G	165	120	165

### TEMPERATURA CLASE III.

Las temperaturas máximas superficiales en condiciones de funcionamiento no deberán exceder de 165 °C, en los equipos que no están sometidos a sobrecarga y 120 °C, en los que puedan ser sobrecargados, como motores o transformadores. (ARTICULO 500-3, NOM-001-SEMP-1994)

## TEMPERATURAS DE IGNICION DE ATMOSFERAS PELIGROSAS

TAB. 2.1

GRUPO	SUSTANCIAS	TEMPERATURA DE IGNICION °C	80% DE TEMPERATURA DE IGNICION °C	LIMITES EXPLOSIVOS EN % DE VOLUMEN MAX	
				MIN	MAX
A	Acetileno	305	244	2.5	100
B	Butadieno	420	336	2.0	12.0
	Hidrogeno	400	320	4.0	75.0
	Oxido de Etileno	429	343.2	3.6	100.0
C	Acetaldehidrico	175	140	4.0	60.0
	Eter etílico	290	232	1.9	36.0
	Eter dibutílico	194	155.2	1.5	7.6
D	Etileno	450	360	2.7	36.0
	Acetona	340	272	2.5	13.0
	Acronitrilo	481	385	3.0	17.0
	Acetato de amilo	360	288	1.1	7.5
	Acetato de butilo	425	340	1.7	7.6
	Acetato de etilo	427	341	2.0	11.5
	Acetato de metilo	454	363	3.1	16.0
	Acetato de vinilo	402	322	206	13.4
	Acido sulfídrico	262	210	4.3	45.0
	Alcohol alílico	378	30.4	2.5	18.0
	Alcohol amílico	300	240	1.2	10.0
	Alcohol butílico	343	274.4	1.4	11.2
	Desnaturalizado	405	324	1.7	9.8
	Alcohol etílico	363	290.4	3.3	19.0
	Alcohol metílico	385	308	6.0	36.0
	Alcohol propílico	412	330	2.2	13.7
	Amoniaco	498	398	16.0	25.0
	Benceno	560	448	1.3	7.9
	Bicloruro de etilo	413	230	6.2	16.0
	Butano	288	230	1.6	8.4
	Acetonitrilo	524	419.2	3.0	16.0
	Ciclopropano	503	402	2.4	10.4
	Ciclohexano	300	240	1.3	8.0
	Ciclohexano de metilo	250	200	1.2	6.7
	Clorobenceno	593	474.4	1.3	9.6
	Cloruro de vinilo	472	378	3.6	2.2
	Combustible No 1	231	185	0.7	5.0
	Combustible No. 2 (Diesel)	259	207	1.3	6.0
	Eptano	204	163.2	1.05	6.7
	Estireno	490	392	1.1	7.0



**TEMPERATURAS DE IGNICION DE ATMOSFERAS PELIGROSAS****CONTINUACION. TAB. 2.1**

GRUPO	SUSTANCIAS	TEMPERATURA DE IGNICION °C	80% DE TEMPERATURA DE IGNICION °C	LIMITES EXPLOSIVOS EN % DE VOLUMEN	
				MIN	MAX
	Etano	472	378	3.0	12.5
	Etil-metil-cetona	404	323.2	1.4	11.4
	Gas natural	482	385.6	3.8	13.0
	Gasolina	280	224	1.4	7.6
	Hexano	225	180	1.1	7.5
	Nafta pesada	232	186	1.0	6.0
	Nafta ligera	290	232	0.9	6.0
	Octano	206	165	1.0	6.5
	Pentano	260	208	1.5	7.8
	Propano	450	360	2.1	9.5
	Propileno	455	364	2.0	11.1
	Tolueno	480	384	1.2	7.1
	Xileno	463	370.4	1.0	7.0

**LIQUIDOS COMBUSTIBLES TIPO III A**

**CLASIFICACION DE GRUPOS Y TEMPERATURAS DE AUTOIGNICION ( AIT )  
DE VAPORES DE LIQUIDOS SELECCIONADOS, QUE TIENE SU PUNTO DE  
IGNICION DE 60 °C ( 140 °F) O MAYORES, PERO MENORES DE 93 °C ( 200 °F)**

**AIT**

MATERIAL	GRUPO	°C	°F
Anilina	D	615	1139
Cloruro de bencil	D	585	1085
Ciclohexano	D	300	572
Eter	C	241	465
Dodeceno	D	255	491
Acetona	D	340	645
Metilciclohexano	D	296	565
Nitrobenceno	D	482	900
Tetrahidroneftaleno	D	385	725
Vinil	D	494	921

**CLASIFICACION DE GRUPOS Y TEMPERATURAS DE AUTOIGNICION ( AIT )  
DE GASES Y VAPORES DE LIQUIDOS INFLAMABLES SELECCIONADOS, QUE  
TIENE UN PUNTO DE IGNICION MENOR QUE 37.8 °C ( 100 °F)**

TAB. 2.4

## AIT

MATERIAL	GRUPO	° C	° F
Acetaldehído	C	175	347
Acetona	D	465	869
Acetileno	A	305	581
Acroleína (inhibida)	B ,C	235	455
Alcohol alílico	C	378	713
Amoniaco	D	498	928
Benceno	D	560	1040
1.3 Butadiendo	B ,D	420	788
Butano	D	288	550
1 Butanol	D	343	650
2 Butanol	D	405	761
Butilamina	D	132	594
Butileno	D	385	725
Clorobenceno	D	593	1099
Ciclohexano	D	245	473
Ciclohexeno	D	244	471
Ciclopropano	D	503	938
1,2 Dicloroetileno	D	460	860
Eter dietílico	C	160	320
Dietilimina	C	312	594
Di-Isobutileno	D	391	738
Dimetilamina	C	400	752
Etano	D	472	882
Etanol	D	363	685
Acetato Etílico	D	427	800
Etil-Benceno	D	432	810
Etileno	C	450	842
Etilenimina	C	320	608
Oxido de etileno	B ,C	429	804
Etil mercaptan	C	300	572
Formaldehído (gas)	B	429	795
<b>Gasolina</b>	<b>D</b>	<b>280</b>	<b>536</b>
Heptano	D	204	399
Hexano	D	225	437
Hexenos	D	245	473
Hidrógeno	B	400	752
Isobutiraldehído	C	196	385
Isopreno	D	395	743
Gas-Líquado de petróleo	D	405	761
Gas que contenga más de 30% de Hidrógeno en su volumen	B		

**CLASIFICACION DE GRUPOS Y TEMPERATURAS DE AUTOIGNICION ( AIT )  
DE GASES Y VAPORES DE LIQUIDOS INFLAMABLES SELECCIONADOS, QUE  
TIENE UN PUNTO DE IGNICION MENOR QUE 37.8 °C (100 °F)**

**CONTINUACION TAB. 2.4**

**AIT**

MATERIAL	GRUPO	° C	° F
Metanol	D	385	725
Metil-Etil-Cetona	D	404	759
Metil Isobutil Cetona	D	440	840
Petróleo Nafta	D	288	550
Octano	D	784	395
Octeno	D	230	446
Pentano	D	243	470
1 Pentanol	D	300	572
Propano	D	450	842
Propileno	D	455	851
Oxido de Propileno	B ,C	449	840
n Propil éter	C	215	419
Nitrato de propileno	B	175	347
Tolueno	D	480	896
Dimetilhidrazina	C	249	480
Xilenos	D	464	867

**CLASIFICACION DE GRUPOS Y TEMPERATURAS DE AUTOENCENDIDO  
( AIT ) DE VAPORES DE LIQUIDOS SELECCIONADOS, QUE TIENE UN  
PUNTO DE IGNICION DE 37.8 °C (100 °F) O MAYOR,  
PERO MENOR DE 60°C (140 °F)**

**TAB. 2.5**

**AIT**

MATERIAL	GRUPO	° C	° F
Acido Acético	D	464	867
Petróleo	D	210	410
kerosina	D	210	410
Morfolina	C	310	590
Nafta (alquitrán de Hulla)	D	277	531
Hidracina	C	23	79

## POLVOS DE CARACTERISTICAS CARBONOSAS CLASIFICADOS COMO GRUPO F

### TAB. 2.2

MATERIAL	TEMPERATURA DE IGNICION DEL POLVO O CAPA
POLVOS CARBONOSOS	° C
ASFALTO (RESINA DE PETROLEO GASEOSO)	510
CARBON VEGETAL	180
CARBON BITAMINOSO	180
RESINAS DE CARBON	710
RESINAS DE PETROLEO	630

## POLVOS DE CARACTERISTICAS NO CONDUCTIVAS CLASIFICADOS COMO GRUPO G

### TAB. 2.3

MATERIAL	TEMPERATURA DE IGNICION DEL POLVO O CAPA
POLVOS AGRICOLAS	° C
ALFALFA	200
CELULOSA	260
COCOA NATURAL	240
CASCARAS DE SEMILLAS	500
GOMA	500
LECHE	200
HARINA	260
CASCARA DE ALMENDRA	200
ALBARICOQUE	230
HARINA DE SOYA	190

## POLVOS DE CARACTERISTICAS NO CONDUCTIVAS CLASIFICADOS COMO GRUPO G

### CONTINUACION. TAB. 2.3

MATERIAL	TEMPERATURA DE IGNICION DEL POLVO O CAPA
POLVOS PLASTICOS	° C
RESINA DE ACETATO	440
RESINA DE ACRILICO	240
ACETATO DE CELULOSA	340
POLIMEROS DE NYLON	430
POLICARBONATO	710
POLIETILENO EN PROCESOS DE ALTA PRESION	380
POLIETILENO EN PROCESOS DE BAJA PRESION	420
CERA DE POLIETILENO	400
POLIPROPILENO	420
RAYON	250
POLIESTER	560
ACETATO DE POLIVINIL	550
RESINAS TERMO ENDURECIDAS Y COMPUESTOS MOLDEABLES	
RESINAS DE AMINOACIDOS	237
RESINAS DERIVADAS DE ALCOHOL	460
RESINA EPOXICA	540
MEZCLAS DE FIBRA DE VIDRIO CON POLIESTER	360

# CAPITULO III

## EXTENSIONES DE LAS AREAS PELIGROSAS

## CAPITULO III

### EXTENSIONES DE LAS ÁREAS PELIGROSAS.

Es indispensable establecer los requisitos mínimos de seguridad, para clasificar y localizar las áreas consideradas peligrosas, debido a la presencia de gases, vapores o líquidos inflamables, polvos combustibles o fibras inflamables dispersas en el aire, limitándolas donde estas concentraciones tienen posibilidades de explotar o inflamarse así como para instalar, dentro de estas áreas, el equipo eléctrico, alimentaciones y conexiones adecuadas, cumpliendo con los requisitos de normas y reglamentos eléctricos, que dentro de las plantas de proceso se requieren.

#### 1. LIMITES DE LAS ÁREAS PELIGROSAS

Para delimitar las áreas peligrosas deben determinarse las posibles fuentes de peligro, que resultan prácticamente imposibles de evitar en forma absoluta durante la operación del equipo o bien durante las reparaciones o trabajos de limpieza, como son las fugas por sellos, empaques y uniones mecánicas, así como en las áreas, en que bajo condiciones normales de operación pueden liberarse a la atmósfera productos inflamables como en las llenaderas, venteos, purgas, válvulas de alivio, tomas de proceso, etc.

##### DIVISION 1.

Cada fuente de peligro debe considerarse rodeada por un volumen de atmósfera peligrosa. Si es una área de la división 1, debe considerarse rodeada por una atmósfera de la división 2, de extensiones suficiente para garantizar la dilución, hasta concentraciones no peligrosas de los gases o vapores inflamables contenidos en la atmósfera del área de la división 1.

##### DIVISION 2.

Para fines prácticos, los volúmenes de la división 2 que rodeen a las fuentes de peligro, no necesariamente deben limitarse por círculos en el plano horizontal, sino que podrán tener la forma de paralelepípedos rectangulares, orientados según ejes que correspondan a la disposición del equipo de planta, pero en ningún caso estos paralelepípedos tendrán dimensiones menores que las especificadas en el presente capítulo.

#### 2. LUGARES LIBREMENTE VENTILADOS.

##### PRODUCTOS MAS PESADOS QUE EL AIRE.

En términos generales, una fuente de peligro de productos más pesados que el aire, dará origen en todas direcciones a una área rectangular peligrosa de la división 2 en el plano vertical, que se extenderá 8.00 mts hacia arriba y hacia los lados, a partir de la fuente de peligro, más otra área, en el mismo plano, que se extenderá horizontalmente hasta 15.00 mts de la fuente de peligro y verticalmente, hasta 8.00 mts de altura sobre el piso, y finalmente a una área de 60.00 cm de altura, extendida horizontalmente hasta 30.00 mts de la fuente de peligro fig. 3.1. (3.8 NFPA – 497, 1997)

## PRODUCTOS MAS LIGEROS QUE EL AIRE.

Una fuente de peligro de productos más ligeros que el aire dará origen a un área rectangular peligrosa de la división 2, que se extenderá 8.00 mts hacia arriba y 5.00 mts hacia abajo y hacia los lados, a partir de la fuente de peligro fig. 3.2. (5.2 API RP-500, 1991)

## FUERA DE LAS PLANTAS DE PROCESO.

Cuando existan fuentes de peligro en locales ventilados, como por ejemplo, empaques de bombas, juntas de medidores u otros dispositivos similares, que manejen productos que desprendan vapores o gases inflamables, debe considerarse en cualquier plano vertical un área peligrosa de la división 2, que se extenderá 1.5 mts de la superficie exterior del dispositivo, agregándole un área de la misma división de 1.00 mts de altura, que se extenderá horizontalmente hasta 8.00 mts de distancia de la superficie del dispositivo fig. 3.3.

Cuando la ventilación sea inadecuada, las áreas mencionadas deberán considerarse de la división 1, y estarán rodeadas por un área de la división 2, que se extenderá 3.00 mts de la superficie exterior del aparato o dispositivo y horizontalmente hasta 15.00 mts de la propia superficie y hasta una altura de 1.5 mts sobre el piso, así como 30.00 mts con una altura de 60 cm, también a partir del piso fig. 3.4. (6.2.3 NORMA 2.203.01 PEMEX, 1990)

## 3. LUGARES CERRADOS.

### FUGAS DE MATERIALES COMBUSTIBLES.

Los lugares cerrados donde existen fugas apreciables de materiales combustibles más pesados que el aire, a través de retenes, sellos o empaques, o donde se trasvasen líquidos de esa naturaleza, así como se pulvericen o esparzan líquidos inflamables, deben considerarse como áreas peligrosas de la división 1, la cual estará rodeada en el plano vertical por un área de la división 2, que se extenderá hasta 3.00 mts de distancia en todas direcciones, a partir del límite del área de la división 1, debiéndose agregar una franja de la división 2, de 8.00 mts de altura sobre el nivel del piso, que llegara hasta 15.00 mts de distancia de la fuente de peligro, en el caso en que se considere que el escape o liberación de productos inflamables puede ser de consideración, debe agregarse otra área de la división 2, de 60.00 cm de altura, que se extenderá hasta 30.00 mts de la fuente de peligro. fig. 3.5. (5.3 API RP-500, 1991)

### VENTILACION DEFICIENTE.

Cuando en los lugares cerrados, deficientemente ventilados, las fuentes de peligro sean de productos más ligeros que el aire, estos lugares se consideran en su totalidad como áreas de la división 1 y estarán rodeados en cualquier plano vertical, por otra área de la división 2, que llegara hasta 3.00 mts de distancia en todas direcciones a partir del límite del área de la división 1. fig. 3.6. (6.3.2 NORMA 2.203.01 PEMEX, 1990)



## VENTILACION EFICIENTE.

Los lugares cerrados que por sus condiciones deben ser clasificados en la división 1, cuando estén provistos 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 la energía eléctrica al lugar en caso de fallar dicha ventilación. Cuando el lugar cerrado se encuentra 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 forzado en que se asegure la continuidad de operación y el aire se toma de un área no peligrosa, puede considerarse que la ventilación es adecuada, cuando el movimiento del aire mantiene a la mezcla vapor-aire, abajo del 25% del límite menor de ignición de esta. Estando cerradas todas las puertas y ventanas, 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 abiertas todas las puertas y ventanas, debe mantenerse una velocidad de salida del aire de 18 mts/min (60 pies/min) en todas las salidas y aberturas.

Los cambios de aire deben calcularse a razón de 0.305 metros cúbicos por minuto por metro cuadrado de piso (un pie cubico por minuto por pie cuadrado, de piso), para líquidos que tenga una temperatura de ignición menor de 43 C (110 F)

Para que la ventilación natural sea la adecuada, en locales donde se manejen líquidos con temperatura de ignición mayor de 43 C (110 F), deben tener áreas libres de entrada de aire, en proporción de 0.2 mts cuadrados por 100 metros cuadrados de piso. Antes de permitir que se energice nuevamente el sistema eléctrico de uno de estos lugares, después de una falla en la ventilación debe comprobarse por medio de un explosímetro que no existe atmósfera peligrosa, o bien debe efectuarse el cambio de volumen de aire en el local por lo menos 4 veces.

Los locales cerrados a los que se apliquen las disposiciones de los párrafos anteriores, no deben tener comunicación con los locales de otras divisiones y deben estar localizados por lo menos a 15.00 mts de toda fuente de peligro. (6.3.3 NORMA 2.203.01 PEMEX, 1990)

## 4. GARAJES COMERCIALES, DE REPARACION Y ALMACENAMIENTO.

Estos lugares incluyen los locales empleados para trabajo de servicio y reparación de vehículos incluyendo carros particulares, autobuses, camiones, tractores, etc, en los cuales los líquidos volátiles inflamables se usan como combustible o fuente de energía.

En los garajes, que sólo se utilizan como estacionamiento o almacenamiento, donde no se da servicio ni reparación, si no sólo se intercambian partes y se da mantenimiento de rutina que no requiere el uso de equipo eléctrico o el uso de líquidos volátiles inflamables, no se consideran áreas clasificadas, pero deberán estar adecuadamente ventiladas, para sacar los vapores contaminados por las maquinas.

Se considera que toda el área del terreno, por encima, del mismo, será un lugar clase I, división 2, hasta una altura de 457 mm, sobre el nivel del piso, excepto cuando se tenga una ventilación

mecánica mínima de cuatro cambios de aire por hora. Todo foso o depresión por debajo del nivel del piso, se considera un lugar clase I, división 1 hasta el nivel del piso, excepto cuando se tenga una ventilación mecánica de seis cambios de aire por hora, y el aire salga hasta el nivel del suelo, en cuyo caso se declarará como clase I, división 2. Los locales adyacentes a las áreas peligrosas donde los vapores inflamables no tienen la probabilidad de ser liberados, tales como en locales de almacenamiento, locales de tableros u otras áreas similares no serán considerados como un lugar peligroso, siempre y cuando tengan una ventilación mecánica a ritmo de cuatro o más cambios de aire por hora, o estén separadas por paredes de tabique o barreras. Las canalizaciones embutidas en paredes de mampostería o enterradas debajo de un piso, se considerarán como pertenecientes al lugar peligroso, si cualquier conexión o extensión atraviesa tales áreas.

Los equipos que estén a menos de 3.60 mts por encima del nivel del piso y que puedan producir arcos, chispas o partículas de material caliente tales como fusibles, cortacircuitos generadores, motores y otros equipos que tengan contactos de cierre y apertura deslizante, (excepto lámparas, portalámparas y tomacorrientes) deberán estar encerrados o contruidos de tal manera que se impida la salida de chispas o material caliente. Los tomacorrientes deberán estar por encima de cualquier lugar definido como clase I, o estar aprobados para el lugar. Los cargadores de acumuladores y sus equipos de control se instalarán fuera de los lugares clasificados. fig. 3.7. (ARTICULO 511, NOM-001-SEMP-1994)

## 5. HANGARES DE AVIACION.

Esta designación incluirá los lugares usados para estacionamiento y mantenimiento de las aeronaves en las cuales se use gasolina, combustible para motores u otros líquidos o gases volátiles inflamables, pero no aquellos destinados exclusivamente a aeronaves que no han contenido nunca estos líquidos o gases o que han sido vaciados y purgados de manera adecuada.

Por debajo del nivel del piso todo foso o depresión se considera como lugar clase I, división 1, hasta el nivel del piso. Se considera un lugar de la división 2, a toda el área del hangar, incluyendo áreas adyacentes y corredores de acceso que no estén adecuadamente separados hasta una altura de 457 mm por encima del nivel del piso, a las áreas circundantes hasta una distancia de 1.52 mts medida en todas direcciones a partir de los motores, tanques o estructuras de las aeronaves que puedan contener combustible, además se extenderá este lugar peligroso en el plano vertical desde el nivel del piso y hasta una altura de 1.52 mts por encima de la superficie superior de las alas.

Las áreas adyacentes no se clasificarán como peligrosas, cuando estén ventilados de manera adecuada e incomunicadas del hangar por medio de muros.

Los equipos que estén a menos de 3.05 mts por encima de las alas y de las cubiertas de los motores y que pueden producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como lámparas, portalámparas, tomacorrientes, tableros, etc, deberán ser del tipo completamente cerrado o contruidos de tal modo que impida el escape de las chispas o material caliente. Todo el equipo portátil que este en uso, o pueda ser usado en el hangar, las plataformas de trabajo o

de descarga, así como los equipos, alambrados e instalaciones serán aprobadas para lugares clase I, división 2.

Las unidades móviles de alimentación eléctrica, los equipo para mantenimiento como aspiradoras, ventiladores, etc. que no se han adecuados para lugares clase I, estarán montados por lo menos 457 mm por encima del nivel del piso, no deberán funcionar en lugares clase I y tendrán un letrero de advertencia que indique PELIGRO MANTENER A MAS DE 1.52 MTS DE LOS MOTORES DE LAS AERONAVES Y DE LAS AREAS DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE. Los sistemas eléctricos de las aeronaves no deberán estar energizados cuando este estacionada por cierto periodo en un hangar o en servicio de mantenimiento. Los equipos de acumuladores no deberán cargarse mientras estén instaladas en una aeronave estacionada completa o parcialmente en un hangar.

Queda restringido el uso y funcionamiento de todo aquel equipo que no sea adecuado para lugares clase I donde se estén efectuando trabajos de mantenimiento susceptibles de provocar el desprendimiento de líquidos o vapores inflamables. fig. 3.8. (ARTICULO 513, NOM-001-SEMP-1994)

## **6. DISPENSARIOS DE GASOLINA Y ESTACIONES DE SERVICIO.**

Esta designación incluye los lugares donde es transferida gasolina u otros líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables a los tanques de combustible de los vehículos auto propulsores, incluyendo los tanques auxiliares, donde existe el peligro de liberación de gases o vapores peligrosos.

Un lugar clase I, no se extenderá más allá de una pared techo u otra barrera de tabique sólido. Todos los alambrados, métodos de instalación y equipos dentro de este lugar, cumplirán con los requisitos de un lugar clase I, en el caso de las canalizaciones subterráneas, estas estarán instaladas en tuberías metálicas pared gruesa a no menos de 0.6096 mts sobre el nivel del piso.

En las estaciones de autoservicio de tipo automático los equipos de control, incluyendo las bombas, estarán instaladas a no más de 30.0 mts de surtidor, en el caso de las estaciones que no sean de autoservicio se instalarán entre 7.0 mts y 30.0 mts desde el surtidor.

Será colocado un sello en cada tubo que entre o salga del surtidor o en cualquier cavidad o cubierta que este en comunicación con este. El sello será el primer accesorio después de que el tubo saiga de la tierra o del concreto. Todas las partes metálicas, bombas, surtidores, tuberías, etc., serán puestas a tierra. Todo el alambrado subterráneo será instalado con tubo metálico roscado, y se permitirá la instalación de tubo no metálico cuando los últimos 0.610 mts por debajo del nivel del piso y hasta la conexión con el surtidor, sean de tubo metálico rígido roscado tipo pesado. (ARTICULO 514, NOM-001-SEMP-1994)

## **TANQUES SUBTERRANEOS**

### **CONEXION DE LLENADO**

Toda fosa o depresión por debajo del nivel, se considerará como un lugar clase I, división 1, estando cualquier parte de ellos en un lugar división I o 2, se considera como un lugar de la división 2, hasta 45.72 cm por encima del nivel del piso, dentro de un radio horizontal de 3.048 mts medidos desde una conexión móvil de llenado y dentro de un radio horizontal de 1.524 medidos desde una conexión fija de llenado. fig. 3.9. (ARTICULO 514-2, NEC HAND BOOK-1993)

#### VENTILACION O DESCARGA POR LA PARTE SUPERIOR.

Se considera un lugar de la división 1, dentro de 0.9144 mts, a partir del ducto de salida o ventilación, en todas direcciones, y un lugar de la división 2, entre 0.9144 mts y 1.524 mts en todas direcciones. (ARTICULO 514-2, NEC HAND BOOK-1993)

#### UNIDADES SURTIDORAS.

Cualquier foso o depresión, se considera como un lugar de la división 1, todo el espacio interior del dispensario y todos sus equipos eléctricos integrados dentro de él, serán considerados de la división I. Se considera un lugar de la división 2, extendiéndose 45.72 cm, en todas direcciones sobre el surtidor, si el surtidor se encuentra en el exterior o en un lugar interior ventilado mecánicamente, se extenderá 45.72 cm sobre el nivel del piso y 6.096 mts horizontalmente en todas direcciones, si se encuentra en un lugar interior ventilado por gravedad, se extenderá 45.72 cm sobre el nivel del piso y 7.62 mts horizontalmente en todas direcciones. fig. 3.10. (ARTICULO 514-2, NEC HAND BOOK-1993)

#### BOMBAS EN LUGARES EXTERIORES.

Todo foso, zanja o depresión por debajo del nivel del piso dentro de un radio de 3.048 mts desde cualquier lado de la bomba se considera un lugar de la división 1, y un lugar de la división 2, dentro de 0.9144 mts extendiéndose en todas direcciones desde cualquier lado de la bomba, además 45.72 cm por encima del nivel del piso extendiéndose 3.048 mts horizontalmente desde cualquier lado de la bomba. fig. 3.11. (ARTICULO 514-2, NEC HAND BOOK-1993)

#### BOMBAS EN LUGARES INTERIORES.

Toda depresión por debajo del nivel del piso se considera un lugar de la división 1 dentro de toda el área. Se considera un lugar de la división 2 dentro de 1.524 mts extendiéndose en todas direcciones desde cualquier lado de la bomba, además 0.9144 mts por encima del nivel dentro de 7.62 mts horizontalmente desde cualquier lado de la bomba. fig. 3.12. (ARTICULO 514-2, NEC HAND BOOK-1993)

#### CUARTOS PARA LUBRICACION CON SURTIDORES.

Todo foso o depresión por debajo del nivel del piso se considera un lugar de la división 1, Cualquier foso ventilado se considerará un lugar de la división 2, además el espacio de 45.72 cm por encima del nivel del piso y 0.9144 mts horizontalmente desde el punto de lubricación, además dentro de 0.9144 mts desde el punto de llenado del surtidor, extendiéndose en todas direcciones. (ARTICULO 514-2, NEC HAND BOOK-1993)

## CUARTOS PARA LUBRICACION SIN SURTIDORES.

Se extenderá un área de la división 2, en toda el área dentro de cualquier pozo usado para lubricación o un servicio similar donde los líquidos clase I puedan ser liberados, además un espacio de 45.72 cm por encima del nivel del pozo dentro de 0.9144 mts desde cualquier lado de este. (ARTICULO 514-2, NEC HAND BOOK-1993)

## 7. PLANTAS DE ALMACENAMIENTO DE GRAN VOLUMEN DE MATERIAL PELIGROSO.

Una planta de almacenamiento de gran volumen de material peligroso, es un lugar donde los líquidos inflamables son recibidos por embarcaciones, tuberías, carros tanque o vehículos tanque, y son almacenados o mezclados en gran volumen, con el propósito de distribuir tales líquidos, por medio de embarcaciones, tuberías, carros tanque, vehículos tanque, tanques portátiles o en recipientes.

Todos los alambros por encima de un lugar clase I, estarán dentro de tuberías metálicas roscadas o podrán estar en tuberías conduit PVC cédula 80 o con cable tipo MC, SNM, TC, MI previamente aprobado. En el caso de que la tubería sea de PVC, se incluirá un conductor de puesta a tierra a lo largo de la tubería y será conectado a todas las partes metálicas. Los equipos tales como lámparas, portálmparas, apagadores, interruptores, motores u otros equipos serán del tipo totalmente cerrados o contruidos de tal manera, que impida el escape de partículas o material caliente de su interior.

Para los alambros subterráneos, estos se realizarán, dentro de tubería conduit metálica roscada o tubería conduit de acero metálico intermedio. Cuando estén enterradas bajo el nivel del piso a 610 mm o más, se permitirá el uso de tubería conduit no metálica o un cable aprobado, pero estará conectada con tubo metálico rígido roscado por lo menos 610 mm por debajo del piso, hasta el lugar de su conexión en la superficie.

Los equipos, accesorios, tales como sellos, drenes, así como los métodos de instalación, serán aprobados y cumplirán con los requisitos de un lugar clase I. (ARTICULO 515, NOM-001-SEMP-1994)

## EQUIPOS INSTALADOS EN INTERIORES.

Los equipos instalados en lugares interiores en, donde se manejan líquidos inflamables o combustibles y bajo condiciones normales de operación, puedan estar presentes mezclas de vapores combustibles o inflamables, quedarán delimitadas de la siguiente manera.

Se extenderá un lugar de la división I, al espacio dentro de 1.524 mts, desde cualquier lado de un equipo considerado una fuente de peligro, extendiéndose en todas direcciones. Se considera un lugar de la división 2, al espacio entre 1.52 mts y 2.438 mts desde cualquier lado de la fuente de peligro, extendiéndose en todas direcciones, además un espacio de 0.9144 mts por encima del nivel del piso, en un radio comprendido entre 1.524 mts hasta 7.62 mts medidos en el plano horizontal, desde cualquier lado de la fuente de peligro. fig 3.13. (ARTICULO 515-2, NEC HAND BOOK-1993)

## EQUIPOS INSTALADOS EN EXTERIORES.

Los equipos instalados en lugares exteriores en, donde se manejan líquidos inflamables o combustibles y bajo condiciones normales de operación, puedan estar presentes mezclas de vapores combustibles o inflamables, quedarán delimitadas de la siguiente manera.

Se considera un lugar de la división 1, al espacio dentro de 0.9144 mts desde cualquier lado de una fuente de peligro, extendiéndose en todas direcciones. Se considera un lugar de la división 2 al espacio entre 0.9144 mts y 2.4384 mts desde cualquier lado de la fuente de peligro extendiéndose en todas direcciones, además el espacio de 0.9144 mts por encima del nivel del piso, dentro de un radio comprendido entre 0.9144 mts y 3.048 mts en el plano horizontalmente, desde cualquier lado de la fuente de peligro. fig. 3.14. (ARTICULO 515-2, NEC HAND BOOK-1993)

## TANQUES DE ALMACENAMIENTO SOBRE EL NIVEL DEL PISO.

Se considera un lugar de la división 1, al espacio interior entre un muro de contención o dique, donde la altura del dique es mayor, que la distancia desde el tanque hasta el dique por más del 50 %, medidos desde la superficie del tanque, en caso contrario se considera un lugar de la división 2.

Se considera un lugar de la división 2, al espacio dentro de 3.048 mts desde el exterior, fondo o techo del tanque extendiéndose en todas direcciones, así como el espacio interior de un dique hasta el nivel superior de él, en el caso que no exista dique, el tanque quedará rodeado por un área de la división 2, de 3.048 mts extendiéndose desde cualquier lado del tanque.

Cualquier orificio abierto, respiradero, abertura, etc, dará origen a un lugar de la división 1, dentro de 1.524 mts desde el orificio o abertura (respiradero) extendiéndose en todas direcciones, además un lugar de la división 2, al espacio dentro de 1.524 mts y 3.048 mts desde el respiradero, extendiéndose en todas direcciones.

En los tanques con techo flotante, se considera un lugar de la división 1, al espacio por encima del techo y al interior de este. fig. 3.15, 3.16. (ARTICULO 515-2, NEC HAND BOOK-1993)

## TANQUES SUBTERRANEOS CON ABERTURA DE LLENADO.

Se considera un lugar de la división 1 a todo foso, depresión o espacio por debajo del nivel del piso, estando cualquier parte de él, dentro de un lugar división 1 o 2. Se considera un lugar de la división 2, al espacio de 0.4572 mts por encima del nivel, dentro de un radio horizontal de 3.048 mts desde una conexión de llenado móvil y un radio horizontal de 1.524 mts si la conexión de llenado es fija. fig. 3.18. (ARTICULO 515-2, NEC HAND BOOK-1993)

## RESPIRADEROS Y ORIFICIOS DE DESCARGA POR LA PARTE SUPERIOR DE TANQUES SUBTERRANEOS.

Se considera un lugar de la división 1, al espacio dentro de 0.9144 mts desde el respiradero u orificio de descarga extendiéndose en todas direcciones, además de un espacio de la división 2

entre 0.9144 mts y 1.524 mts desde el respiradero extendiéndose en todas direcciones. fig. 3.17 (ARTICULO 515-2, NEC HAND BOOK-1993)

#### TANQUES DE ALMACENAMIENTO ELEVADOS.

En los tanques de almacenamiento elevados, se considera un lugar de la división 1, a cualquier registro abierto, venteo o respiradero del tanque hasta una distancia de 1.524 mts extendiéndose en todas direcciones, a demás un área de la división 2, al espacio comprendido desde la superficie exterior del tanque hasta una distancia de 3.048 mts en todas direcciones, debiendo además prolongarse el área en el plano vertical hasta el nivel del piso. fig 3.19. (ARTICULO 515-2, NEC HAND BOOK-1993, 6.11, NORMA 2.203.01 PEMEX)

#### LLENADO DE RECIPIENTES Y CILINDROS, EN LUGARES EXTERIORES O INTERIORES CON VENTILACION ADECUADA.

Se considera un lugar de la división 1 dentro de 0.9144 mts desde el punto de llenado, extendiéndose en todas direcciones, se considera un lugar de la división 2 al espacio entre 0.9144 mts y 1.524 mts desde el orificio de llenado extendiéndose en todas direcciones, además 0.4572 mts por encima del nivel del piso dentro de un radio en el plano horizontal de 3.048 mts desde el orificio de llenado. (ARTICULO 515-2, NEC HAND BOOK-1993)

#### BOMBAS, PURGADORES, CONEXIONES, MEDIDORES Y EQUIPOS SIMILARES.

Si este tipo de accesorios o equipos se localiza en lugares interiores, con ventilación adecuada, se considerará un lugar de la división 2 al espacio dentro de 1.52 mts desde cualquier lado del accesorio, extendiéndose en todas direcciones, además 0.9144 mts por encima del nivel del piso dentro de un radio en el plano horizontal de 7.62 mts medidos desde cualquier lado del accesorio u equipo, al igual que lo indicado para dispensarios de gasolina y estaciones de servicio.

En el caso que el accesorio se localice en un lugar exterior, se considerará un lugar de la división 2, al espacio dentro de 0.9144 mts desde cualquier lado del accesorio, extendiéndose en todas direcciones, además 0.4572 mts por encima del nivel del piso, dentro de un radio en el plano horizontal de 3.048 mts medidos desde cualquier lado del accesorio u equipo. (ARTICULO 515-2, NEC HAND BOOK-1993) fig. 3.11, 3.12.

Cuando las bombas se encuentren instaladas en locales libremente ventilados, pero ajuicio de la autoridad competente este pudiera carecer de ventilación suficiente para desalojar los vapores de líquidos inflamables debido a barreras parciales de material sólido o falta de aire natural, se considerará un lugar de la división 1 al espacio dentro de 1.52 mts desde cualquier lado del accesorio, extendiéndose en todas direcciones, además 0.9144 mts por encima del nivel del piso dentro de un radio en el plano horizontal de 7.62 mts medidos desde cualquier lado del accesorio u equipo, el resto del lugar se considerará es su totalidad un área de la división 2, debiéndose agregar un área de la misma división de 0.9144 mts por encima del nivel y 3.05 mts en el plano horizontal desde cualquier lado de la fuente de peligro que sobrepase el límite de la barrera estando esta a menos de 7.62 mts de la fuente de peligro. ( 3.8 NFPA - 497, 1997)

## POZOS.

En los pozos sin ventilación mecánica, se considerará un lugar de la división 1, a todo el interior de él, si cualquier parte de este se localiza dentro de un lugar división 1 o 2.

En los pozos con ventilación mecánica adecuada, se considerará un lugar de la división 2, a todo el interior de él, si cualquier parte de este se localiza dentro de un lugar división 1 o 2. En los pozos que contengan válvulas o conexiones y que no se encuentren dentro de un lugar división 1 o 2, se considera todo el poso como un lugar de la división 2. (ARTICULO 515-2, NEC HAND BOOK-1993)

## DRENAJES, ZANJAS, SEPARADORES Y DEPOSITOS ESTANCADOS.

Se considera un lugar de la división 2, al espacio de 0.4572 mts por encima de los drenajes, zanjias, separadores y depósitos estancados, además 0.4572 mts por encima del nivel, dentro de un radio en el plano horizontal de 4.572 mts medidos desde cualquier lado. Cuando el drenaje, la zanja o deposito estancado se localice en un lugar interior, se deberá considerar como un pozo. (ARTICULO 515-2, NEC HAND BOOK-1993)

## VEHICULOS TANQUE Y CARROS TANQUES.

### LLENADO A TRAVES DEL DOMO ABIERTO.

Se considera una área de la división 1, dentro de 0.9144 mts desde cualquier lado del domo extendiéndose en todas direcciones y un lugar de la división 2, al espacio entre 0.9144 mts y 4.572 mts desde cualquier lado del domo extendiéndose en todas direcciones. fig. 3.20. (ARTICULO 515-2, NEC HAND BOOK-1993)

### LLENADO POR EL FONDO CON VENTILACION A LA ATMOSFERA.

Se considera un lugar de la división 1, al espacio dentro de 0.9144 mts desde el punto de ventilación a la atmósfera, extendiéndose en todas direcciones, también un lugar de la división 2 al espacio entre 0.9144 mts y 4.572 mts desde el punto de ventilación a la atmósfera, extendiéndose en todas direcciones, además un espacio de 0.4572 mts por encima del nivel, dentro de un radio en el plano horizontal de 3.048 mts desde el punto de conexión de carga. Fig 3.21. (ARTICULO 515-2, NEC HAND BOOK-1993)

### CARGA A TRAVES DEL DOMO CERRADO, CON VENTILACION A LA ATMOSFERA.

Se considera un lugar de la división 1, dentro de 0.9144 mts desde el final del respiradero extendiéndose en todas direcciones, también un espacio de la división 2, entre 0.9144 mts y 4.572 mts desde el final del respiradero extendiéndose en todas direcciones, además 0.9144 mts desde cualquier lado del domo, extendiéndose en todas direcciones. (ARTICULO 515-2, NEC HAND BOOK-1993)



Si la carga se realiza adicionalmente con vapor controlado, se considerará un lugar de la división 2, dentro de 0.9144 mts desde la conexión de llenado y la línea de vapor, extendiéndose en todas direcciones. (ARTICULO 515-2, NEC HAND BOOK-1993)

#### **CUALQUIER CARGA O DESCARGA POR EL FONDO CON VAPOR CONTROLADO.**

Si la carga o descarga se realiza adicionalmente por el fondo, con vapor controlado, se considerará un lugar de la división 2, dentro de 0.9144 mts desde la conexión de llenado y la línea de vapor, extendiéndose en todas direcciones, así como un lugar de la misma división de 0.4572 mts sobre el nivel, dentro de un radio en el plano horizontal de 3.048 mts desde el punto de conexión. (ARTICULO 515-2, NEC HAND BOOK-1993)

### **8. APLICACIONES DE SPRAY, INMERSION Y PROCESOS DE PINTURA.**

Estos lugares son aquellos en los que regularmente o frecuentemente, son utilizados líquidos inflamables o polvos combustibles, para aplicaciones de spray, los cuales son aplicados a temperaturas superiores de su punto de inflamación por medio de procesos de inmersión, pintura y otros similares.

#### **LUGARES CLASE I o II DIVISIÓN 1.**

La clasificación esta basada sobre las cantidades peligrosas de vapores inflamables, niebla combustible, residuos, polvos o depósitos. Los siguientes espacios serán considerados como un lugar clase I o II, división 1, para su aplicación.

- 1.- El interior de las casetas o cuartos de spray.
- 2.- El interior de los ductos de escape.
- 3.- Cualquier área en el paso directo de las operaciones de spray.
- 4.- Para las operaciones de inmersión y pintura, se considera todo el espacio dentro de 1.524 mts, medidos en forma radial desde la fuente de vapor, extendiéndose desde la superficie del piso. La fuente de vapor de un líquido expuesto en un proceso, los escurrimientos y cualquier objeto inmerso o pintado desde el cuál es posible medir a una distancia de 0.3048 mts concentraciones de vapor que excedan el 25% del límite inferior de inflamabilidad.
- 5.- Los pozos que se localicen en un radio de 7.62 mts medidos en el plano horizontal desde la fuente de vapor.
- 6.- El interior de las casetas de proceso pintura o recubrimiento que no sean por inmersión. (ARTICULO 516-2 A, NEC HAND BOOK-1993)

#### **LUGARES CLASE I o II, DIVISIÓN 2.**

Los siguientes espacios serán considerados clase I o II, división 2, para su aplicación.

- 1.- En las operaciones de spray o rociado intenso, se extenderá un espacio dentro de 6.096 mts en el plano horizontal y 3.048 mts en forma vertical, medidos desde cualquier lado exterior de un lugar considerado de la división 1, siempre que no este separado por una pared sólida.

2.- En los procesos de spray o rociado dentro de una cabina o cuartos que por su parte superior esta cerrada, pero un lado o el frente están abiertos, se extenderá un espacio de la división 2, dentro de 0.9144 mts en todas direcciones desde cualquier lugar abierto, lado o frente.

Además se extenderán otros lugares de acuerdo a lo siguiente:

- a) Si el equipo de ventilación esta interconectado con el equipo de spray, de tal manera que el *equipo de spray quede inoperable, cuando el sistema de ventilación este fuera de operación*, en este caso el espacio se extenderá 1.524 mts en todas direcciones desde la cara o frente abierto del cuarto.
  - b) Si el sistema de ventilación no esta interconectado con el equipo de spray, de tal manera que éste se mantenga fuera de operación cuando el sistema de ventilación no este funcionando, en este caso el espacio se extenderá 3.048 mts en todas direcciones desde la cara o frente abierto de la cabina de rociado.
- 3.- En los procesos de spray, donde la parte de arriba de la caseta o cuarto este abierta se extenderá un lugar de la división 2, dentro 0.9144 mts verticalmente por encima de la caseta o cuarto y 0.9144 mts en todas direcciones desde cualquier otra abertura de la caseta.
- 4.- En aplicaciones de spray realizadas en áreas cerradas se considera un espacio de la división 2, dentro de 0.9144 mts extendiéndose en todas direcciones desde cualquier abertura de la caseta o cuarto.
- 5.- Para los tanques de inmersión y de escurrimiento se extenderá un lugar división 2, dentro de 0.9144 mts rodeándolos a partir de un lugar de la división 1, además 0.9144 mts por encima del piso y extendiéndose 6.096 mts en todas direcciones en el plano horizontal desde el lugar división 1. fig 3.22. 3.23. y 3.24. (ARTICULO 516-2 B, NEC HAND BOOK-1993)

## 9. LUGARES DE CUIDADO PARA LA SALUD.

Dentro de esta parte, destinada a la construcción y operación de las instalaciones consideradas críticas en áreas de cuidado de la salud, como son de los consultorios médicos en donde se desean hacer tratamientos ordinarios o aplicar parte de estos tratamientos, en hospitales, en residencias de enfermeros, en donde se realizan supervisiones de cuidado, lugares de cuidado de los pacientes enfermos, en lugares donde se encuentran los pacientes enfermos en cama, clínicas medicas, oficinas dentales, ambulancias y todo tipo de área de cuidado permanente o móvil, se encuentra un área considerada como clasificada o peligrosa llamada área de anestesia inflamable.

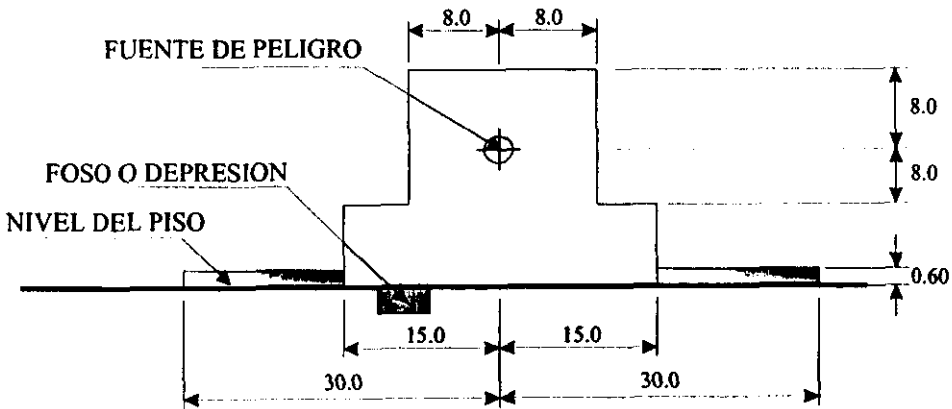
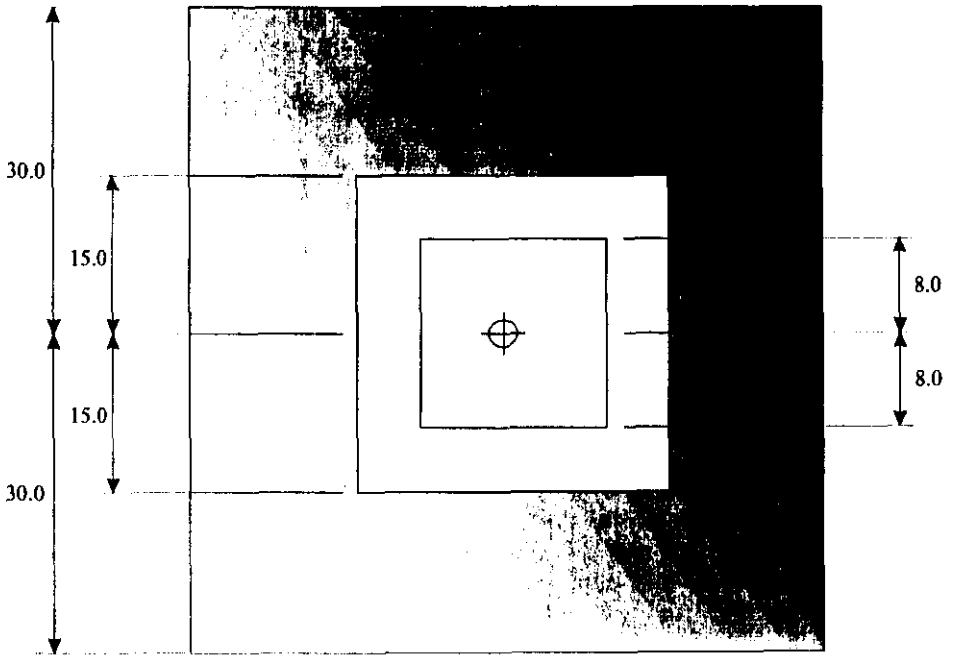
**LUGAR DE ANESTESIA.** Cualquier área en una instalación para el cuidado de la salud, que ha sido diseñada para ser usada para la aplicación de agente anestésicos de inhalación inflamable o no inflamable, durante el curso de un examen o tratamiento incluyendo el uso de tales agentes para tratamientos de emergencia.

**ANESTESICOS INFLAMABLES.** Todo gas o vapor tales como el fluroxeno, ciclopropano, eter-divinyl, cloruro de etileno, éter etílico, y etileno, los cuales formar mezclas inflamables o explosivas con el aire, oxígeno o gases rebajados tales como el óxido nitroso.

**LUGAR CON ANESTESICOS INFLAMABLES.** Cualquier área de la instalación que ha sido diseñada para ser usada en la administración de cualquier agente anestésico de inhalación inflamable, en el curso normal de una evaluación o tratamiento.

#### **EXTENSION DEL AREA CONSIDERADA PELIGROSA.**

Dentro de un lugar, donde los anestésicos inflamables son empleados, toda el área estará considerada como un lugar clase I, división 1, la cual se extenderá 1.524 mts sobre el nivel del piso, el resto del volumen remanente hasta las estructuras de techos o del cuarto, se considera estar por encima de un lugar peligroso. Cualquier cuarto o lugar en el cual los anestésicos inflamables o agentes desinfectantes volátiles flamables están almacenados estarán considerados como un lugar clase I, división 1, desde el piso hasta el techo. Cualquier lugar de anestesia designado para el uso exclusivo de agentes anestésicos no flamables, estará considerado un lugar distinto al lugar clasificado como peligroso. (ARTICULO 517, NEC HAND BOOK-1993)



 AREA CLASE 1, DIVISION 1

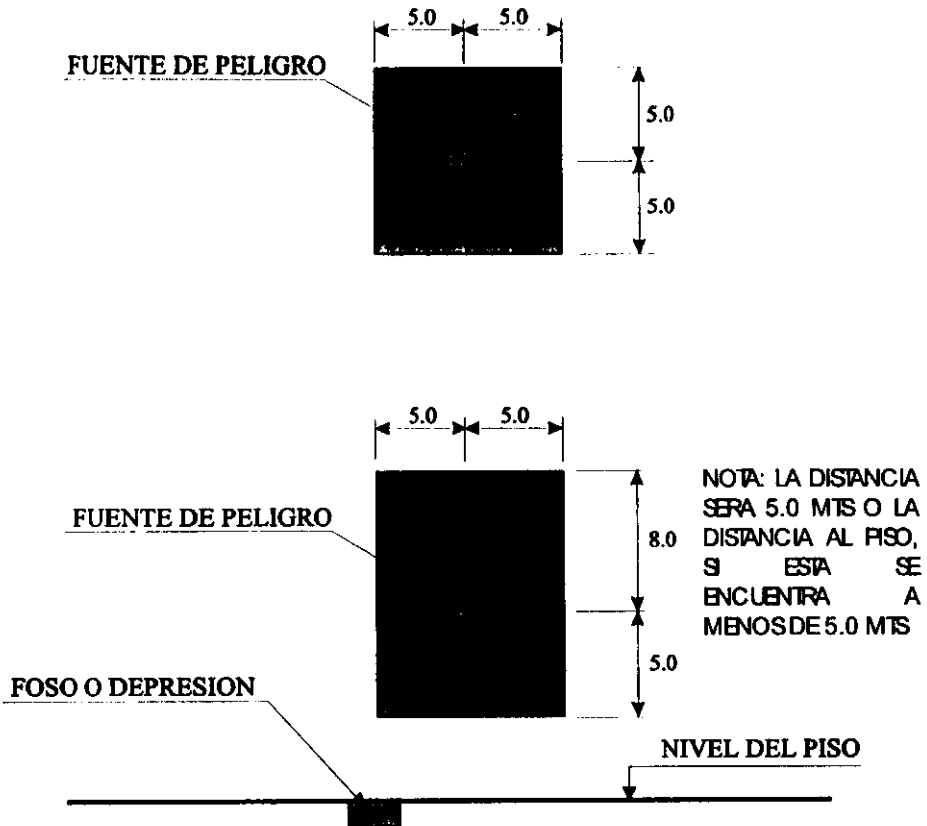
 AREA CLASE 1, DIVISION 2

 AREA ADICIONAL A CLASE 1, DIVISION 2

ACOT: MTS

FIG. 3.1

LUGARES LIBREMENTE VENTILADOS  
DONDE SE MANEJAN PRODUCTOS MAS PESADOS QUE EL AIRE



■ AREA CLASE 1, DIVISION 2

ACOT: MTS

FIG. 3.2

**LUGARES LIBREMENTE VENTILADOS  
DONDE SE MANEJAN PRODUCTOS MAS LIGEROS QUE EL AIRE**

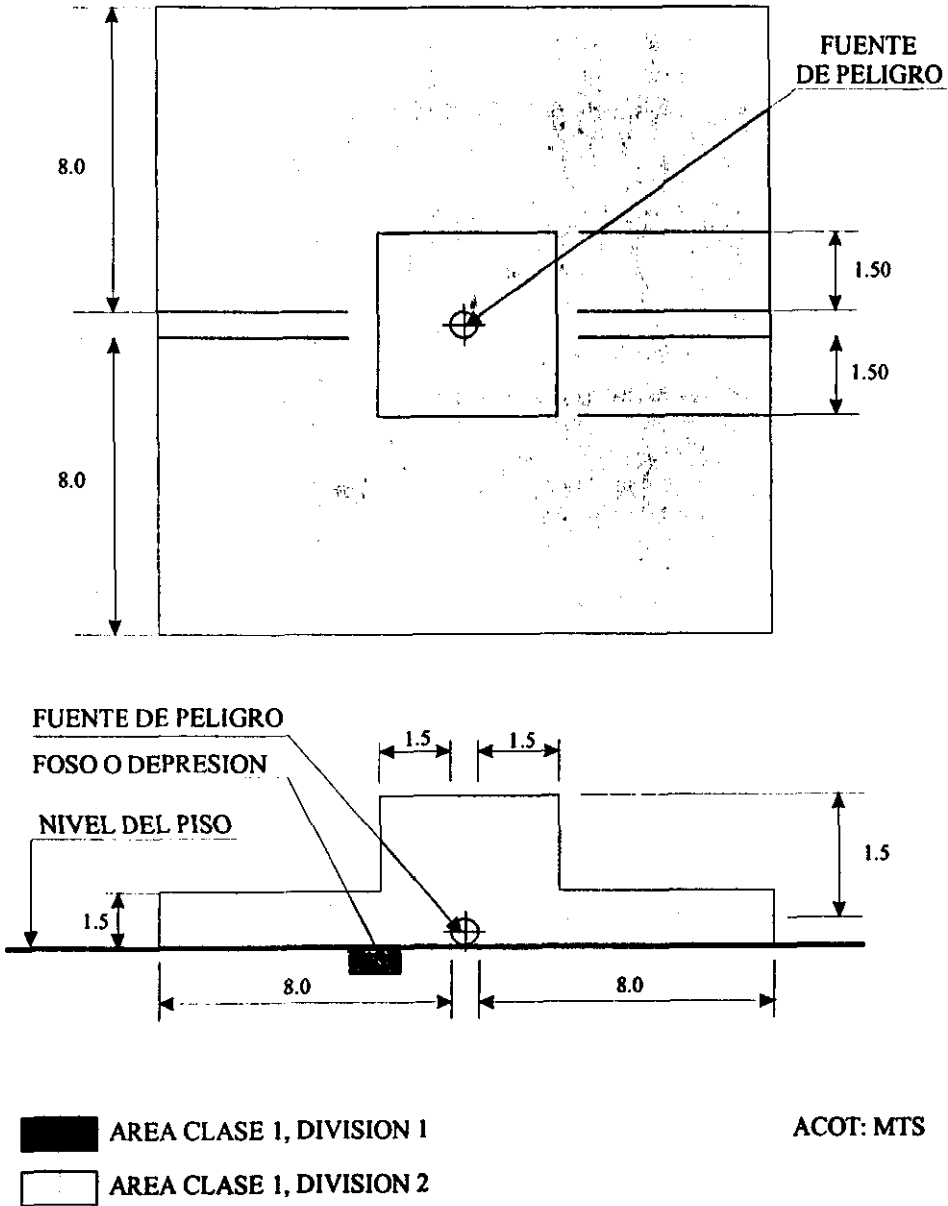
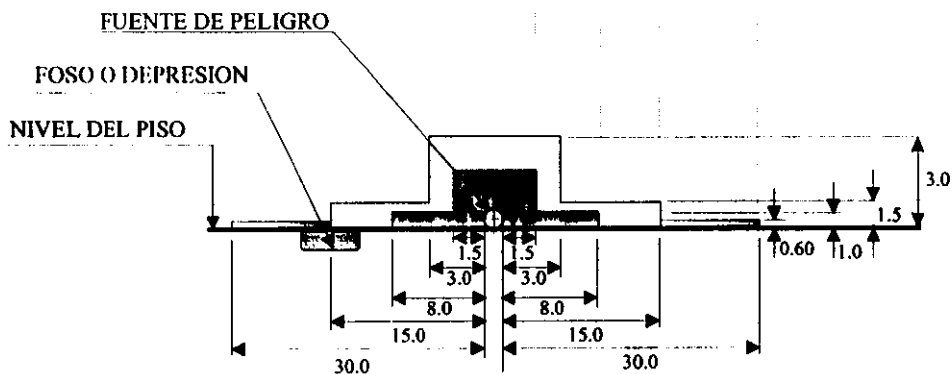
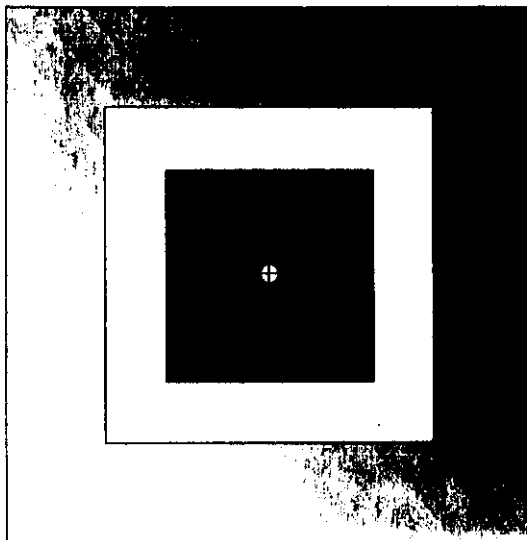


FIG. 3.3

**LUGARES LIBREMENTE VENTILADOS  
FUERA DELAS PLANTAS DE PROCESO**

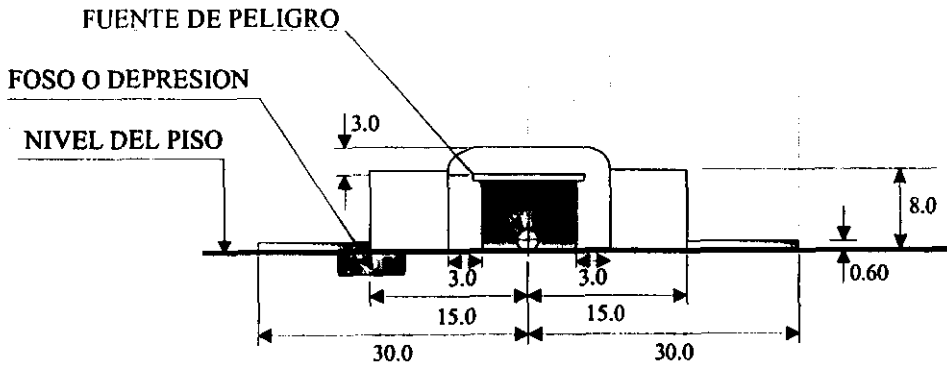
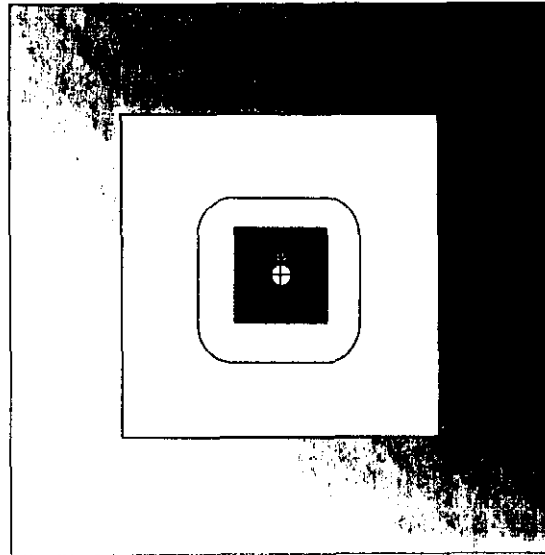





- AREA CLASE 1, DIVISION 1
- AREA CLASE 1, DIVISION 2
- AREA ADICIONAL DE LA CLASE 1, DIVISION 2

ACOT: MTS

FIG. 3.4

LUGARES ABIERTOS CON VENTILACION  
INADECUADA FUERA DE LAS PLANTAS DE PROCESO



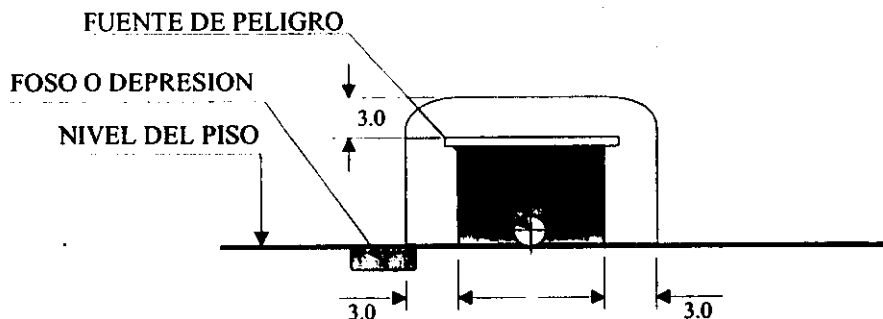
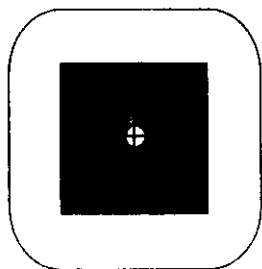
-  AREA CLASE 1, DIVISION 1
-  AREA CLASE 1, DIVISION 2
-  AREA ADICIONAL DE LA CLASE 1, DIVISION 2

ACOT: MTS

FIG. 3.5

LUGARES CERRADOS DONDE SE MANEJA MATERIAL COMBUSTIBLE MAS PESADO QUE EL AIRE





- AREA CLASE 1, DIVISION 1
- AREA CLASE 1, DIVISION 2

ACOT: MTS

FIG. 3.6

LUGARES CERRADOS CON VENTILACION DEFICIENTE DONDE SE MANEJAN PRODUCTOS MAS LIGEROS QUE EL AIRE

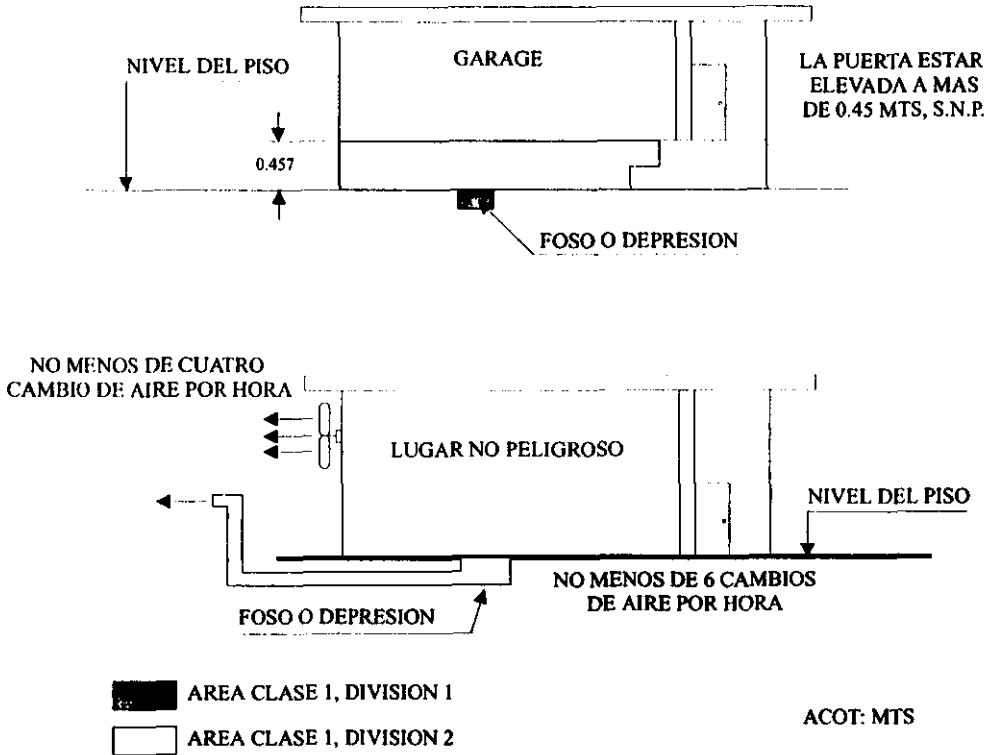
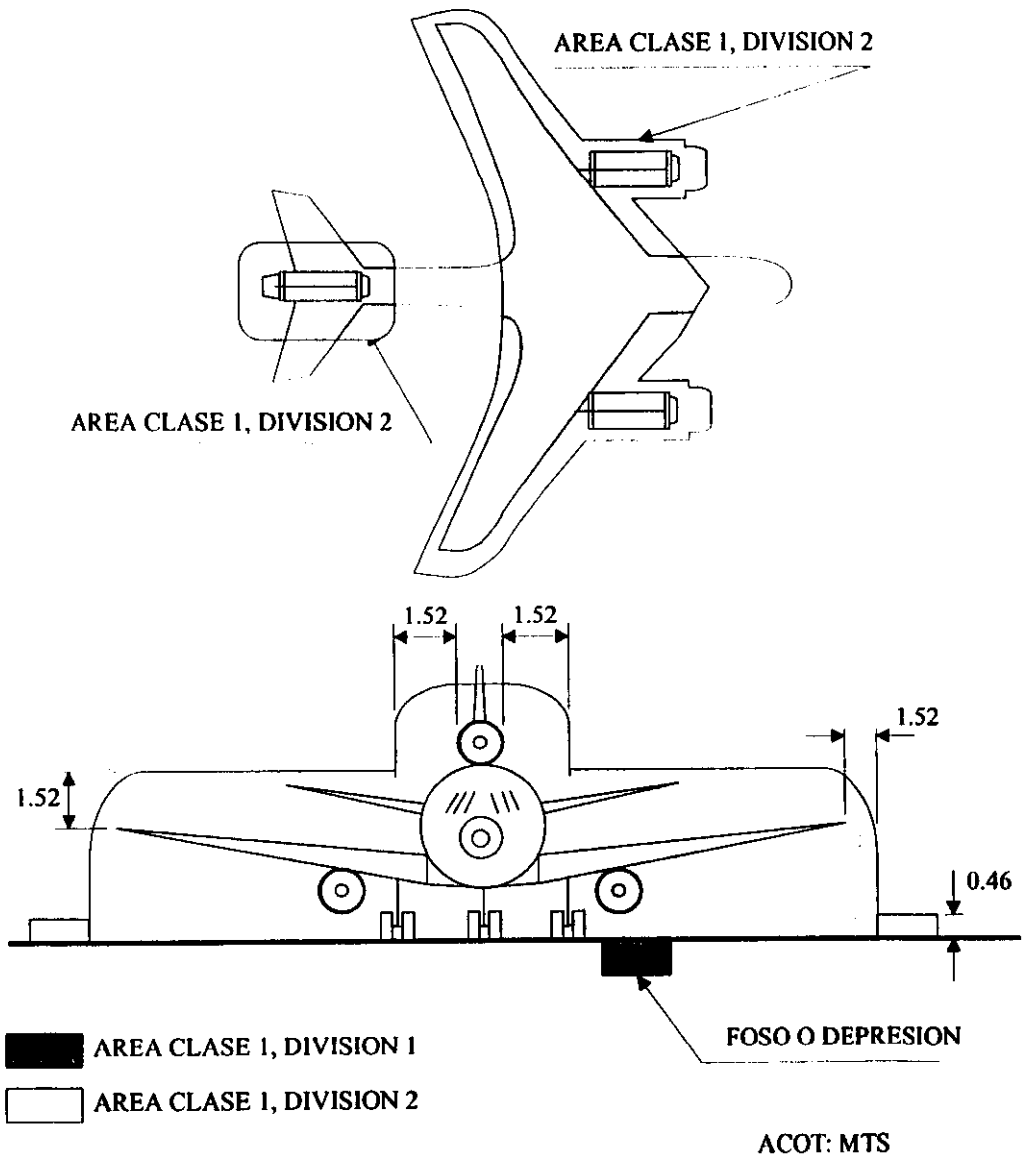


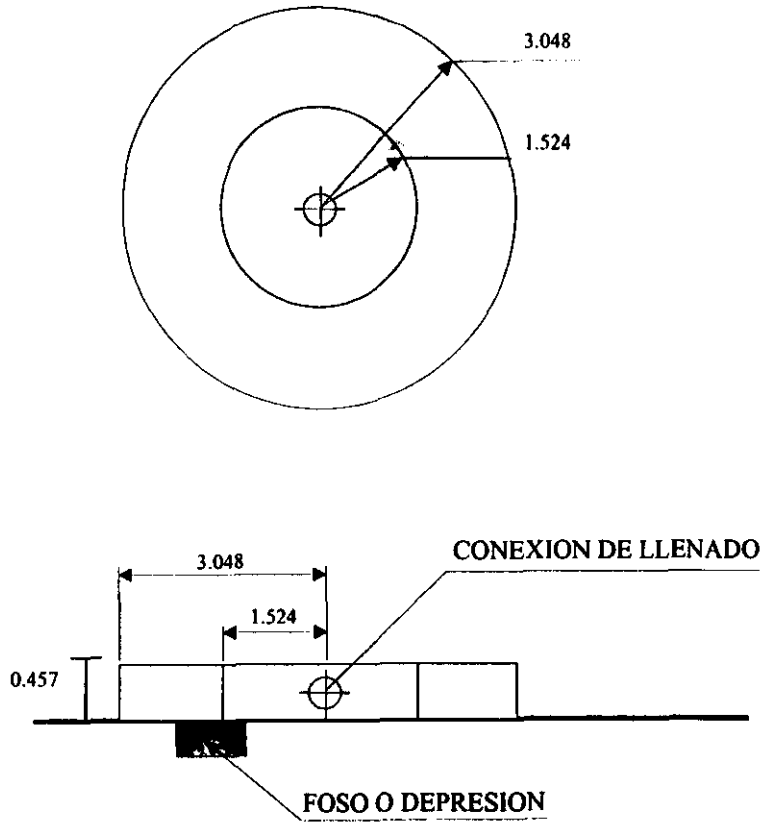
FIG. 3.7



GARGE COMERCIALES DE REPARACION Y ALMACENAMIENTO



HANGARES DE AVION

FIG. 3.8

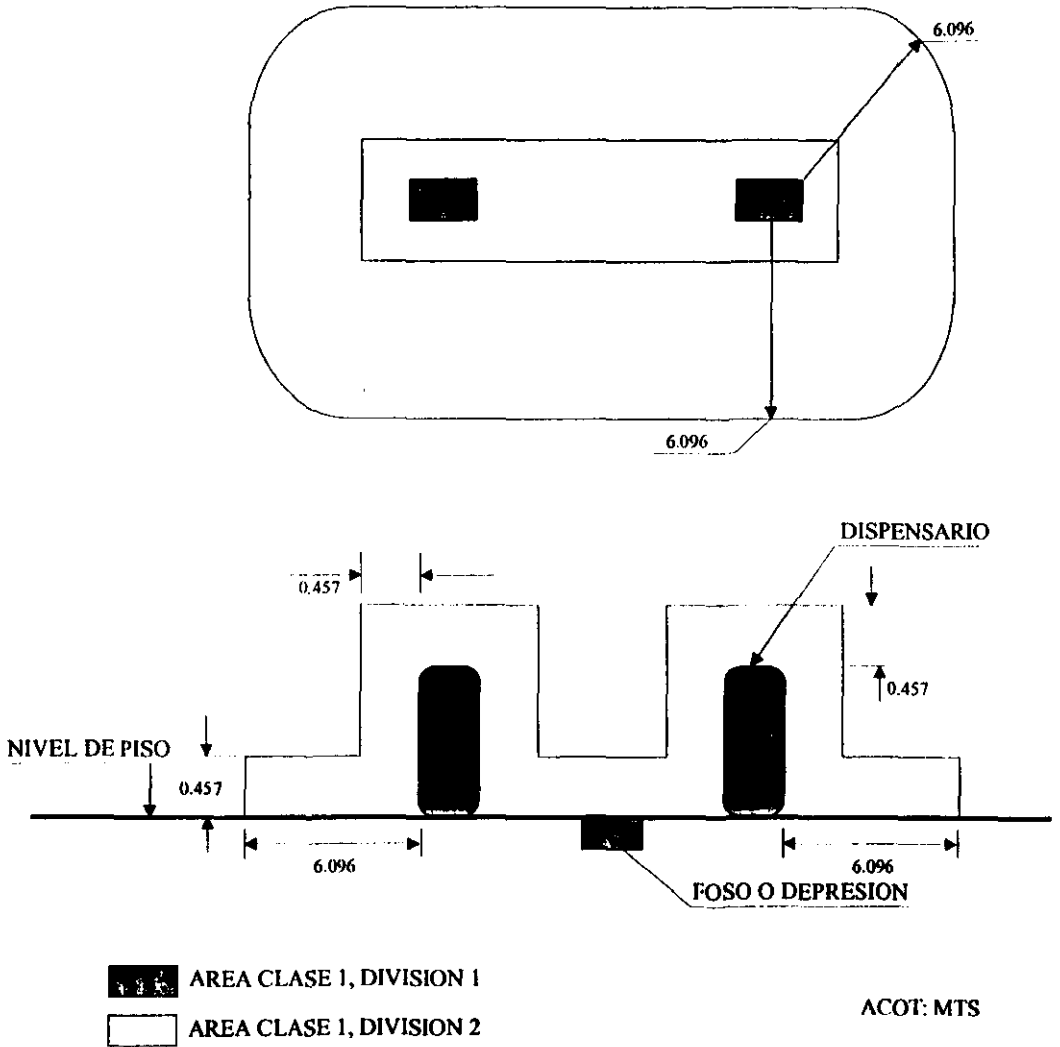


-  AREA CLASE 1, DIVISION 1
-  AREA CLASE 1, DIVISION 2

ACOT: MTS

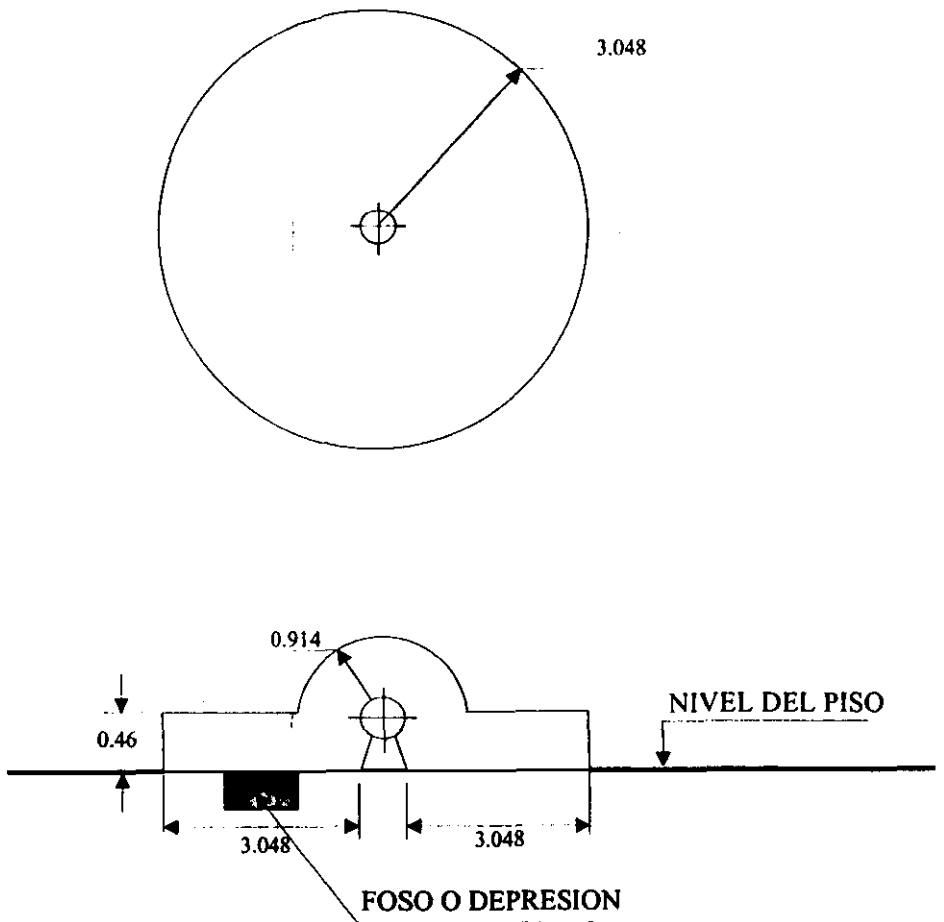
FIG. 3.9

CONEXION DE LLENADO PARA  
TANQUES SUBTERRANEOS  
EN DISPENSARIOS DE GASOLINA



DISPENSARIOS DE GASOLINA Y UNIDADES SURTIDORAS

FIG. 3.10

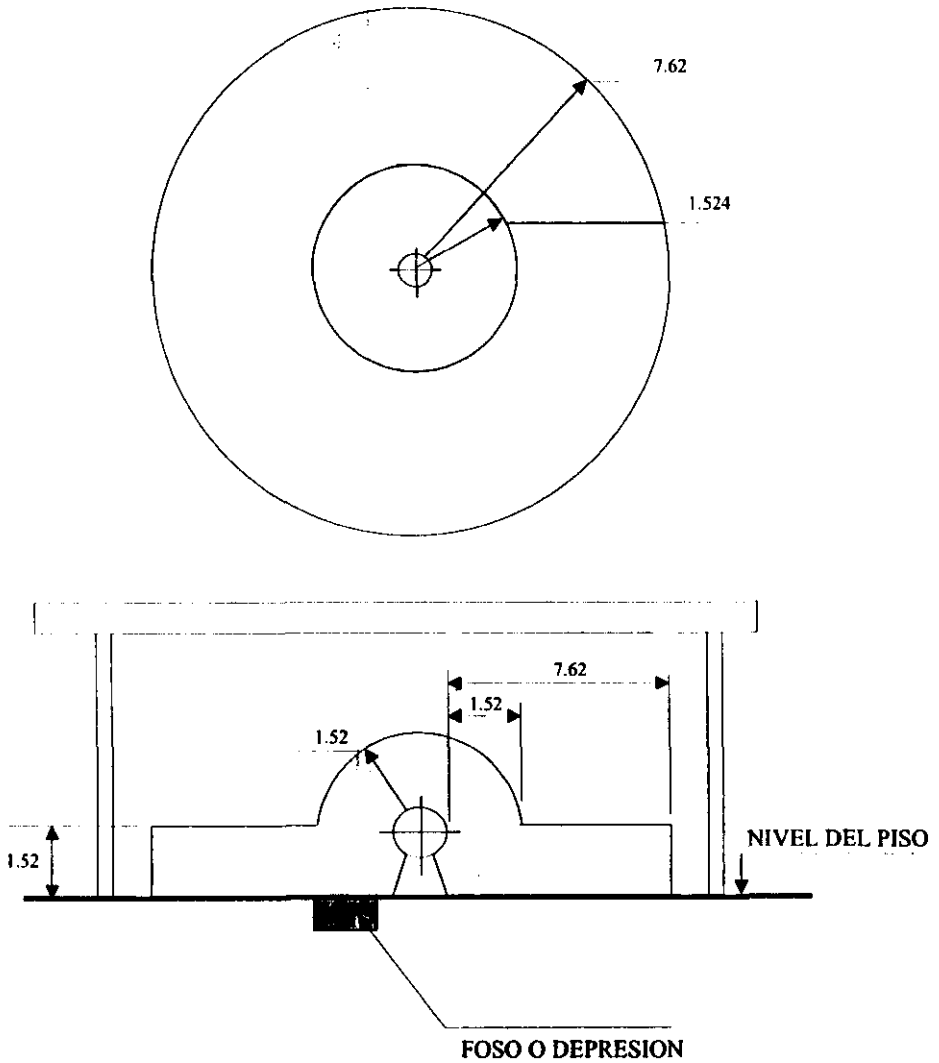


- AREA CLASE 1, DIVISION 1
- AREA CLASE 1, DIVISION 2

ACOT: MTS

BOMBAS, PURGADORES, CONEXIONES,  
 MEDIDORES Y EQUIPOS SIMILARES  
 INSTALADOS EN LUGARES  
 EXTERIORES.

FIG. 3.11

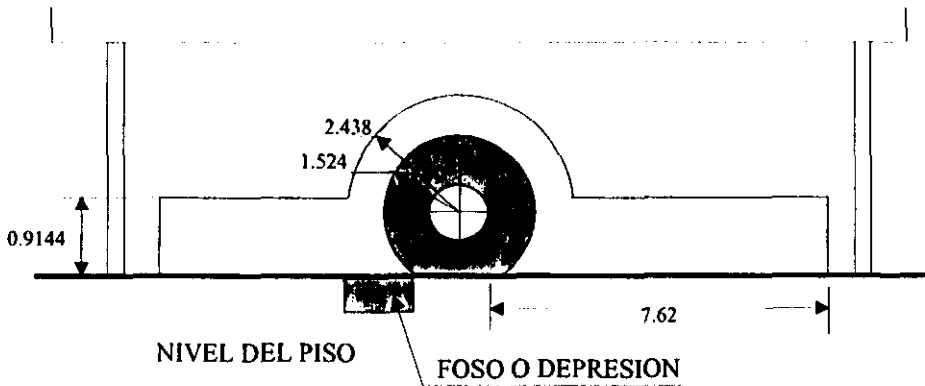


- AREA CLASE 1, DIVISION 1
- AREA CLASE 1, DIVISION 2

ACOT: MTS

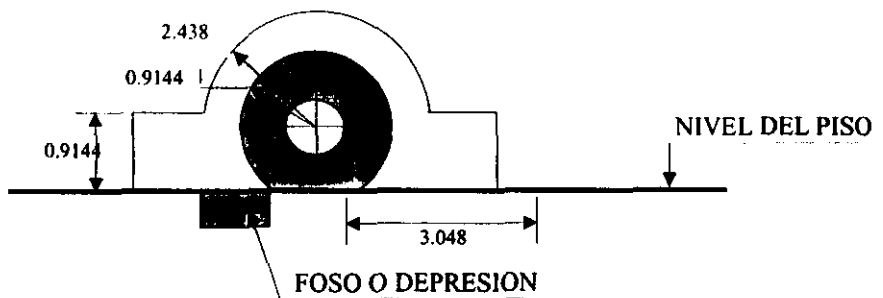
BOMBAS, PURGADORES, CONEXIONES,  
 MEDIDORES Y EQUIPOS SIMILARES  
 INSTALADOS EN LUGARES  
 INTERIORES.

FIG. 3.12



EQUIPOS INSTALADOS EN INTERIORES

FIG. 3.13



EQUIPOS INSTALADOS EN EXTERIORES

FIG. 3.14

ACOT: MTS

■ AREA CLASE 1, DIVISION 1

□ AREA CLASE 1, DIVISION 2

FIG. 3.13, 3.14

PLANTAS DE ALMACENAMIENTO DE GRAN VOLUMEN  
EQUIPOS INSTALADOS EN INTERIORES O EXTERIORES



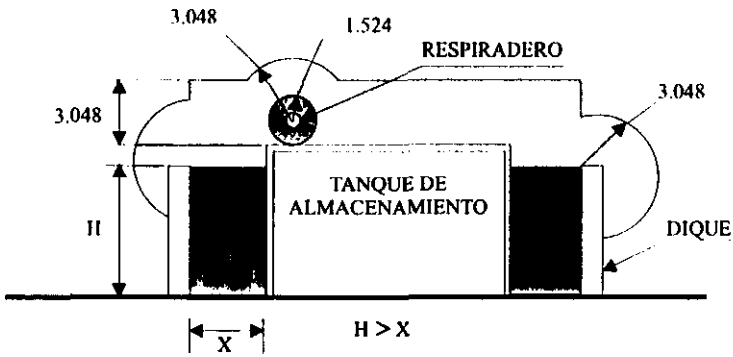


FIG. 3.15

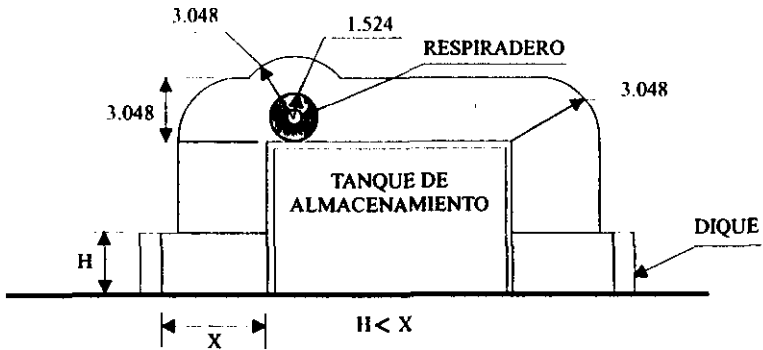


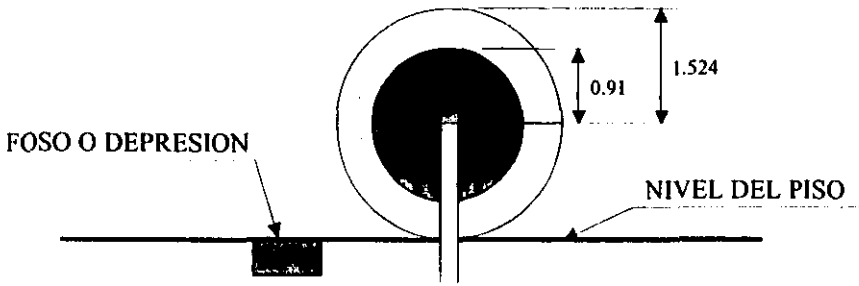
FIG. 3.16

- AREA CLASE I, DIVISION 1
- AREA CLASE I, DIVISION 2

ACOT: MTS

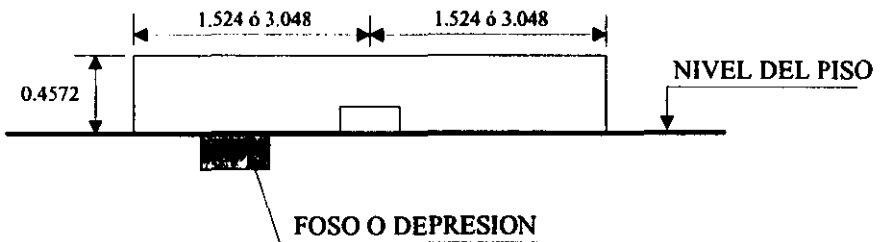
TANQUES DE ALMACENAMIENTO  
SOBRE EL NIVEL DEL PISO

FIG. 3.15 y 3.16



RESPIRADERO DE ORIFICIO DE DESCARGA

FIG. 3.17



ABERTURA DE LLENADO DE TANQUES SUBTERRANEOS

FIG. 3.18

ACOT: MTS



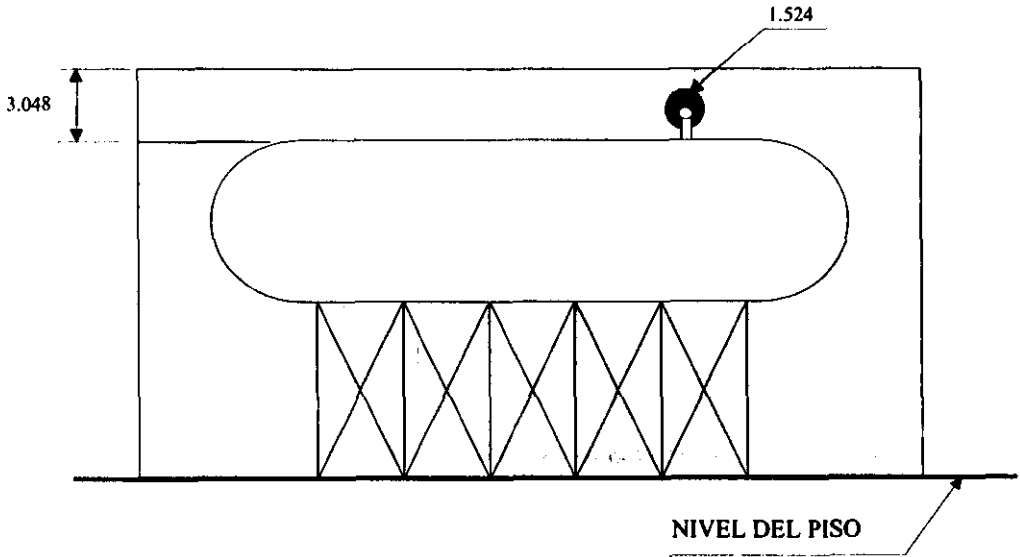


-  AREA CLASE 1, DIVISION 1
-  AREA CLASE 1, DIVISION 2

FIG. 3.17, 3.18

ABERTURA DE LLENADO, RESPIRADERO Y  
ORIFICIO DE DESCARGA

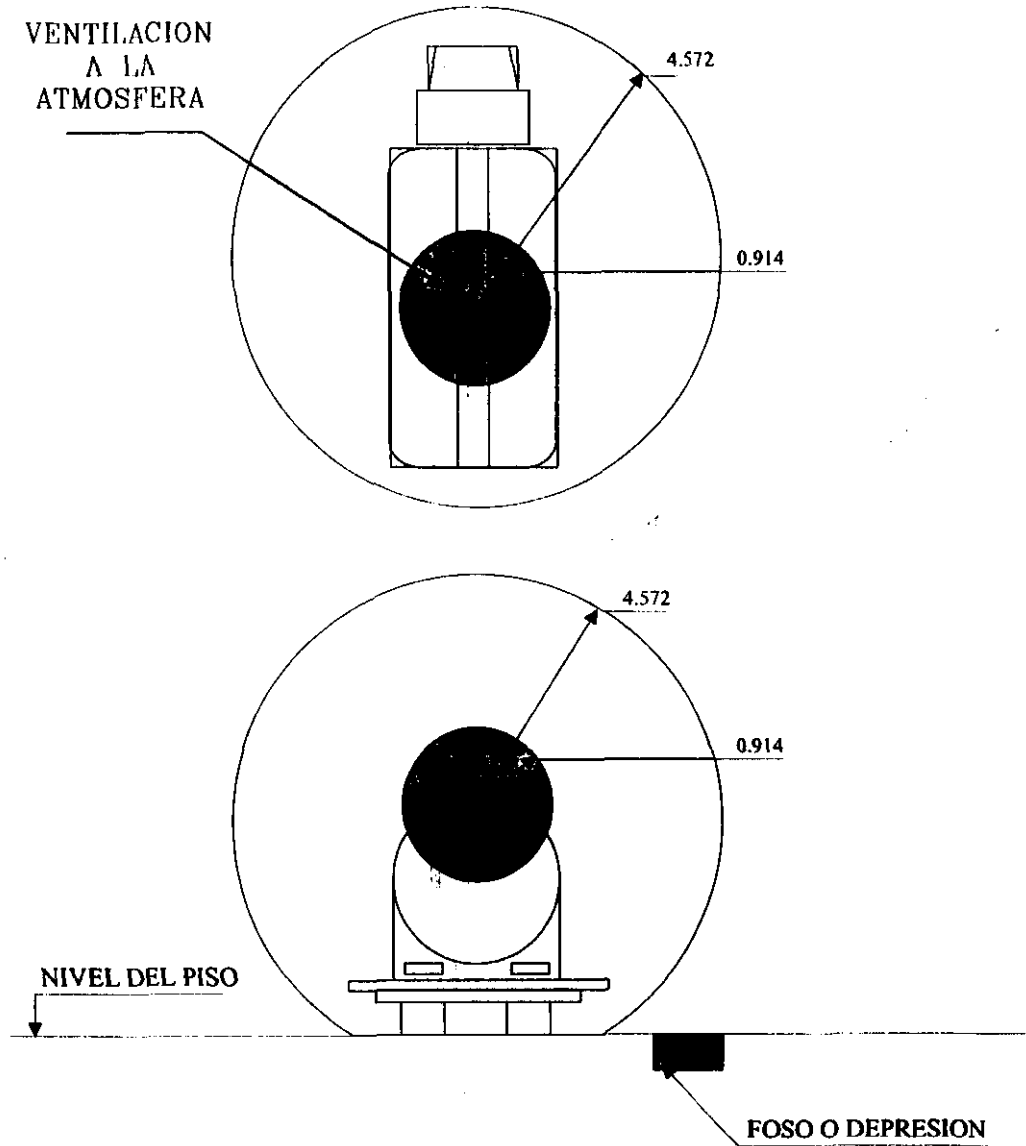


-  AREA CLASE 1, DIVISION 1
-  AREA CLASE 1, DIVISION 2

ACOT: MTS

FIG. 3.19

### TANQUES DE ALMACENAMIENTO TIPO ELEVADO



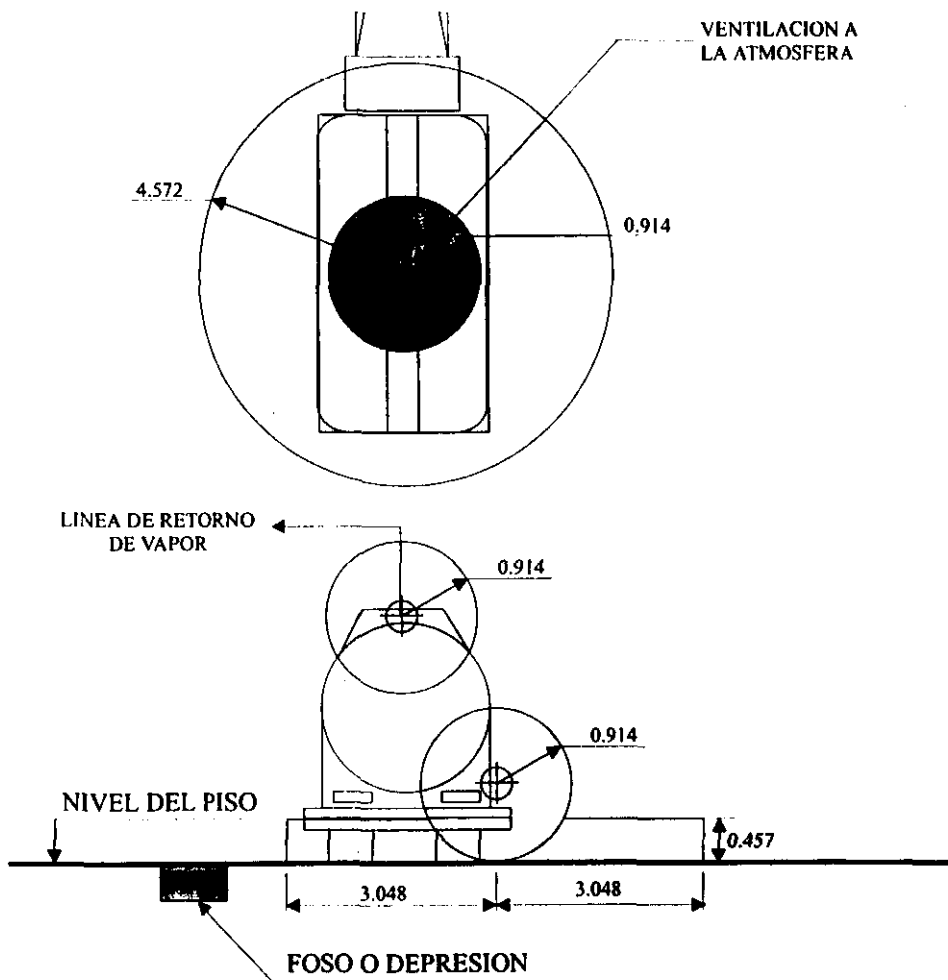
■ AREA CLASE 1, DIVISION 1

□ AREA CLASE 1, DIVISION 2

ACOT: MTS

VEHICULOS TANQUE Y CARROS TANQUE  
CON LLENADO ATRAVEZ DEL  
DOMO ABIERTO

FIG. 3.20



- AREA CLASE 1, DIVISION 1
- AREA CLASE 1, DIVISION 2

ACOT: MTS

VEHICULOS TANQUE Y CARROS TANQUE LLENADO POR EL FONDO

FIG. 3.21

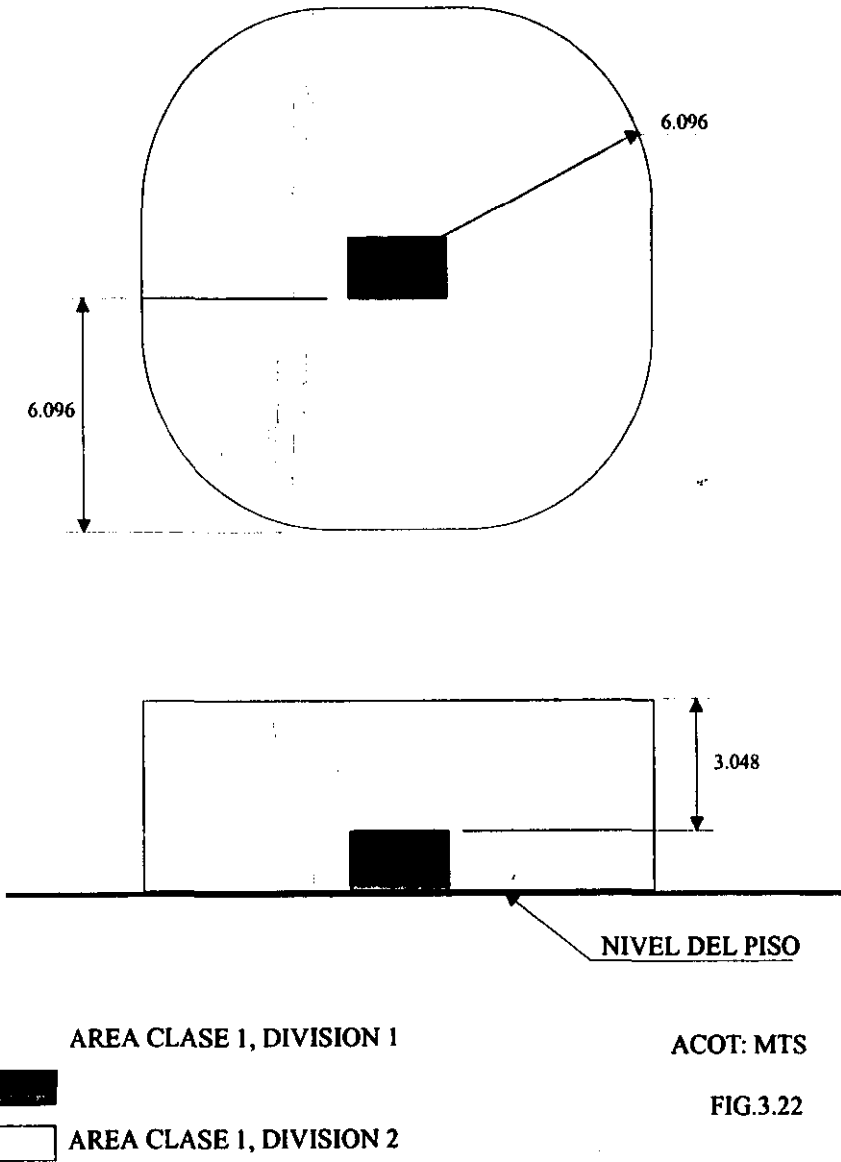
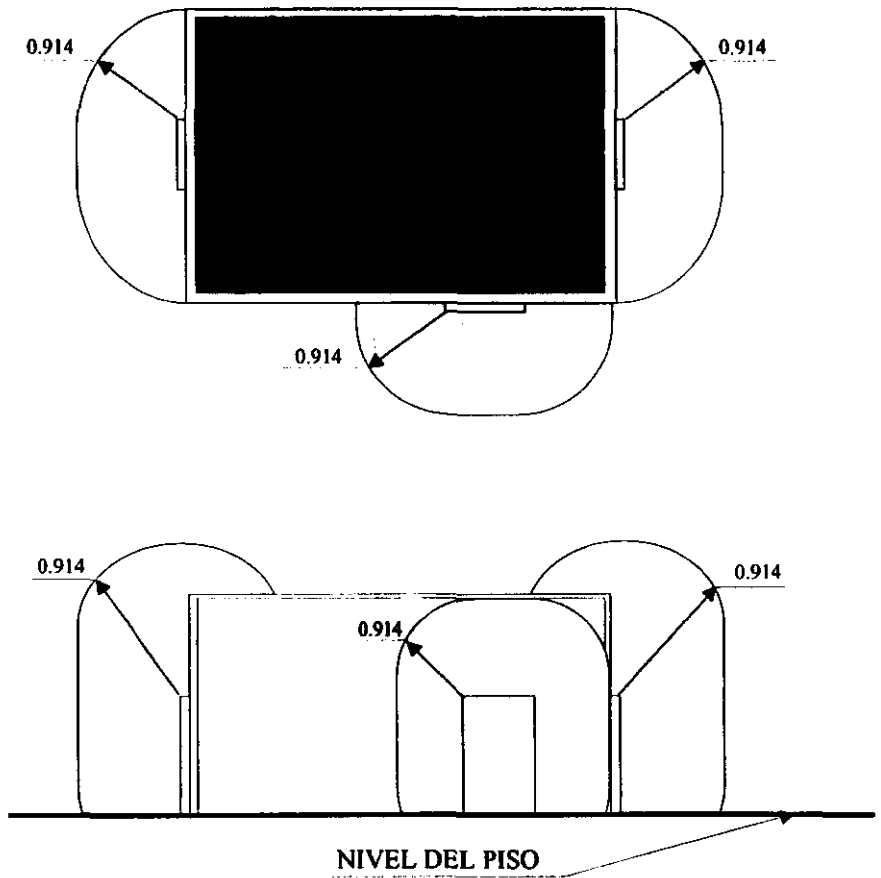


FIG.3.22

OPERACIONES DE SPRAY

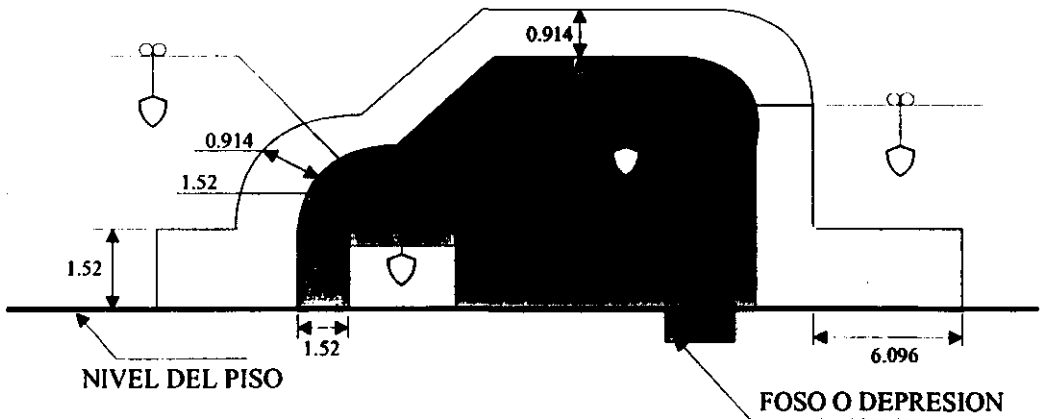
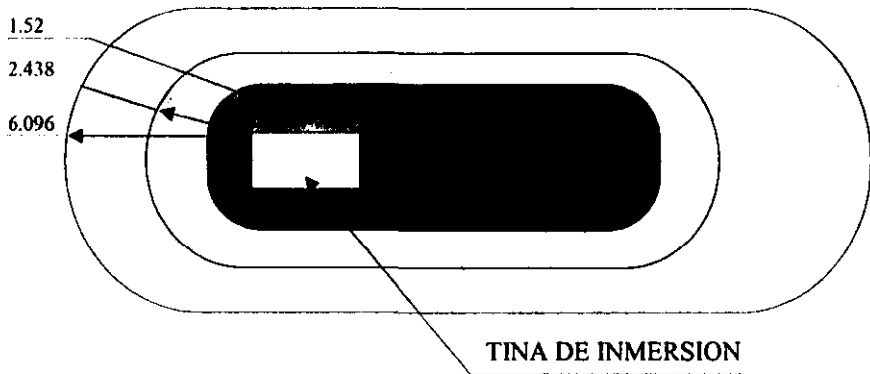


- AREA CL.
- AREA CLASE I, DIVISION 2

ACU1: M1S

FIG. 3.23

APLICACIONES DE SPRAY Y  
PROCESOS DE PINTURA



- AREA CLASE 1, DIVISION 1
- AREA CLASE 1, DIVISION 2

ACOT: MTS

PROCESOSO DE INMERSION  
PINTURA Y ESCURIMIENTO

FIG. 3.24



# CAPITULO IV

## SELECCION DE MATERIALES EQUIPOS Y METODOS DE INSTALACION

## CAPITULO IV

### SELECCION DE MATERIALES, EQUIPOS Y METODOS DE INSTALACION.

Como medida de seguridad, deben de evitarse, o al menos limitarse al mínimo, las instalaciones eléctricas en las áreas peligrosas, su localización en áreas menos peligrosas o no peligrosas, reduce la cantidad de equipo especial para cada caso y proporciona mayor seguridad en su operación, de esta manera cuando queden localizadas las instalaciones eléctricas dentro de estas zonas, estas deberán cumplir con las disposiciones que para cada clase se establecen.

#### 1. INSTALACIONES EN LUGARES CLASE I.

##### 1.2 METODOS DE INSTALACION.

###### A) CLASE I, DIVISION 1.

En los lugares clase I, división 1, se harán las instalaciones ya sea para alumbrado, fuerza, control o comunicación con tubo metálico rígido tipo pesado cédula 40, según NMX-B-208 o con cable MI que tengan terminales aprobadas para dichos lugares. Todas las cajas, accesorios y uniones deben tener entradas con cuerda para la unión de los tubos o de las terminales de cables y deben ser a prueba de explosión. Las uniones roscadas deben acoplarse por lo menos 5 vueltas completas de cuerda. Los cables tipo MI deberán estar instalados y soportados de modo que se eviten esfuerzos de tensión. Los accesorios terminales, donde sea necesario emplear conexiones flexibles, como en los motores, estos deberán ser aprobados para lugares clase I. (ARTICULO 501-4A, NOM-001-SEMP-1994)

###### B) CLASE I, DIVISION 2.

En los lugares clase I, división 2, se harán las instalaciones ya sea para alumbrado, fuerza, control o comunicación con tubo metálico rígido tipo pesado cédula 40, según NMX-B-208 o con cable tipo PLTC, MI, MC, MV, TC o SNM instalados en sistemas de charolas para cables y usando accesorios terminales aprobados, estos cables serán instalados y soportados de modo que eviten esfuerzos de tensión en sus accesorios. (ARTICULO 501-4B, NOM-001-SEMP-1994)

##### 1.3. SELLADO Y DRENADO.

Deberán instalarse sellos en los sistemas de tuberías y de cables para minimizar el paso de gases, líquidos, vapores o llamas de una parte de la instalación eléctrica a otra a través de los tubos. El compuesto sellador será del tipo aprobado para las condiciones y uso, no será menor del número comercial del conduit y en ningún caso menor de 15.875 mm. Dentro de un ensamble donde los equipos puedan producir arcos, partículas o altas temperaturas, estarán en compartimientos separados de las uniones y conexiones eléctricas y tendrán un sello apropiado donde los conductores pasen de un lugar a otro, y estará aprobado para el lugar. (ARTICULO 501-5, NOM-001-SEMP-1994)

## A) SELLOS EN TUBERIAS CLASE I, DIVISION 1.

A.1) En cada tramo de Tubería que entre en una cubierta de interruptores manuales o automáticos, fusibles, relés, resistencias u otros aparatos que puedan producir arcos, chispas o altas temperatura. Los sellos deben colocarse lo más cerca posible de las envolventes y a no más de 0.457 mm de ellas. Las únicas conexiones o cubiertas permitidas entre el sello y la cubierta del aparato, serán las uniones, cajas o accesorios a prueba de explosión.

Los tubos de tamaño comercial de 38 mm. o menor que entren a una cubierta a prueba de explosión, en donde se encuentren interruptores manuales o automáticos, relés u otros aparatos que puedan producir arcos o chispas, pueden no llevar sello si los contactos que interrumpen la corriente están en una cámara hermética sellada contra la entrada de gases o vapores, o sumergidos en aceite.

A.2) En cada tubo de tamaño comercial de 51 mm. o mayor que entre en una cubierta o accesorio donde hay terminales, derivaciones o empalmes, los sellos se instalarán a una distancia no mayor de 0.457 mts de dicha cubierta o accesorio.

A.3) Cuando dos o más cubiertas, para las cuales se requieren sellos están unidas por tramos de tubería a una longitud no mayor de 0.914 mts, será suficiente colocar un sólo sello en el tramo de tubería si tal sello no dista más de 0.457 mts de cada cubierta.

A.4) En tuberías que salen de un lugar clase I, división 1, el sello puede ser colocado en cualquiera de los dos lados de la línea límite pero debe estar diseñado e instalado, de manera que cualquier gas o vapor que pueda entrar en la tubería en el lugar peligroso no se comunique con el tubo que esta más allá del sello. No habrá acoplamiento, caja o accesorio entre el sello y la línea límite. (ARTICULO 501-5A, NOM-001-SEMP-1994)

## B) SELLOS EN TUBERIAS CLASE I, DIVISION 2.

B.1) En los lugares clase I, división 2, se ubicarán los sellos de la siguiente forma. Tubos que entren a cubiertas que requieran ser a prueba de explosión. El sello debe colocarse lo más cerca posible de la cubierta pero a no más de 0.45 mts de ella, el tramo de tubo, localizado entre el sello y la cubierta debe cumplir con los requisitos de la división 1.

B.2) En cada tramo de tubería que pase de un lugar peligroso clase I, división 2, a un área no peligrosa, el sello podrá colocarse en cualquiera de los lados del límite entre las dos áreas, pero estará diseñado e instalado de tal forma que cualquier gas o vapor que pueda entrar dentro de la tubería en el área división 2, no entre o se comunique al tubo que va más allá del sello. (ARTICULO 501-5B, NOM-001-SEMP-1994)

## CONSIDERACIONES.

El compuesto sellador será aprobado para su uso, deberá proveer un sellado hermético al paso de gases o vapores, no deberá ser alterado por la atmósfera o los líquidos que lo rodean, deberá tener un punto de fusión no menor de 93 °C, y no se permitirán realizar empalmes o derivaciones en él. Fig. 4.1 (ARTICULO 501-5C, NOM-001-SEMP-1994)

## 1.4. SELLADO DE CABLES

### A) CLASE I, DIVISION 1.

Cada cable conductor dentro de un tubo se considera como un conductor sencillo, siempre que el cable no pueda transmitir gases o vapores a través de su cubierta y deberán ser sellados, cuando estén contruidos con cubierta hermética y por la cual puedan transmitir el gas o vapor, se deben sellar en el lugar peligroso clase I, división 1, de manera que el compuesto sellador cubra cada conductor individual, así como la cubierta exterior del conjunto. (ARTICULO 501-5D, NOM-001-SEMP-1994)

### B) CLASE I, DIVISION 2.

B.1) Los cables que entren en cubiertas que requieren ser aprobadas para lugares clase I, se sellaran en el punto de entrada. Los cables multiconductores con una cubierta continua hermética al gas y al vapor, capaces de transmitir gases o vapores dentro de ellos se sellaran en un accesorio aprobado en el lugar división 2, de manera que el compuesto sellador rodee cada conductor individualmente, y que reduzca el paso de gases y vapores, los cables multiconductores en una tubería se sellaran de acuerdo al sellado de cables división 1.

B.2) Los cables con cubierta hermética al gas, que no transmitan gases o vapores por su interior en exceso de la cantidad permitida para los dispositivos de sellado, no requerirán ser sellados.

B.3) Se sellaran los cables que estén unidos a dispositivos o equipos de proceso que puedan causar un exceso de presión de 152 mm. de agua (1493 Pa.) que se ejerza en la terminal del cable, ya que el valor permitido para los dispositivos de sellado es de 198 cm<sup>3</sup> por hora de aire a una presión de 152 mm de agua.

Los cables con cubierta hermética al gas y al vapor que pasen de manera continua por un lugar clase I, división 2, podrán instalarse sin sello.

B.4) Los cables que no tengan una cubierta continua y hermética al gas y al vapor se sellaran en los límites del lugar clasificado división 2 y las áreas no peligrosas, de tal manera que se minimice el paso de gases y vapores al lugar no peligroso. (ARTICULO 501-5E, NOM-001-SEMP-1994)

## 1.5. DRENADO.

### A) EQUIPO DE CONTROL.

Las cubiertas para equipos de control deberán estar provistas de medios apropiados para impedir la acumulación de líquidos u otros vapores condensados en ellos o en cualquier punto del conducto, de tal manera que dichos líquidos o vapores condensados puedan ser desalojados periódicamente. (ARTICULO 501-5F1, NOM-001-SEMP-1994)

## B) MOTORES Y GENERADORES.

Donde la autoridad competente juzgue que hay posibilidad de que se produzcan acumulaciones de líquidos u otros vapores condensados dentro de motores y generadores, deberán colocarse las uniones y los tubos de manera que se reduzca al mínimo la entrada de líquidos en ellos. Cuando se juzguen necesarios los medios para prevenir la acumulación, estos vendrán incorporados de fábrica y se considerarán como parte integral de la maquina. (ARTICULO 501-5F2, NOM-001-SEMP-1994)

## C) BOMBAS SELLADAS, CONEXIONES DE PROCESO, DE SERVICIO, ETC.

En las bombas selladas, conexiones de proceso para flujo, presión o análisis de medida, etc, que tienen un sólo diafragma o tubo sellador para prevenir que los fluidos procesados entren en los tubos de instalación eléctrica, un sello, barrera u otro medio adicional aprobado se proveerá para prevenir que el fluido procesado entre al sistema de tuberías más allá de los dispositivos o medios adicionales si el primer sello falla. El sello adicional aprobado deberá reunir las condiciones de temperatura y presión a las cuales estarán sujetas en caso de falla del sello primario, a menos que otros medios aprobados sean proporcionados para cumplir el propósito anterior. (ARTICULO 501-5F3, NOM-001-SEMP-1994)

## 1.6. CORDONES FLEXIBLES.

### A) CLASE I, DIVISIONES 1 Y 2.

Los cordones flexibles sólo se permitirán para conexiones entre lámparas u otros equipos de utilización portátiles y en las partes fijas de los circuitos abastecedores, donde se usen deberán ser:

A.1) De tipo aprobado para uso extra pesado.

A.2) Contener un conductor de puesta a tierra adicional a los conductores del circuito.

A.3) Estar conectados a las terminales o a las terminales de los conductores de abastecimiento de manera aprobada.

A.4) Estar soportados por abrazaderas u otros medios adecuados, de manera que no se ejerza tensión mecánica sobre la conexión terminal.

A.5) Estar provistos de sellos adecuados donde entran en las cajas, accesorios o cubiertas del tipo a prueba de explosión. (ARTICULO 501-11, NOM-001-SEMP-1994)

## 1.7. TOMA CORRIENTES Y ENCHUFES, DIVISIONES 1 Y 2.

Los toma corrientes y enchufes estarán provistos de un conductor de puesta a tierra y serán aprobados para el lugar así como los cordones flexibles. (ARTICULO 501-12, NOM-001-SEMP-1994)

## 1.8. AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES, DIVISIONES 1 Y 2.

Cuando líquidos o condensación de vapores puedan depositarse sobre el aislamiento de los conductores o entren en contacto con él, dicho aislante será del tipo certificado y aprobado para dichas condiciones o estar protegido por una cubierta de plomo u otros medios adecuados. (ARTICULO 501-13, NOM-001-SEMP-1994)

## 1.9. CIRCUITOS DERIVADOS CON MULTICONDUCTORES.

En los lugares clase I, división 1, un conductor de puesta a tierra deberá ser instalado en cada circuito derivado que sea parte del multiconductor. (ARTICULO 501-18, NOM-001-SEMP-1994)

## 1.10. TRANSFORMADORES Y CAPACITORES.

### A) CLASE I, DIVISION 1.

Los transformadores y capacitores que contengan un líquido combustible se instalaran fuera del lugar peligroso. No tendrán comunicación con este, habrá suficiente ventilación, las ventanas o ductos de ventilación estarán contruidos de concreto armado y tendrán una sección suficiente para aliviar presiones que puedan presentar un riesgo de explosión, cuando no contengan un líquido combustible o sean de tipo seco deberán ser instalados fuera del lugar peligroso o estarán aprobados para lugares clase I, a prueba de explosión. (ARTICULO 501-2A, NOM-001-SEMP-1994)

### B) CLASE I, DIVISION 2.

Los transformadores y capacitores pueden ser de uso general provistos de medios adicionales para aumentar la seguridad contra la producción de temperaturas excesivas, arcos o chispeo en el exterior del mismo equipo. (ARTICULO 501-2B, NOM-001-SEMP-1994)

## 1.11. MOTORES Y GENERADORES.

### A) CLASE I, DIVISION 1.

En los lugares clase I, división 1, los motores generadores y demás maquinarias eléctricas rotativas cumplirán con cualquiera de las siguientes disposiciones:

A.1) Serán aprobadas para lugares clase I, división 1.

A.2) Serán del tipo completamente cerrado y con ventilación de presión positiva desde una fuente de aire y con descargas a una área segura dispuesta para prevenir que la maquina se energice hasta que la ventilación haya sido estabilizada y la cubierta haya sido purificada por lo menos con 10 veces el volumen del aire y que se interrumpa automáticamente la corriente en caso de falla del sistema de ventilación.

- A.3) Será de tipo totalmente cerrado lleno de gas inerte, con fuente de alimentación de dicho gas adecuada y segura para producir constantemente una presión positiva y con un dispositivo para desconectar el equipo automáticamente si falla la alimentación del gas.
- A.4) Será de un tipo diseñado para estar inmerso en un líquido que sólo se inflamable en caso de estar vaporizado y mezclado con aire, gas o vapor a una presión mayor que la atmosférica y el cual sólo será inflamable en mezcla con el aire. La maquina estará dispuesta para prevenir que se active hasta tanto no se purgada con el líquido o gas para sacar el aire y se interrumpa automáticamente la corriente en caso de falla de suministro de líquido, gas o vapor y cuando la presión de estos baje a la atmosférica.

Los motores totalmente cerrados de los tipos A.2 y A.3, no deberán tener ninguna superficie externa a una temperatura de trabajo de más del 80% de la temperatura de ignición del gas o vapor involucrado. Habrá dispositivos apropiados para detectar automáticamente y desenergizar el motor o producir una alarma adecuada si hay cualquier incremento de temperatura del motor más alto de los límites de diseño, este equipo auxiliar será aprobado para el tipo de lugar en el cual este instalado. (ARTICULO 501-8A, NOM-001-SEMP-1994)

#### B) CLASE I, DIVISION 2.

En los lugares clase I, división 2, los motores, generadores y demás maquinarias eléctricas rotativas en las que se utilicen contactos deslizantes, mecanismos de conexión y desconexión centrífugos o de otros tipos (incluyendo los dispositivos de sobrecorriente, sobrecarga y sobre temperatura),o dispositivos con resistencias integradas al motor, ya sea durante el arranque o en marcha, deberán ser aprobados para lugares clase I, división 1, a menos que tales contactos deslizantes, mecanismos de conexión y desconexión, dispositivos de resistencias, estén encerradas en cubiertas aprobadas para lugares clase I, división 2, de acuerdo con lo previsto en la sección de medidores instrumentos y relés división 2. La superficie expuesta de calentadores de ambiente, usados para prevenir la condensación de humedad durante periodos de apagones, no deberá exceder del 80% de la temperatura de ignición del gas o vapor involucrado. En lugares clase I, división 2, es posible el uso de motores abiertos y cerrados que no sean a prueba de explosión, tales como motores de inducción de jaula de ardilla, siempre y cuando no tengan escobillas, mecanismos de conexión y desconexión u otros similares que produzcan arcos. Es importante siempre tener en cuenta la temperatura de superficies internas y externas que puedan ser expuestas a atmósferas inflamables. (ARTICULO 501-8B, NOM-001-SEMP-1994)

#### 1.12. APARATOS DE ALUMBRADO.

##### A) CLASE I, DIVISION 1.

##### A.1) APARATOS APROBADOS.

Cada aparato estará aprobado como un conjunto para lugares clase I, división 1 y tendrán claramente marcada la potencia máxima de las lámparas para las cuales esta aprobado, los aparatos portátiles estarán específicamente aprobados como un conjunto completo para este uso.

## A.2) DAÑOS FISICOS.

Cada aparato estará protegido contra daños físicos por medio de un resguardo adecuado o por su propia ubicación.

## A.3) APARATOS COLGANTES.

Los aparatos colgantes estarán suspendidos y alimentados por medio de tubos rígidos metálicos cédula gruesa o tubos intermedios cédula gruesa y las uniones roscadas llevarán tornillos de fijación y otros medios efectivos para impedir que se aflojen. Los tubos de longitud mayor de 0.3048 mts, se fijaran de manera efectiva y permanente para impedir deslizamientos laterales, con un sistema de soporte a no más de 0.3048 mts de altura sobre el extremo inferior del tubo, o bien se les dará la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible aprobado para este propósito y para lugares clase I, división 1, colocándolo a no más de 0.3048 mts del punto de unión con la caja de accesorio de soporte.

## A.4) SOPORTES.

Las cajas ensambladas o accesorios que se unen para soporte de aparatos de alumbrado serán del tipo aprobado para lugares clase I. (ARTICULO 501-9A, NOM-001-SEMP-1994)

## B) CLASE I, DIVISION 2.

### B.1) LAMPARAS PORTATILES.

Las lámparas portátiles deberán cumplir con lo previsto para aparatos aprobados división 1. Excepto cuando el equipo de alumbrado portátil montado sobre soportes móviles este conectado por medio de cordones flexibles como se especifica en la sección de cordones flexibles clase I, división 1 y 2, además estarán permitidos, donde el montaje en cualquier posición, provista conforme a la sección de luminarias fijas clase I, división 2.

### B.2) ALUMBRADO FIJO.

Los aparatos de alumbrado fijos estarán protegidos contra daños físicos por medio de resguardos apropiados o por su propia ubicación. Donde haya peligro de que caigan chispas o metal caliente de las lámparas o aparatos de alumbrado que puedan provocar la ignición de concentraciones localizadas de gases o vapores inflamables, es preciso proveer cubiertas adecuadas u otros medios efectivos de protección. Cuando las lámparas sean de tipo o tamaño capaz de alcanzar, en condiciones normales, temperaturas superficiales en exceso del 80% de la temperatura de ignición del gas o vapor involucrado estos cumplirán con lo requerido en aparatos aprobados en lugares clase 1 división 1, o serán de un tipo que haya sido aprobado dentro del rango de temperatura de operación marcado.



### B.3) APARATOS DE ALUMBRADO COLGANTES.

Los aparatos colgantes estarán suspendidos y alimentados por medio de tubos rígidos metálicos cédula gruesa y las uniones roscadas llevarán tornillos de fijación y otros medios efectivos para impedir que se aflojen. Los tubos de longitud mayor de 0.3048 mts, se fijaran de manera efectiva y permanente para impedir deslizamientos laterales, con un sistema de soporte a no más de 0.3048 mts de altura sobre el extremo inferior del tubo, o bien se les dará la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible aprobado para este propósito y colocándolo a no más de 0.3048 mts del punto de unión con la caja de soporte o del accesorio.

### B.4) DESCONECTADORES.

Los disyuntores que forman parte de un aparato de alumbrado ensamblado o de un portalámparas individual cumplirán con lo señalado en la sección de tipo requerido para lugares clase I, división 2, de los desconectadores, circuitos de paro, controladores de motores y fusibles.

### B.5) EQUIPO DE ARRANQUE.

Los equipos de arranque y control de las lámparas cumplirán con lo previsto en la sección de transformadores y resistencias de control clase I, división 2. Los protectores térmicos son incorporados en los balastos con protección térmica para lámparas fluorescentes, siempre que el aparato sea aprobado para esta clase y división.  
(ARTICULO 501-9B, NOM-001-SEMP-1994)

## 1.13. APARATOS DE MEDICION, INSTRUMENTOS y RELES.

### A) CLASE I, DIVISION 1.

Los medidores, instrumentos y reles como el kilowathorimetro, transformadores de instrumentación, resistencias, rectificadores, y tubos termoiónicos, estarán provistos de cubiertas aprobadas para lugares clase I, división 1, las envolventes certificadas incluyen cubiertas a prueba de explosión y cubiertas purgadas y presurizadas. (ARTICULO 501-3A, NOM-001-SEMP-1994)

### B) CLASE I, DIVISION 2.

Los equipos de medición, instrumentación, reles, Desconectadores, interruptores termomagnéticos así como los contactos de cierre y apertura de los pulsadores, altavoces y campanas de alarma, resistencias, dispositivos con resistencias, tubos termoiónicos, rectificadores y equipos usados en combinación con aparatos de medición, instrumentación y reles, tendrán cubiertas aprobadas para lugares clase I, división 1, de acuerdo con lo especificado en el inciso anterior. Sólo se permitirán cubiertas de uso general si los contactos de interrupción de corriente están; sumergidos en aceite, encerrados en una caja hermética sellada contra la entrada de gases o vapores, en circuitos que en condiciones normales no liberen una energía para encender una determinada mezcla atmosférica específica explosiva o

inflamable o no estén en una área peligrosa. Se permiten cubiertas de uso general, si estos equipos no tienen contactos de cierre y apertura o deslizante, además si la temperatura máxima de operación de cualquier superficie expuesta no exceda del 80% de la temperatura de ignición del gas o vapor involucrado.

Los transformadores para instrumentos, bobinas de impedancia, solenoides y otros tipos de enbobinado que no tengan contactos deslizantes o de abrir-cerrar, podrán instalarse encubiertas de uso general.

Cuando un conjunto este formado por componentes para los cuales sea aceptable el uso de cubiertas de uso general se puede aceptar una cubierta única para todos ellos y se deberá indicar clara y visiblemente en la parte externa de la cubierta la temperatura máxima a que puede llegar cualquiera de los componentes, además como alternativa se permitirá marcar el equipo aprobado, indicando la temperatura máxima para la cual fue diseñado de acuerdo con los números de identificación. (ARTICULO 501-3B, NOM-001-SEMP-1994)

#### 1.14. INTERRUPTORES, DESCONECTADORES DE MOTORES, CONTROLADORES Y FUSIBLES

##### A) CLASE I, DIVISION 1.

En los lugares clase I, división 1, los interruptores, desconectadores, controladores de motores y los fusibles, incluyendo los motores pulsadores, reles y dispositivos similares, estarán provistos con cubiertas y el aparato encerrado será aprobado para lugares clase I. (ARTICULO 501-6A, NOM-001-SEMP-1994)

##### B) CLASE I, DIVISION 2.

En los lugares clase I, división 2 Los interruptores, desconectadores, controladores de motores y los fusibles instalados en lugares clase I, división 2. cumplirán con las siguientes disposiciones.

##### B.1. TIPO REQUERIDO.

Los interruptores, controladores de motores, destinados para interrumpir corriente en su funcionamiento normal, estarán provistos de cubiertas aprobadas para lugares clase I, división 1, de acuerdo con lo indicado en la sección de aparatos de medición, instrumentos y reles clase I, división 1, a menos que la autoridad competente determine cubiertas de uso general si se cumple cualquiera de las siguientes disposiciones:

A) La interrupción de la corriente se hará dentro de una cámara hermética sellada que impida la entrada de gases o vapores.

B) Los contactos de cierre o apertura podrán ser de uso general si están sumergidos en aceite por lo menos 5.0 cm. para los de potencia y 2.50 cm, para los de control.

C) La interrupción de corriente se hará dentro de una cámara hermética sellada a prueba de explosión, aprobada para dicho lugar.

## B.2. INTERRUPTORES DE AISLAMIENTO.

Los interruptores de aislamiento con o sin fusibles para los transformadores o bancos de capacitores que no estén destinados para interrumpir la corriente en condiciones normales de operación pueden ser instalados en cubiertas de uso general.

## B.3. FUSIBLES.

Los fusibles de cartucho o enchufables para la protección de motores, lámparas u otros dispositivos similares, se podrán usar si se colocan en cubiertas aprobadas para el lugar donde se instalen. También se podrán usar fusibles con cubiertas de uso general, si son aprobadas para el uso y son del tipo en el cual el elemento de operación se encuentra sumergido en aceite u otro líquido aprobado o si el elemento de operación esta encerrado en una cámara hermética sellada contra la entrada de gases y vapores.

## B.4. FUSIBLES O INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS PARA PROTECCION DE SOBRECORRIENTE.

Cuando se instalan no más de 10 juegos de fusibles encerrados y aprobados o no más de 10 interruptores que no estén destinados para usarse como cuchillas para interrumpir la corriente y están instalados para protección del circuito ramal o del alimentador en cualquier habitación área o sección de clase I, división 2, se permitirán el uso de cubiertas de uso general si los fusibles o los interruptores termomagnéticos son para la protección de circuitos o alimentadores que sirvan para lámparas que estén solamente en posiciones fijas.

## B.5. FUSIBLES INTERNOS PARA APARATOS DE ALUMBRADO.

Los fusibles de cartucho aprobados se permitirán como protección complementaria dentro de los aparatos de alumbrado.

(ARTICULO 501-6B, NOM-001-SEMP-1994)

## 1.15. TRANSFORMADORES DE CONTROL Y RESISTENCIAS DE CONTROL.

Los transformadores, bobinas de impedancia y resistencias utilizadas como o en conjunto con equipos de control para motores, generadores y equipos similares cumplirán con las siguientes disposiciones:

### A) CLASE I, DIVISION 1.

En los lugares clase I división 1, los transformadores, bobinas de impedancia y resistencias, así como cualquier mecanismo de desconexión asociado con ellos, estarán previstos de cubiertas aprobadas para lugares clase I, división 1, de acuerdo con lo indicado en la sección de aparatos de medición, instrumentos y reles, clase I, división 1. (ARTICULO 501-7A, NOM-001-SEMP-1994)

**B) CLASE I, DIVISION 2.**

En los lugares clase I división 2, los transformadores y resistencias de control cumplirán con las siguientes disposiciones:

**B.1. MECANISMOS DE DESCONEXION.**

Los mecanismos de desconexión usados con transformadores, bobinas de impedancia y resistencias cumplirán con lo indicado en sección de interruptores, desconectores controladores y fusibles división 2.

**B.2. BOBINAS Y DEVANADOS.**

Las cubiertas para los devanados de los transformadores, solenoides o bobinas de impedancia, podrán ser del tipo uso general.

**B.3. RESISTENCIAS.**

Las resistencias estarán dotadas de cubiertas y el conjunto estará aprobado para lugares clase I, a menos que dichas resistencias no sean variables y que la máxima temperatura de operación no exceda del 80% de la temperatura de ignición del gas o vapor involucrado o que hayan sido probadas que son incapaces de incendiar el gas o vapor. (ARTICULO 501-7B, NOM-001-SEMP-1994)

**1.16. SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN, ALARMAS, CONTROL REMOTO Y SISTEMAS DE COMUNICACION.****A) CLASE I, DIVISION 1.**

En los lugares clase I división 1, todos los aparatos y equipos de los sistemas de señalización, alarma, control remoto y comunicaciones, cualquiera que sea su voltaje, deberán estar aprobados para lugares clase I, división 1, y todo el alambrado de la instalación cumplirá con las secciones referidas a métodos de instalación, sellado de tubería clase I, división 1, así como los requerimientos de sellado en clase I, división 1 y 2. (ARTICULO 501-14A, NOM-001-SEMP-1994)

**B) CLASE I, DIVISION 2.**

En los lugares clase I, división 2, los sistemas de señalización, alarma, control remoto y comunicaciones cumplirán con las siguientes disposiciones:

**B.1. Los desconectores, interruptores termomagnéticos, botones pulsadores, contactos, reles, campanas o altavoces, tendrán cubiertas aprobadas para lugares clase I, división 1, en acuerdo con las disposiciones para los medidores, instrumentos y reles. Se permitirán cubiertas de uso general si sus contactos de interrupción de corriente están: 1) sumergidos en aceite, o 2) encerrados en cámaras herméticas selladas contra la entrada de gases o**

vapores, o 3) en circuitos que en condiciones normales no liberen energia suficiente para encender una mezcla atmosférica peligrosa e inflamable.

## B.2. RESISTENCIAS Y EQUIPOS SIMILARES.

Las resistencias, dispositivos con resistencias, tubos termoiónicos, rectificadores y equipos similares, cumplirán con lo previsto para la sección de medidores, instrumentos y reles, clase I, división 2.

## B.3. PROTECTORES.

Para los fusibles y los dispositivos de protección contra los rayos se proveerán cubiertas que podrán ser del tipo para uso general.

## B.4. INSTALACION Y SELLADO.

Toda la instalación y sellado deberá cumplir con lo previsto para métodos de alambrado clase I, división 2 y el sellado de tuberías en clase I, división 2.  
(ARTICULO 501-14B, NOM-001-SEMP-1994)

## 1.17. EQUIPOS DE UTILIZACION.

### A) CLASE I, DIVISION 1.

En los lugares clase I, división 1, todos los equipos de utilización serán aprobados para lugares clase I, división 1. (ARTICULO 501-10A, NOM-001-SEMP-1994)

### B) CLASE I, DIVISION 2.

En los lugares clase I división 2, todos los equipos de utilización cumplirán con las siguientes disposiciones. (ARTICULO 501-10B, NOM-001-SEMP-1994)

#### B.1. CALENTADORES.

Los equipos de utilización calentados eléctricamente deberán cumplir con las siguientes condiciones:

B.1.1.) El calentador no debe exceder el 80% de la temperatura de ignición del gas o vapor involucrado, en cualquier superficie que sea expuesta al gas o vapor cuando el equipo este continuamente energizado a la máxima temperatura ambiente. Si no se ha provisto un controlador de temperatura, estas condiciones se aplicaran cuando el calentador sea operado al 120% del voltaje nominal.

B.1.2) El calentador deberá ser aprobado para lugares clase I, división 1.

#### B.2. MOTORES.

Los motores de accionamiento de equipos de utilización estarán de acuerdo con la sección provista para motores y generadores clase I, división 2.

#### 1.18. SUPRESORES DE PICO DE TENSION.

##### A) CLASE I, DIVISION 1.

Los supresores de pico de tensión incluyendo su conexión e instalación, deberán cumplir con las disposiciones de uso general, además, si son instalados en lugares clase I, división 1, deberán estar en cubiertas adecuadas para el tipo de lugar. Los capacitores de protección contra sobrecorriente serán del tipo adecuado para su uso específico. (ARTICULO 501-17A, NOM-001-SEMP-1994)

##### B) CLASE I, DIVISION 2.

Los supresores de pico de tensión deberán ser del tipo sin arqueo tales como un resistor de oxido metálico, tipo sellado y los capacitores de protección contra ondas deberán ser del tipo diseñado para uso específico, la instalación y la conexión cumplirá con las disposiciones generales. (ARTICULO 501-17B, NOM-001-SEMP-1994)

#### 1.19. PARTES VIVAS, DIVISION 1 y 2.

En los lugares clase I, división 1 y 2, no existirán partes eléctricamente vivas al descubierto. (ARTICULO 501-15, NOM-001-SEMP-1994)

#### 1.20. PUESTA A TIERRA DIVISION 1 Y 2.

La puesta a tierra se hará de acuerdo con disposiciones generales y además cumplirá con los siguientes requisitos:

##### A) CONEXION.

Para propósito de conexión no se dependerá de contactos de tipo conector-tuerca y doble tuerca, sino que se usaran puentes de unión con accesorios adecuados u otros medios de punteado aprobados. Tales medios de punteado se aplicaran a todas las canalizaciones, accesorios cajas y cubiertas que intervengan entre los lugares clase I y el punto de puesta a tierra para el equipo de acometida.

##### B) TIPOS DE CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO.

Donde se utilicen tubos metálicos flexibles o tubos metálicos herméticos al líquido estarán usados tal como se permite en la sección de métodos de alambrado para lugares clase I, división 2 y se dependa de ellos para completar un sólo trayecto de puesta a tierra del equipo se instalarán con puentes de unión internos o externos en forma paralela con cada tubo. (ARTICULO 501-16, NOM-001-SEMP-1994)

## 1.21. TEMPERATURA MAXIMA EN SUPERFICIE DE EQUIPOS.

La máxima temperatura que deben alcanzar los equipos en sus superficies, en condiciones normales de operación no deben de exceder del 80 % de las temperaturas de ignición de las mezclas explosivas adyacentes.

## 2. INSTALACIONES EN LUGARES CLASE II.

Las siguientes disposiciones se aplicarán a las instalaciones y equipos eléctricos en los lugares clasificados como clase II. El equipo y tipo de instalación definido en clase I, a prueba de explosión, no es aceptable en lugares clase II, a menos que estén aprobados para el lugar correspondiente, los equipos instalados en un lugar clase II deben ser capaces de funcionar a su capacidad plena sin desarrollar temperaturas superficiales lo bastante altas para provocar una deshidratación excesiva o una carbonización gradual de cualquier depósito de polvos orgánicos que pueda ocurrir allí, debe considerarse que cualquier polvo que está carbonizado o excesivamente seco es altamente susceptible a la ignición instantánea. (ARTICULO 502, NOM-001-SEMP-1994)

### 2.1. METODOS DE INSTALACION.

#### A) CLASE II, DIVISION 1.

En los lugares clase II, división 1, se harán las instalaciones con tubos metálicos rígidos tipo pesados cédula 40, según NMX-B-208, o tipo semipesado NMX-B-209 o cables tipo MI con accesorios terminales aprobados para estos lugares. El cable tipo MI deberá instalarse y fijarse de manera que se eviten esfuerzos en los accesorios terminales. (ARTICULO 502-4A, NOM-001-SEMP-1994)

#### B) CLASE II, DIVISION 2.

En lugares clase II, división 2, se harán las instalaciones con tubos metálicos rígidos tipo pesado cédula 40 según NMX-B-208 o semipesado NMX-B-209 o cable tipo M1, MC o SNM con accesorios terminales del tipo aprobado o cable tipo PLTC o TC instalado en charolas para cable, o cable tipo MC instalado en charolas ventiladas o canal ventilado, en una sola capa con un espacio entre cables que no sea menor que el diámetro del cable más grande entre los dos cables adyacentes.

#### B.1.CHAROLAS.

Las charolas metálicas con tapa, los accesorio y cajas en las que se realicen derivaciones, uniones o conexiones terminales serán diseñadas para reducir al mínimo la entrada de polvo y además estarán provistos de tapas telescópicas o bien ajustadas, o de otro medio efectivo para impedir el escape de chispas o material en combustión, además, no deberán tener huecos para tornillos de fijación a través de las cuales pueden escapar chispas o material en combustión. (ARTICULO 502-4B, NOM-001-SEMP-1994)

## 2.2. ACCESORIOS Y CAJAS, CLASE II, DIVISION 1 Y 2.

Los accesorios y cajas deben estar dotados de entradas roscadas para las conexiones a la tubería o a las terminales del cable. Tendrán tapas estrechamente ajustadas, sin aberturas (tales como huecos para tornillos de fijación) a través de las cuales pudiera entrar polvo o escaparse chispas o material en combustión. Los accesorios y cajas en los que se hagan derivaciones, uniones o conexiones terminales, o que se usen en lugares donde haya polvo combustible eléctricamente conductor, serán del tipo aprobado para lugares clase II. (ARTICULO 502-4A1, 502-4B1, NOM-001-SEMP-1994)

## 2.3. SELLADO CLASE II, DIVISION 1 Y 2.

Quando una canalización comunica una cubierta que sea a prueba de ignición de polvo con otra que no lo es, se deben tomar medidas adecuadas para impedir el paso de polvo a través de la canalización al interior de la envolvente a prueba de ignición de polvo por medio de un sello permanente y efectivo, o un tramo horizontal de la canalización de longitud no menor de 3.00 mts, o una canalización de longitud no menor que 1.50 mts y que baje verticalmente de la envolvente a prueba de ignición de polvo. (ARTICULO 502-5, NOM-001-SEMP-1994)

## 2.4. CONEXIONES FLEXIBLES CLASE II, DIVISION 1 Y 2.

Quando sea necesario emplear conexiones flexibles, se utilizaran conectores flexibles herméticos al polvo, tubo metálico flexible hermético a los líquidos, con accesorios aprobados o cordones flexible aprobado para uso extra pesado y dotado de accesorios a prueba de ignición de polvos, Donde las conexiones flexibles estén expuestas a condiciones corrosivas al aceite, el aislamiento de los cables será de un tipo aprobado para ello o estar protegido por una cubierta adecuada así también estará protegido con un conductor de puesta a tierra, en el caso que se ejerzan esfuerzos en las conexiones terminales, estarán soportados por grapas u otros medios adecuados. (ARTICULO 502-4A2, 502-4B2, NOM-001-SEMP-1994)

## 2.5. TOMACORRIENTES Y ENCHUFES.

### A) DIVISION 1.

En los lugares clase II, división 1, los tomacorrientes y enchufes deben ser del tipo con una conexión para el conductor de puesta a tierra del cordón flexible y aprobados para lugares clase II. (ARTICULO 502-13A, NOM-001-SEMP-1994)

### B) DIVISION 2.

En los lugares clase II, división 2, los tomacorrientes y enchufes deben ser del tipo con una conexión para el conductor de puesta a tierra del cordón flexible o estar diseñados de tal modo que no puedan hacerse las maniobras de conexión o desconexión del circuito mientras haya partes vivas expuestas. (ARTICULO 502-13B, NOM-001-SEMP-1994)



## 2.6. TUBERÍAS DE VENTILACION.

Los tubos de ventilación de los motores, generadores u otras máquinas eléctricas rotativas o de las cubiertas de equipos eléctricos, deben ser de lamina metálica de espesor no menor de 0.53 mm. o de otro material igualmente incombustible así también deberán conducir directamente a una fuente de aire limpio fuera del inmueble, tendrán rejillas en los extremos exteriores para impedir la entrada de animales pequeños, estar protegidos contra daños materiales, contra la oxidación y demás influencias corrosivas. (ARTICULO 502-9, NOM-001-SEMP-1994)

### A) CLASE II, DIVISION 1.

En los lugares clase II, división 1, los tubos de ventilación y sus conexiones a los motores o a las cubiertas a prueba de ignición de polvo para otros equipos o aparatos, deberán ser herméticos al polvo en toda su longitud.

Para los tubos metálicos, las costuras y uniones serán remachadas y soldadas al arco, o ser atornilladas provistas de pernos, tuercas o ser herméticas al polvo por cualquier otro medio igualmente efectivo. (ARTICULO 502-9A, NOM-001-SEMP-1994)

### B) CLASE II, DIVISION 2.

En los lugares clase II, división 2, los tubos de ventilación y sus conexiones serán a prueba de polvo, herméticas para impedir el escape de chispas, que pudieran encender polvo de materiales combustibles en las cercanías. (ARTICULO 502-9B, NOM-001-SEMP-1994)

## 2.7. TRANSFORMADORES Y CONDENSADORES.

Los transformadores y capacitores cumplirán con las siguientes disposiciones:

### A) DIVISION 1.

#### A.1. CUANDO CONTENGAN UN LIQUIDO COMBUSTIBLE.

Las puertas y otras aberturas de comunicación con el lugar serán puertas contra fuego que se cierren automáticamente a ambos lados de la pared, ajustadas cuidadosamente y dotadas de sellos adecuados para reducir al mínimo la entrada de polvo a la bóveda. Las aberturas y ductos de ventilación se comunicaran con el exterior y serán adecuadas para liberar una sobre presión

#### A.2. TIPO SECO.

Serán de un tipo aprobado para lugares clase II como un conjunto incluyendo sus conexiones.

### A.3. POLVOS METALICOS.

No se instalara ningún transformador o condensador en donde puedan estar presentes polvos de magnesio, aluminio, partículas de bronce, de aluminio o cualquier otro metal de características peligrosas similares. (ARTICULO 502-2A, NOM-001-SEMP-1994)

### B) DIVISION 2.

#### B.1. CUANDO CONTENGAN UN LIQUIDO COMBUSTIBLE.

Los transformadores y condensadores que contengan un líquido combustible, serán instalados fuera del lugar, cumpliendo con las disposiciones generales.

#### B.2. CUANDO CONTENGAN ASKAREL.

Los transformadores que contengan askarel y tengan una potencia nominal mayor de 25 KVA deberán; estar dotados de válvulas de sobre presión, medios para absorber cualquier gas generado dentro de a causa de arcos, o tubería que reduzca esos gases fuera del inmueble, y estar a una distancia libre no menor de 15 cm. de cualquier material combustible adyacente.

#### B.3. TRANSFORMADORES TIPO SECO.

Los transformadores tipo seco deben instalarse en bóvedas, tener sus devanados y terminales de conexión encerrados en cajas metálicas herméticas si ventilación u otra abertura, y operar a tensiones nominales que no excedan de 600 volts. (ARTICULO 502-2B, NOM-001-SEMP-1994)

### 2.8. MOTORES Y GENERADORES.

#### A) CLASE II, DIVISION 1.

Los motores, generadores, y demás maquinas eléctricas rotativas deberán ser aprobados para lugares clase II, división 1, o ser del tipo totalmente cerrado, con ventilación por ductos, y cumplir con las limitantes de temperatura clase II. (ARTICULO 502-8A, NOM-001-SEMP-1994)

#### B) CLASE II, DIVISION 2.

Los motores generadores y demás maquinarias eléctricas rotativas podrán ser cerrados totalmente sin ventilación, ventilados por tuberías, totalmente enfriados por ventilador encerrado o a prueba de ignición de polvo, con una temperatura externa no mayor que la estipulada para clase II para operación normal, cuando opera al aire libre y sin tener aberturas externas. Si la autoridad competente considera que la acumulación de polvo no conductor, ni abrasivo ha de ser pequeñas y si la maquinaria es fácilmente accesible para su limpieza y mantenimiento de rutina, se podrán instalar; maquinas de tipo normalizado, abiertas, sin contactos deslizantes ni mecanismos centrifugos de desconexión o de otro tipo, (incluyendo dispositivos de sobrecorriente, de sobrecarga y sobretemperatura) o dispositivos de

resistencias incorporados, o con mecanismos o dispositivos de desconexión encerrados dentro de cubiertas herméticas al polvo sin ventilación u otras aberturas, y motores con auto limpieza para textiles, del tipo jaula de ardilla. (ARTICULO 502-8B, NOM-001-SEMP-1994)

## 2.9. APARATOS DE ALUMBRADO.

### A) CLASE II, DIVISION 1.

#### A.1.) APARATOS FIJOS O PORTATILES.

Cada aparato estará aprobado para lugares clase II, y tendrán claramente marcada la potencia máxima de las lámparas para las cuales están certificadas. En los lugares donde pueda haber polvo de magnesio y aluminio, así como partículas de bronce, de aluminio o de otros metales de iguales características peligrosas, los aparatos para alumbrado, fijos o portátiles, y todos sus equipos auxiliares, deberán estar aprobados para el lugar específico.

#### A.2.) APARATOS COLGANTES.

Los aparatos colgantes deben de estar suspendidos por medio de tubos rígidos roscados tipo pesado cédula 40 según NMX-B-208 o tipo semipesado según NMX-B-209, por cadenas con accesorios aprobados, o por otros medios similares aprobados. En los tubos rígidos de más de 30.00 cm, se añadirá un sistema permanente y efectivo de fijación contra desplazamientos laterales, a un nivel no mayor de 30.00 cm. sobre el extremo inferior del tubo o se les dará la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible aprobado para este uso y para el lugar de montaje, colocado a no más de 30.00 cm. del punto de fijación a la caja de accesorios de soporte. Las uniones roscadas estarán dotadas de tornillos de fijación u otros medios efectivos, para evitar que se afloje. Cuando los conductores entre la caja y el accesorio de salida y el aparato colgante no vayan en un tubo, se usaran cordones flexible aprobado para trabajo pesado, y se colocaran sellos adecuados donde el cordón entra en el aparato y en las cajas e salida o el accesorio. No se utilizaran el cordón flexible como medio de soporte del aparato. (ARTICULO 502-11A, NOM-001-SEMP-1994)

### B) DIVISION 2.

#### B.1. LAMPARAS PORTATILES Y FIJAS

Las lámparas portátiles deberán estar aprobadas para lugares clase II y tendrán claramente marcada la potencia máxima para la cual está certificado. Los aparatos de alumbrado fijos, que no sean de un tipo aprobado para lugares clase II, Tendrán cajas individuales para las lámparas y portalámparas, diseñadas para reducir al mínimo el depósito de polvo sobre ellas, y para impedir el escape de chispas, materiales en combustión o metales calientes. En ambos casos los aparatos deberán estar claramente marcados para indicar la potencia máxima de acuerdo con los números de identificación.

## B.2. APARATOS COLGANTES.

Cumplirán con las disposiciones para clase II, división 1.

## B.3. LÁMPARAS DE DESCARGA.

Las resistencias o equipos que formen parte de la secuencia de arranque automáticamente programada que no estén encerrados en la misma cubierta, deberán estar en cubiertas herméticas sin orificios de ventilación. (ARTICULO 502-11B, NOM-001-SEMP-1994)

## 2.10. INTERRUPTORES, CONTROLADORES DE MOTORES Y FUSIBLES.

### A) CLASE II, DIVISION 1.

#### A.1. TIPO REQUERIDO.

Los interruptores, desconectadores, controladores y fusibles, incluyendo los pulsadores, reles y demás dispositivos similares que deben interrumpir la corriente en condiciones normales de operación y que se instalen donde pueda haber polvo combustible de naturaleza conductora, deben estar en cubiertas a prueba de ignición de polvo. Tanto la cubierta como los aparatos en conjunto estarán aprobados para lugares clase II.

#### A.2. CUCHILLAS

Las cuchillas que no tienen fusibles y no estén destinados a interrumpir la corriente, destinados sólo para seccionar y que no estarán instalados donde pueda haber polvos de naturaleza conductora, estarán en cubiertas metálicas herméticas, diseñadas para reducir al mínimo la entrada de polvo, equipadas con tapas telescópicas o bien ajustadas, o con otros medios eficaces para impedir el escape de chispas o de material en combustión, no tendrán aberturas tales como huecos para tornillos de fijación, a través de los cuales se puedan escapar chispas o material en combustión.

#### A.3. POLVOS METALICOS.

En lugares donde pueda haber polvos de magnesio, aluminio, partículas de bronce, de aluminio o de otros metales de características peligrosas similares, el equipo estará en cubiertas aprobadas específicamente para tales lugares. (ARTICULO 502-6A, NOM-001-SEMP-1994)

### B) DIVISION 2.

En los lugares clase II, división 2, las cubiertas para fusibles, interruptores, desconectadores y controladores, incluyendo pulsadores, reveladores y otros dispositivos similares, serán herméticas al polvo. (ARTICULO 502-6B, NOM-001-SEMP-1994)

## 2.11. TRANSFORMADORES DE CONTROL Y RESISTENCIAS.

### A) CLASE II, DIVISION 1.

Los transformadores de control, solenoides, bobinas de impedancia, resistencias así como cualquier dispositivo de sobrecorriente o mecanismos de desconexión asociados con ellos, deben de estar en cubiertas a prueba de ignición de polvo aprobados para lugares clase II y no se instalaran ninguno de estos equipos en un lugar donde pueda haber polvo de características eléctricamente conductoras peligrosas a menos que estén en cubiertas específicamente aprobadas para tales lugares. (ARTICULO 502-7A, NOM-001-SEMP-1994)

### B) CLASE II, DIVISION 2.

#### B.1. MECANISMOS DE DESCONEXION

Los mecanismos de desconexión (incluyendo los dispositivos de sobrecorriente) usados con transformadores de control, solenoides, bobinas y resistencias, deberán estar provistas de cubiertas herméticas al polvo.

#### B.2. BOBINAS Y DEVANADOS.

Los transformadores de control, solenoides y bobinas de impedancia que no estén encerrados en las mismas cubiertas que los mecanismos de desconexión, deberán estar en cubiertas metálicas herméticas sin orificios de ventilación

#### B.3. RESISTENCIAS.

Las resistencias y dispositivos con resistencias tendrán cubiertas a prueba de ignición de polvo aprobadas para lugares clase II. (ARTICULO 502-7B, NOM-001-SEMP-1994)

## 2.12. SISTEMAS DE SEÑALIZACION, ALARMAS, CONTROL REMOTO, COMUNICACION, MEDIDORES, INSTRUMENTOS Y RELES

### A) LUGARES CLASE II, DIVISION 1.

En los lugares clase II, división 1, los sistemas de señalización alarmas, control remoto y sistemas de comunicación, medidores, instrumentos y reles, cumplirán con las siguientes disposiciones:

#### A.1. INSTALACION.

Donde puedan producir arcos, chispas o altas temperaturas por causas accidentales o desperfectos del aislante, deberán emplearse los métodos de instalación para lugares clase II, división 1.

## A.2. CONTACTOS.

Los interruptores, disyuntores, reveladores, contactores, fusibles y los contactos que interrumpan corriente de campanas, altavoces y sirenas, así como los demás dispositivos en los cuales puedan producir chispas o arcos, estarán encerrados en cubiertas aprobadas para lugares clase II. En el caso que los contactos de interrupción estén sumergidos en aceite o la interrupción de la corriente se produce dentro de una cámara sellada contra la entrada de polvo, las cajas pueden ser de un tipo para uso general.

## A.3 RESISTENCIA Y EQUIPOS SIMILARES.

Las resistencias, transformadores, bobinas de choque, rectificadores, tubos termoiónicos y demás equipos o aparatos generadores de calor, deberán estar encerrados en cubiertas aprobadas para lugares clase II. Cuando las resistencias o equipos similares estén sumergidos en aceite, o contenidos en una cámara sellada a prueba de entrada de polvo, las cubiertas pueden ser del tipo de uso general.

## A.4. POLVOS ELECTRICAMENTE CONDUCTORES.

Donde haya polvos que puedan conducir electricidad, todos los alambres y equipos deberán ser aprobados para lugares clase II.

## A.5. POLVOS METALICOS.

Donde pueda haber polvos de magnesio, aluminio, partículas de bronce, de aluminio, o de otros metales de características peligrosas similares, todos los aparatos y equipos estarán aprobados para esas condiciones específicas.  
(ARTICULO 502-14A, NOM-001-SEMP-1994)

## B) CLASE II, DIVISION 2.

En los lugares clase II, división 2, los sistemas de señalización alarma, control remoto y sistemas de comunicación, medidores, instrumentos y reles, deberán cumplir con las siguientes disposiciones:

### B.1. CONTACTOS.

Las cubiertas deben cumplir con lo indicado en la división 1, o los contactos deben estar dentro de cubiertas metálicas herméticas diseñadas para reducir al mínimo la entrada de polvo con tapas telescópicas o bien ajustadas y sin aberturas a través de las cuales puedan salir chispas o materiales en combustión, en los circuitos que en condiciones normales de operación no liberen suficiente energía para encender la capa de polvo, las cubiertas pueden ser del tipo para uso general.

## B.2. TRANSFORMADORES Y EQUIPOS SIMILARES.

Los devanados y las conexiones terminales de los transformadores y bobinas de choque estarán dentro de cubiertas metálicas herméticas sin abertura de ventilación.

## B.3. RESISTENCIAS Y EQUIPOS SIMILARES.

Las resistencias, equipos con resistencias, tubos termoiónicos los rectificadores y equipos similares deberán cumplir con indicado para la división 1. Las cubiertas de los tubos termoiónicos, de las resistencias no ajustables de los rectificadores cuya temperatura máxima de funcionamiento no sea mayor de 120 °C. podrán ser del tipo de uso general. (ARTICULO 502-14B, NOM-001-SEMP-1994)

## 2.13. EQUIPOS DE UTILIZACION.

### A) CLASE II, DIVISION 1.

En un lugar clase II, división 1, todos los equipos de utilización estarán aprobados para un lugar clase II. Donde polvos de magnesio, aluminio, aluminio bronce u otros polvos metálicos de características similares peligrosas puedan estar presentes, cada uno de los equipos estará aprobado para el lugar específico. (ARTICULO 502-10A, NOM-001-SEMP-1994)

### B) CLASE II, DIVISION 2.

## B.1. CALENTADORES.

Los equipos de utilización calentados eléctricamente deberán ser aprobados para lugares clase II, la cubierta hermética al polvo y marcado de acuerdo con su temperatura de operación

## B.2. DESCONECTADORES, INTERRUPTORES Y FUSIBLES.

Estos equipos estarán en cubiertas a prueba de polvo. Los motores cumplirán con lo previsto para la sección de motores, generadores clase II, división 2. y los transformadores de control, bobinas de impedancia y resistencias cumplirán con lo especificado en la sección de transformadores de control y resistencias clase II, división 2. (ARTICULO 502-10B, NOM-001-SEMP-1994)

## 2.14. SUPRESORES DE PICO DE TENSION DIVISION 1 Y 2.

Si se instalan en lugares clase II, deberán estar en cubiertas apropiadas. Los capacitores de protección contra descargas eléctricas deberán ser de un tipo diseñado para el trabajo específico. (ARTICULO 502-17, NOM-001-SEMP-1994)

## 2.15. PUESTA A TIERRA, DIVISION 1 Y 2.

### A. CONEXION.

Para propósitos de punteado no se usaran conectores de tipo mecánico, se usaran puentes de unión con accesorios adecuados u otros medios de punteado aprobados. Tales medios de punteado se aplicaran a todas las canalizaciones, accesorios, cajas y cubiertas que intervengan en los lugares clase II y el punto de puesta a tierra para el equipo de acometida.

## B. TIPOS DE CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO.

Cuando el tubo flexible es usado de acuerdo a los métodos de instalación deberán ser instalado con puentes de unión internos o externos en forma paralela con cada tubo.

En las áreas clase II, división 2, el punteo de unión se puede suprimir cuando se use el tubo metálico flexible hermético al liquido de 1.80 mts, o menos de longitud, con accesorios aprobados y la protección contra sobrecorriente en el circuito estarán limitada a 10.00 AMP, o menos y no sea una carga de fuerza. (ARTICULO 502-16, NOM-001-SEMP-1994)

### 2.16. PARTES ELECTRICAMENTE VIVAS, DIVISION 1 Y 2.

Ninguna parte eléctricamente viva, deberá estar descubierta. (502-15, NOM-001-SEMP-1994)

## 3. INSTALACIONES EN LUGARES CLASE III.

Los equipos instalados en lugares clase III, deberán poder funcionar a su capacidad nominal total sin desarrollar temperaturas superficiales lo bastante altas para provocar una deshidratación excesiva o una carbonización gradual de cualquier deposito de fibras o pelusas que puedan acumularse. Los materiales orgánicos que se carbonizan o resecan excesivamente se hacen altamente susceptibles a la combustión espontanea. La temperatura de las superficies externas del equipo, en condiciones normales de operación, no deben de exceder de 165 °C para el caso del equipo que no esté sujeto a sobrecarga y de 120 °C, para equipo que puede admitir sobrecarga, como es el caso de motores y transformadores de potencia. (ARTICULO 503, NOM-001-SEMP-1994)

### 3.1. METODOS DE INSTALACION CLASE III, DIVISION 1 y 2.

Las instalaciones se harán con tubos metálicos rígido tipo pesado o semipesado según NMX-B-208 Y NMX-B-209, ductos a prueba de polvo o cables tipo MI, MC o SNM, con accesorios terminales aprobados.

#### A.1.) CAJAS Y ACCESORIOS.

Todas las cajas y accesorios deberán ser herméticos al polvo.

#### A.2.) CONEXIONES FLEXIBLES.

Cuando sea necesario empalmar conexiones flexibles, deberán usarse conectores flexibles herméticos al polvo, tubo metálico flexible hermético al liquido con accesorios herméticos contra la entrada de fibras o pelusas, o cordón flexible aprobado para uso extrapesado y provisto de accesorios forrados, además será del tipo de puesta a tierra.



En las partes, áreas o compartimientos usados únicamente para el almacenamiento y que no contengan maquinarias, se permitirán utilizar conductores a la vista sobre aisladores, instalados y protegidos de acuerdo con lo indicado en esa sección. (ARTICULO 503-3A,B, NOM-001-SEMP-1994)

### 3.2. TOMACORRIENTES Y ENCHUFES, CLASE III, DIVISION 1 Y 2.

Serán del tipo de puesta a tierra y estar diseñados para reducir al mínimo la acumulación o entrada de fibras o pelusa, así como prevenir el escape de chispas o partículas fundidas.

En lugares donde la acumulación de fibras o pelusas no sea considerable y donde tal tomacorriente esta fácilmente accesible para limpieza de rutina, se permitirán tomacorrientes del tipo de puesta a tierra para uso general, montados para minimizar al máximo la entrada de fibras y pelusas. (ARTICULO 503-11, NOM-001-SEMP-1994)

### 3.3. TUBERIAS DE VENTILACION, CLASE III, DIVISION 1 Y 2.

Los tubos de ventilación para motores, generadores y demás maquinarias eléctricas rotativas o para las cubiertas de equipos eléctricos, deberán ser de un metal no más liviano que el No. 24 MSG (0.533 mm.) o de otro material igualmente incombustible y llegar directamente a una fuente de aire limpio fuera del inmueble, tendrán rejillas en los extremos para impedir la entrada de pequeños animales y estarán protegidos contra daños materiales, la oxidación y otras influencias corrosivas. Los tubos de ventilación y sus conexiones serán lo suficientemente herméticos para impedir la entrada de fibras o pelusas en el equipo ventilado o cubiertas, e impedir el escape de chispas, o materiales en combustión. (ARTICULO 503-7, NOM-001-SEMP-1994)

### 3.4. TRANSFORMADORES Y CAPACITORES, CLASE III, DIVISION 1 Y 2.

Los transformadores y capacitores cumplirán con las disposiciones de clase II, división 2. (ARTICULO 503-2, NOM-001-SEMP-1994)

### 3.5. MOTORES Y GENERADORES, CLASE III, DIVISION 1 Y 2.

Los motores, generadores y otras maquinas eléctricas rotativas deben ser totalmente cerradas sin ventilación, totalmente cerrados con ventilación por tubería o totalmente cerrados con enfriamiento por ventilador.

En locales donde, a juicio de la autoridad competente, no se puedan producir sino acumulaciones moderadas de hilachas o pelusas sobre, dentro o cerca de maquinas eléctricas rotatorias, y que estas sean de acceso fácil para su limpieza y mantenimiento rutinarios, pueden usarse, motores con auto-limpieza para textilerías de tipo jaula de ardilla, maquinas de uso general abiertas sin contactos deslizantes, ni centrifugas ni otros mecanismos interruptores, incluyendo los dispositivos de protección contra sobrecarga de motores o donde tales contactos, mecanismos de interrupción o dispositivos de resistencias, estén encerradas en cubiertas metálicas sin aberturas de ventilación, ni otras aberturas. (ARTICULO 503-6, NOM-001-SEMP-1994)

### 3.6. APARATOS DE ALUMBRADO, CLASE III, DIVISIONES 1 Y 2.

#### A. ILUMINACION FIJA y PORTATIL.

Los aparatos de alumbrado fijos y portátiles tendrán cubiertas diseñadas para reducir al mínimo la entrada de fibras o pelusas y de impedir el escape de chispas, material en combustión o metal caliente. Cada aparato deberá estar claramente marcado con la potencia máxima de las lámparas con que pueda operar sin que la temperatura de las superficies expuestas exceda de 165 °C, en condiciones normales de uso. El equipo portátil deberá de estar equipado con mangos adecuados y protegidos con resguardos sólidos, además serán del tipo de puesta a tierra.

#### B. LAMPARAS COLGANTES.

Estarán suspendidas por tubos metálico rígido roscado, se evitara desplazamientos y podrán ser conectados por conexiones flexibles aprobadas a no más de 30.00 cm del punto de fijación o caja. (ARTICULO 503-9, NOM-001-SEMP-1994)

### 3.7. INTERRUPTORES, CONTROLADORES DE MOTORES Y FUSIBLES.

CLASE III, DIVISION 1 Y 2.

Deben estar encerrados en cubiertas herméticas al polvo, se incluyen botones pulsadores, relevadores, estaciones de botones y dispositivos similares. (ARTICULO 503-4, NOM-001-SEMP-1994)

### 3.8. TRANSFORMADORES DE CONTROL, BOBINAS Y RESISTENCIAS, CLASE III DIVISION 1 Y 2.

Estos dispositivos usados solos o asociados con equipos para el control de motores y artefactos, deberán estar provistos de cubiertas herméticas al polvo y cumplir con las limitaciones de temperatura clase III. (ARTICULO 503-5, NOM-001-SEMP-1994)

### 3.9. SISTEMAS DE SEÑALIZACION Y COMUNICACION, DIVISION 1 Y 2.

Los sistemas de señalización, control remoto e intercomunicación deben cumplir con lo las disposiciones de instalación de la clase III. (ARTICULO 503-12, NOM-001-SEMP-1994)

### 3.10. EQUIPOS DE UTILIZACION CLASE III, DIVISION 1 Y 2.

#### A) CALENTADORES.

Los equipos de utilización, tales como calentadores, controladores para motores y fusibles serán aprobados para lugares clase III. (ARTICULO 503-8, NOM-001-SEMP-1994)

### 3.11. GRUAS VIAJERAS, MONTACARGAS ELECTRICOS Y EQUIPO SIMILAR CLASE III, DIVISION 1 Y 2.

Las grúas y elevadores, transportadoras de materiales, las limpiadoras móviles de maquinaria textil y los equipos similares, instalados para trabajar sobre fibras combustibles o sobre acumulaciones de pelusas cumplir con lo siguiente:

#### A) SUMINISTRO DE ENERGIA.

Las alimentaciones de corriente a los conductores de contacto deberán de estar aislados de todos los sistemas eléctricos y deberá estar además, equipada con un detector registrador de tierra, que dará una alarma visual y audible e interrumpir automáticamente la corriente en caso de falla a tierra.

#### B) CONDUCTORES DE CONTACTO.

Los conductores de contacto deberán ser inaccesibles a las personas no autorizadas, y protegidos contra el contacto accidental de objetos extraños

#### C) COLECTORES DE CORRIENTE.

Los colectores de corriente deben de estar diseñados o resguardados en tal forma que el chisporroteo normal quede limitado y se impida la salida de chispas o partículas calientes. Cada conductor debe tener dos o más superficies de contacto separadas para reducir el chisporroteo. Asimismo, deben proveerse medios confiables para mantener a los conductores de contacto y a los colectores libres de la acumulación de fibras hilachos o pelusas. (ARTICULO 503-13, NOM-001-SEMP-1994)

### 3.12. BANCOS DE BATERIAS, CLASE III, DIVISION 1 Y 2.

Los equipos de carga de acumuladores deberán de estar colocados en cuartos separados, hechos o recubiertos con materiales incombustibles, y construidos de tal modo que no entren pelusas o hilachas y estén bien ventilados. (ARTICULO 503-14, NOM-001-SEMP-1994)

### 3.13. PUESTA A TIERRA, CLASE III, DIVISION 1 Y 2.

Los contactos tipo contratuerca monitor no serán considerados como puentes de unión, sino que se serán puentes de unidos con accesorios adecuados para todo el equipo y accesorios en lugares clase III. Cuando se use tubo metálico flexible se instalaran con puentes de unión internos o externos en forma paralela con cada tubo. (ARTICULO 503-16, NOM-001-SEMP-1994)

### 3.14. PARTES VIVAS, CLASE III, DIVISION 1 Y 2.

No deben existir partes vivas expuestas en equipos o instalaciones. (ARTICULO 503-15, NOM-001-SEMP-1994)

#### 4. SELECCION DE MATERIALES ELECTRICOS.

Todo lo que se necesita para producir una explosión cuando existen gases inflamables, polvos combustibles o material de fácil ignición en la proporción adecuada en el aire, es una fuente de energía, una principal fuente de energía es la electricidad, equipos tales como interruptores, arrancadores, controladores de botones, enchufes y receptáculos, los cuales pueden producir arcos o chispas durante la operación normal, cuando el contacto se abre o se cierra, causando fácilmente la ignición

Los que siguen en grado de peligrosidad son los dispositivos que producen calor, tales como candiles y motores. En ellos la temperatura de la superficie puede exceder los límites de seguridad de muchas atmósferas inflamables, un foco flojo en el socket presenta un peligro doble ya que puede combinar un arco eléctrico con la producción de calor.

Finalmente muchas partes del sistema eléctrico pueden convertirse en fuentes potenciales de ignición en el caso de una falla de aislamientos. Este grupo incluirá alambrados, bobinas, solenoides y otros dispositivos de baja temperatura que no tengan contactos de abrir o cerrar.

Por otro lado, las chispas de metales pueden causar fácilmente la ignición, flamas abiertas de sopletes, hornos de gas, descargadores estáticos, etc., constituyen otras posibles fuentes de ignición, un martillo, una lima u otra herramienta que es tirada sobre mampostería o en superficie metálica constituye un peligro, a no ser que la herramienta sea hecha de materiales que no chispeen, por esta razón el equipo portátil esta hecho usualmente de aluminio u otro material que no produzca chispa si la herramienta se cae.

Cada área de proceso con ambientes peligrosos, debe ser valorizada cuidadosamente para asegurar la selección del equipo eléctrico correcto, debido a la importancia que representa el uso y control de la energía eléctrica, así como la necesidad de llevarla a cualquier lugar con el menor gasto, esfuerzo y mayor seguridad, se fabrica una amplia variedad de productos y materiales para la construcción, aprobados y seleccionados para una finalidad específica, la cual será siempre proporcionar la energía eléctrica, estos se pueden dividir en cinco principales grupos:

- Accesorios para instalaciones eléctricas.
- Control Industrial e interruptores.
- Condulets para instalaciones eléctricas.
- Iluminación industrial.
- Clavijas, contactos y tableros.

Estos productos son fabricados para satisfacer los requisitos necesarios dentro de las diferentes condiciones de trabajo como son ambientes ordinarios, ambientes corrosivos o áreas peligrosas.

#### 5. CLASIFICACION DE EQUIPO EN AREAS PELIGROSAS.

Existen dos clasificaciones que comprenden todas las posibilidades de ambientes que pueden ser encontrados en la industria, la de la NACIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS

ASSOCIATION (NEMA) Y el NACIONAL ELECTRICAL CODE (NEC) interpretadas por UNDERWRITERS LABORATORIES (UL), para asegurar a los usuarios que los productos son correctamente diseñados y fabricados para la aplicación propuesta.

Estas áreas se encuentran muy comúnmente en las refinerías de petróleo, plantas petroquímicas, fábricas de pintura, industrias de procesos de alimentos, hospitales, plantas de proceso de papel, fábricas textiles y en general en todas aquellas zonas en las cuales exista peligro debido a la presencia de gases, vapores, polvos o fibras de características combustibles o inflamables.

Para la clasificación de equipo, La National Electrical Manufacturers Association y el National Electrical Code tiene definiciones, las cuales son aplicables a los materiales eléctricos para la construcción de acuerdo al tipo de envolvente usado para las diversas áreas. A continuación se listan estas clasificaciones:

- NEMA 3. Equipo o material que se puede utilizar en áreas exteriores, usado principalmente para prevenir la entrada de polvo hacia el interior, lluvia y formación de hielo en el exterior.
- NEMA 4. Equipo o material que puede ser utilizado en áreas interiores y exteriores, usado principalmente para prevenir la entrada de polvo hacia el interior, excluye el agua por lluvia, rocío y agua aplicada directamente en forma de chorro.
- NEMA 4X. Equipo o material que puede ser utilizado en áreas interiores o exteriores, usado principalmente para prevenir la corrosión, entrada de polvo hacia su interior, excluye el agua por lluvia, rocío y agua aplicada directamente en forma de chorro.
- NEMA 7. Equipo para usos interiores en lugares clasificados como clase I, grupos A, B, C, o D, tal como esta definido en NEC.
- NEMA 9. Equipo para usos interiores en lugares clasificados como clase II, grupos E o G, como esta definido en el NEC.
- NEMA 12. Equipo o material diseñado para usos interiores, usado principalmente para prevenir la entrada del polvo a su interior, humedad y escurrimiento de líquidos no corrosivos usado en áreas clase III.

## 6. BLINDAJES A PRUEBA DE EXPLOSION.

Por definición, un blindaje a prueba de explosión debe evitar la inflamación de un gas o vapor explosivo que pueda envolverlo, es decir, una explosión dentro del blindaje debe quedar confinada por este y evitar que inicie y que se propague en el exterior.

Un requisito para tales blindajes es la resistencia mecánica adecuada, en la mayoría de los diseños se usa un factor de seguridad de 4, esto es, el artículo debe recibir una presión hidrostática de 4 veces la presión máxima que pudiera desarrollar una explosión de hidrocarburos dentro del blindaje. Debe puntualizarse que bajo condiciones de circuitos cortos, pueden desarrollare presiones que sean mayores que aquellas comprendidas para este factor de seguridad y en tales casos, aun un blindaje a prueba de explosión puede romperse.

Además de ser fuerte, el blindaje debe ser a prueba de flama, este termino no implica que debe quedar herméticamente sellado sino que las juntas o bridas se mantienen dentro de las

tolerancias que establece UL, son utilizadas dos tipos de juntas; La junta plana y la tapa roscada, en la primera, ambas superficies permanecen perfectamente unidas mediante tornillos.

Estas juntas cuidadosamente maquinadas enfrían los gases calientes que produce una explosión interna de tal manera que cuando llegan a la atmósfera peligrosa externa, están demasiado fríos para inflamarla. fig. 4.2. (ARTICULO 501-1, NEC HAND BOOK 1993)

Las dos características esenciales que reúnen los blindajes a prueba de explosión son rigidez y hermetismo a la flama, pero además ha sido preciso recabar los siguientes datos al proceder a su diseño:

- 1 Dimensiones de los equipos que alojarán.
- 2 Presión originada por la explosión.
- 3 Temperatura de operación.
- 4 Resistencia del material que se empleará.

De los cuatro anteriores sólo es posible conocer el primero y el último. El segundo, relativo a la presión, ha sido obtenido por experiencias previas o múltiples ensayos. Las presiones internas dependen de la forma del blindaje, de la turbulencia del gas al momento de explotar y de las obstrucciones que encuentre con los equipos alojado en el interior y en la proximidad de las paredes del gabinete. En las cajas de registro de tamaño moderado, la presión llega hasta 8.8 kg/cm<sup>2</sup> (125 lbs). Underwriter Laboratories, Inc, prueba estos equipos aplicando una presión hidrostática 4 veces superior a la presión a que quedarían sujetos en la explosión, en este caso la presión aplicada sería de 35 kg/cm<sup>2</sup> (500 Lbs), magnitud relativamente alta.

Como hemos indicado las envolturas a prueba de explosión deben limitar una posible explosión en su interior y evitar que esta se propague al exterior por lo que deberá ser lo suficientemente hermética, esto significa que deberá tener tolerancias muy reducidas entre sus uniones, tapas, etc. En tal forma que esto resulta impracticable.

En los gabinetes destinados a alojar equipo eléctrico cuyo diseño entre junta y tapa es plano, la superficie de contacto debe tener un ancho mínimo de 9.5 mm y la tolerancia de ajuste entre estas dos superficies rectificadas debe ser tal que una hoja de calibrador de 0.0381mm (0.0015 plg) no pueda insertarse en la junta más de 3 mm.

Esto requiere que las superficies de la caja y la tapa sean planas con una tolerancia máxima de la mitad de 0.0381 mm o sea 0.019 mm. Las juntas planas cuando se produce una explosión en el interior, tienden a aumentar la magnitud de los claros o de los espacios libres donde se unen, por tal motivo deben dotarse de tornillos convenientemente distribuidos que aseguran su perfecta unión.

Con respecto a la temperatura de operación de las envolturas para los equipos, es un punto de gran importancia a considerar en el diseño de estos, ya que sería inútil construir un equipo

capaz de soportar las presiones internas originadas por una explosión si la temperatura de operación es tal que pueda incendiar la atmósfera que lo rodea.

Los gabinetes que alojan interruptores, arrancadores y dispositivos similares que por si no generan temperaturas que se aproximen a estos límites, presentan menos dificultad de construcción que las unidades que si generan calor como son las luminarias.

Por lo tanto estos equipos son diseñados considerando dos cámaras aisladas, una correspondiente a las conexiones de los conductores y otra para la lámpara, ya que en esta forma se pueden confinar las explosiones en cámaras separadas.

En el diseño de los tableros a prueba de explosión se presenta un fenómeno consistente en la precompresión o acumulación de presiones, fenómeno que es común cuando la explosión ocurre en volúmenes relativamente grandes. Por ejemplo los tableros constan de una caja independiente para las conexiones, alimentaciones, etc., y otra para los interruptores que deberán estar aislados unos de otros con el objeto de poder confinar la explosión que pudiese presentarse en compartimientos de menor volumen posible.

## 7. SISTEMAS A PRESION.

Los sistemas a presión permiten la operación segura de equipo eléctrico en plantas de procesos químicos, bajo condiciones de peligrosidad extrema, para los cuales no hay disponible comercialmente equipo adecuado.

Cuando los equipos pueden obtenerse, ya sea a presión o a prueba de explosión, convendrá seleccionar el que ofrezca las mayores ventajas económicas. Comúnmente, si una instalación tiene muchos equipos que pudieran ser encerrados en un sólo blindaje de lamina de metal, la instalación se prestaría para sujetarla a presión, sin embargo, si los equipos, debido a su naturaleza tuvieran que ser instalados en cajas separadas, entonces los blindajes a prueba de explosión resultarían seguramente más económicos.

Los blindajes a presión requieren:

- Una fuente de aire limpio
- Un compresor para mantener la presión necesaria en el sistema ( mínimo 2.5 mm de agua)
- Válvulas de control para evitar que se aplique la energía antes de que los blindajes sean purgados y para quitar la energía del sistema si la presión cae abajo del mínimo establecido.

Además, se requieren de interconexiones en las puertas para evitar el acceso al equipo mientras los circuitos tengan energía, todos estos accesorios suelen representar gastos considerables.

En otros casos el peligro puede ser reducido, por medio de ventilación adecuada con presión positiva desde un a fuente de aire limpio, en coordinación con elementos que aseguren protección en caso de una falla.

Existe también el concepto de purga, definido como la adición de aire o gas inerte dentro de un blindaje alrededor de equipo eléctrico, a presión y flujo suficiente para eliminar cualquier vapor y eliminar su regreso al blindaje.

Las tres clasificaciones de purgas consideradas son las siguientes:

- Tipo X. Comprende los requisitos necesarios para reducir la clasificación del área dentro de un blindaje de la división 1. ( peligrosa a no peligrosa)
- Tipo Y. Comprende los requisitos necesarios para cambiar el área dentro de un blindaje de la división 1 ( peligrosa ) a la división 2, ( normalmente no peligrosa).
- Tipo Z. Comprende los requisitos para reducir la clasificación del área de la división 2 (normalmente no peligrosa) a no peligrosa.

Estos blindajes, además son usados por problemas de humedad y corrosión. (ARTICULO 501-1, NEC HAND BOOK 1993)

## 8. TUBERIAS CONDUIT.

De acuerdo con el NEC, se establece que el alambrado eléctrico para locales peligrosos deberá hacerse usando tubería conduit metálica rígida, la cual tenga un espesor de pared suficiente para poder roscarlo, la norma oficial mexicana establece el uso de tubería cédula 40 según NMX-B-208, y NMX-B-209, los requisitos que debe llenar una tubería conduit de pared gruesa de acuerdo con las normas NEMA, son las siguientes:

- a) En la manufactura de tubo conduit debe usarse acero dúctil, hierro forjado, una aleación de bronce y silicio conteniendo por lo menos 1.25% de silicio, una aleación a base de aluminio conteniendo un porcentaje no mayor de 0.40% de cobre, u otro metal capaz de usarse para estos propósitos.
- b) Cada tubo deberá tener una sección transversal que permita el corte limpio de roscas exactas, y el espesor de las paredes deberá ser uniforme a través de la longitud del tubo. La soldadura de todas las costuras deberá estar perfectamente bien hecha, libre de rebabas y filos cortantes.
- c) Tanto la superficie interior como la superficie exterior de cada tubo de metal, deberá estar limpio de toda costra y óxido. El proceso deberá dejar las superficies del tubo en condiciones tales que el recubrimiento protector tenga un terminado sin asperezas.
- d) Cada tubo usado en la fabricación de conduit rígido, deberá soportar un doble de un cuarto de círculo alrededor de una polea cuyo radio sea 4 veces el diámetro nominal del tubo, sin sufrir fracturas en ninguna sección y sin rasgar la soldadura.
- e) Tanto el interior como el exterior de un conduit rígido de metal ferroso deberá ser protegido contra la corrosión por medio de un recubrimiento galvanoplástico o por un recubrimiento equivalente. El conduit metálico hecho de metal no ferroso y resistente a la corrosión no necesita ser protegido en tal forma.



La tubería para todas las clases, deberá tener cuando menos 5 hilos de roscados en cada unión. Los cambios alternos de temperatura y presión barométrica provocan la entrada de aire del ambiente a través del sistema conduit con los que la humedad del ambiente penetrara al interior formándose depósitos de condensados en los registros o líneas verticales del tubo conduit. Esto podría provocar fallas de aislamiento de los cables, circuitos rotos, etc; Para eliminar esta condición deberán ser instalados accesorios de inspección que permitan tener un acceso a los cables equipados con drenes a prueba de explosión. (ARTICULO 346, NOM-001-SEMP-1994)

## 9. CAJAS DE CONEXIONES.

Una amplia gama de registros son fabricados para cubrir las necesidades de las instalaciones eléctricas en áreas peligrosas. En conjunto con los registros, sello, drenes y respiraderos son fabricados para complementar los requisitos de acuerdo a las normas de seguridad.

Las cajas de conexiones a prueba de explosión son usadas en sistemas de tuberías conduit roscadas, en áreas peligrosas para hacer empalmes y derivaciones de los conductores, en algunas de ellas es posible encerrar dispositivos eléctricos incluyendo estaciones de control e instrumentos debido a su dimensión otras se fabrican con soportes integrales y están diseñadas para montaje superficial. Contienen una amplia gama de entradas roscadas para tubería conduit en tamaño y lugar, permitiendo una gran flexibilidad de uso. Cuando se requiere una protección a prueba de agua, las tapas pueden ser selladas con un empaque opcional.

### CAJAS DE CONEXIONES SERIE EJB.

Las cajas de conexiones serie EJB, son aprobados para áreas clase I, grupo D, clase II, grupos E, F y G, y áreas clase III, se utilizan para realizar empalmes y derivaciones, además, es posible encerrar dispositivos eléctricos en su interior, como estaciones de control, tienen entradas roscadas para tubería, se fabrican en aluminio libre de cobre y cumplen con las normas UL.

### CAJAS DE CONEXIONES SERIE GUE Y GUB.

La serie GUE y GUB son aprobados para áreas clase I, grupo D, clase II, grupos E, F, G y en clase III, empleados para conexiones empalmes y derivaciones de los conductores, gran flexibilidad de uso debido a sus entradas roscadas, pueden ser selladas con un empaque de neopreno en forma adicional, son fabricadas en aluminio libre de cobre y cumplen con las pruebas UL.

### CAJAS DE CONEXIONES SERIE EGJ.

La serie EGJ, son aprobados para áreas clase I, grupo D, clase II, grupos E, F, G y en clase III, empleados para embutirse en las instalaciones de gasolineras, tienen entradas roscadas en el fondo y en las paredes, pueden ser selladas con un empaque de neopreno en forma adicional, son fabricadas en aluminio libre de cobre y cumplen con las pruebas UL. fig. 4.3. (ARTICULO 501-4, 502-4, 503-3, NOM-001-SEMP-1994)

## 10. CONDULETS.

Los Condulets a prueba de explosión, son accesorios de instalación usados en sistemas de tuberías conduit en áreas peligrosas para facilitar su alambrado y hacer empalmes y derivaciones de los conductores así como todo tipo de cambio en la dirección de la tubería, para su cierre hermético disponen de tapas y empaques especiales para que al estar instaladas en ambientes oxidantes, explosivos, etc, no penetren al interior de las canalizaciones elementos extraños que puedan ocasionar cortos circuitos o explosiones en el peor de los casos.

Son acoplados a tuberías de pared gruesa, ya que tienen cuerdas interiores correspondientes a todas las medidas existentes, en una gran variedad para diferentes aplicaciones, algunos de los condulets usados en áreas peligrosas son los siguientes:

**SERIE GUA:** Son aprobados para áreas clase I, grupos C y D, clase II, grupos E, F y G y clase III. Facilitan los empalmes y derivaciones, se fabrican con tapas roscadas ciegas y sellos, se pueden utilizar para cambios de dirección ya sea en tipo A, B, C, L, T o X se fabrican en aluminio libre de cobre, de acuerdo a pruebas UL.

**SERIE LBH:** Son aprobados para áreas clase I, grupos D, clase II, grupos E, F y G, y clase III. Su utilización particular es cuando se requiere jalar o doblar conductores que por su tamaño o tipo de aislamiento dificultan esta actividad, el diseño de la tapa proporciona mayor espacio, evitando dobleces fuertes que perjudiquen el aislamiento, son fabricados en aluminio libre de cobre, de acuerdo con pruebas UL.

**LUBRICANTE TIPO STL.** El lubricante tipo STL es usado entre las cuerdas de los condulets hembra y macho, flechas de operación, con o sin rosca, para inhibir la corrosión entre cualquier junta de metal a metal encajas registros y envolventes de aparatos, esta hecho a base de litio, es especialmente efectivo entre partes disímiles, es estable entre -30 °C a 93 °C, tiene excelentes cualidades de adhesión, una ligera aplicación sobre las cuerdas las mantiene herméticas a la lluvia, protegiéndolas contra la corrosión y evitando que se peguen. fig. 4.4. (ARTICULO 501-4, 502-4, 503-3, NOM-001-SEMP-1994)

## 11. SELLOS Y DRENES.

De acuerdo con las normas y reglamentos, se requiere que en las instalaciones eléctricas dentro de las áreas peligrosas, sean instalados sellos en los sistemas de tuberías conduit, como una protección más, bajo condiciones de falla.

Un sello es un accesorio conteniendo un compuesto de endurecimiento rápido que no es atacado por los gases ni por el calor y sólo debe usarse el compuesto especificado por el fabricante.

Los sellos están diseñados para impedir el paso de los gases de combustión y flamas de una parte de la instalación eléctrica a otra evitando que esta se propague a través de todo el

sistema de tubería conduit, limita cualquier explosión a la envolvente sellada e impide la compresión o presión acumulativa en los tubos conduit causada por explosiones sucesivas. Estos deberán ser colocados en cada conexión de entradas a blindajes a prueba de explosión que contengan accesorios que produzcan arcos, chispas o una alta temperatura, y el sello deberá instalarse lo más próximo a la cubierta en cuestión pero nunca a una distancia mayor de 45.00 cm. tal como se establece en las normas de instalación.

Cuando un tubo conduit de 50.8 mm. o de mayor diámetro intercomunica una caja conteniendo tabillitas de terminales, derivaciones o empalmes, es necesario el uso de sellos.

También se requieren sellos cuando una tubería conduit pasa de una área división 1 a una división 2 o bien cuando pasa de una área peligrosa a una que no lo es.

Otra consideración para seleccionar a los sellos es la posición de las tuberías conduit, es decir son horizontales o verticales para lo cual se fabrican sellos apropiados para cada montaje.

Aun cuando no es un requisito establecido, es una buena practica seccionar la longitud de tuberías conduit colocando sellos a cada 15.00 o 30.00 mts, dependiendo del diámetro de la tubería con el objeto de reducir al mínimo el efecto de precompresión.

Los cambios alternados de temperatura y presión barométrica causan una respiración es decir la entrada y circulación de aire por el conduit. Como las juntas en el sistema y sus componentes rara vez son herméticas para evitar esta respiración, la humedad del aire se condensa en la base de los tubos verticales y en los blindajes de equipos. Esto puede causar que se dañan en los equipos o el alambrado, provocando un corto circuito o una falla a tierra. Para eliminar este problema deben de instalarse accesorios de inspección equipados con purgas a prueba de explosión que eviten al máximo la condensación y acumulación eliminando automáticamente el agua, este tipo de accesorios se les conoce con el nombre de drenes, los sellos usados en áreas peligrosos son:

**SERIE EYS, EZS:** Aprobados para áreas clase I, grupo A, B, C y D, clase II, grupos E, F, G, se utilizan para el sellado de tuberías conduit, a no más de 45.7 cm de cajas que contengan equipos que produzca arcos o chispas eléctricas en áreas peligrosas, en tubos conduit de 50.8 cm o mayores que entren a cajas de conexiones conteniendo empalmes o derivaciones de cable, donde un tubo conduit deja un área peligrosa clase I, división 1, donde un tubo conduit pasa de un área división 2 a una área no peligrosa como se especifica en las normas a si como en otras aplicaciones aprobadas, los sellos serie EYS se utilizan para sellas tuberías verticales u horizontales, la serie EZD es utilizada para sellas tuberías en cualquier ángulo, son fabricadas en aluminio libre de cobre y cumplen con las pruebas UL.

**SERIE EYD:** Aprobados para áreas clase I, grupo C y D, clase II, grupos F y G, son sellos con dren universal integrado para uso intemperie, restringen el paso de vapores, gases de una parte de la instalación al medio ambiente que la rodea, limita la explosión a la envolvente e impide la presión acumulativa en la tubería conduit, el dren proporciona un continuo drenado del condensado, tiene entradas roscadas y un bushing integral que protege al aislamiento del conductor, su cuerpo es fabricado en aluminio libre de cobre, el dren en acero inoxidable y cumplen con las pruebas UL.

**SERIE ECD:** Aprobados para áreas clase I, grupo C y D, clase II, grupos E, F, G y en clase III, los drenes y respiraderos, ECD son instalados en entradas roscadas, en la parte inferior de las envolventes para evitar la acumulación del agua en el interior de los sistemas de tubería y registros, permite además drenar el agua de los equipos sumergidas en aceite sin perjudicar el aceite. Los respiraderos tipo ECD son instalados en la parte superior de las envolventes, para evitar al máximo la condensación de agua, se fabrican de acero inoxidable y cumplen con las pruebas UL estándar.

#### **FIBRA PARA SELLAR:**

La fibra para usarse en áreas peligrosas es la fibra CHICO X, es de asbesto y taponear el interior del sello, el extremo del tubo conduit y alrededor de los cables, es instalado en conjunto con el sello tipo CHICO A, que es un polvo soluble que después de mezclarse con el agua puede ser vaciado para efectuar un sello que se expande, solidifica y es capaz de resistir el ataque de productos químicos. fig. 4.5., 4.6. (ARTICULO 501-5, 502-5, NOM-001-SEMP-1994)

### **12. - ACCESORIOS.**

Los accesorios como tuercas de unión, codos, niples, tapones, reducciones tipo bushing o campana, son instalados en los sistemas de tuberías conduit o a la llegada de cajas de registro o envolventes, como accesorios auxiliares de la instalación, los cuales son aprobados para áreas clase I, grupos A, B, C y D, clase II, grupos E, F y G y clase III. fig. 4.7. (ARTICULO 501-4, 502-4, 503-3, NOM-001-SEMP-1994)

### **13. COPLES FLEXIBLES.**

Los coplees flexibles son usados en sistemas de tuberías conduit dentro de áreas peligrosas donde se requiere una parte flexible para permitir movimientos o vibraciones del equipo conectado. Su diseño robusto le permite soportar grandes presiones, es a prueba de agua para lugares húmedos, no requiere de puentes eléctricos entre sus extremos ya que su malla metálica asegura la continuidad eléctrica. Los coplees en sus extremos pueden tener roscas hembra, niples, o tuerca de unión. Se suministran con dos niples removibles ECGJH, Los coplees ECLK tienen en sus extremos una tuerca unión y en el otro extremo una rosca hembra con un niple, están contruidos de bronce, así mismo los colgadores flexibles tipo EC, son usados en lugares peligrosos, donde las luminarias deben colgar de las cajas de conexiones que las soportan, asegurando que la unidad cuelgue en forma vertical y que oscile libremente si es golpeada accidentalmente, la serie ECJF y ECGF son aprobadas para lugares clase I, grupos A, B, C y D, clase II, grupos E, F y G y clase III. UL. fig 4.7. (ARTICULO 501-11, 502-12, 503-10, NOM-001-SEMP-1994)

### **14. CONTACTOS Y CLAVIJAS.**

En la mayoría de los dispositivos a prueba de explosión, todas las partes conductoras de corriente quedan dentro del blindaje; sin embargo, en clavijas y contactos, algunas de dichas partes deben sobresalir a través de las paredes del blindaje de tal manera que pueda hacerse el contacto eléctrico.

El problema es hacer que tales dispositivos sean seguros para usarse en atmósferas explosivas, para tal caso son usados dos métodos, que resultan prácticos y ampliamente utilizados:

#### a) INTERCONEXION.

Los contactos del receptáculo están interconectados con un switch que queda dentro de la cubierta a prueba de explosión, de tal manera que siempre estén muertos cuando la clavija se inserte o se saque.

#### b) ACCION RETARDADA.

La clavija y el receptáculo se construyen de tal manera que los arcos que pudieran ocurrir en los contactos quedan confinados dentro de las cámaras a prueba de explosión, este diseño también evita que se pueda sacar la clavija fuera del receptáculo demasiado rápido, con lo que se da oportunidad de enfriarse a todas las partes calientes de metal, antes de que se pongan en contacto con la atmósfera explosiva que los rodea.

Los contactos y clavijas, son usados para alimentar equipos portátiles como unidades moto-generadoras, compresoras, transportadores, lámparas de mano y equipo similar, dentro de áreas peligrosas, a continuación se enlistan algunas clavijas y contactos utilizados para áreas peligrosas:

#### CONTACTOS CPS y CLAVIJAS CPP.

Los contactos CPS y las clavijas CPP, son usadas para alimentar equipos portátiles como unidades moto generadoras, compresoras, transportadores y equipo similar en ambientes peligrosos, tienen la característica de acción retardada la cual le permite a la clavija actuar como un interruptor, los contactos CPS son equipados con un mecanismo rotatorio el cual impide desconectar la clavija en un movimiento continuo, son aprobados para lugares clase I, grupos C y D.

#### CONTACTOS ENTRELAZADOS CON INTERRUPTOR FSQ Y CLAVIJAS APJ, BP Y FP.

Los contactos FSQ son utilizados con la clavija APJ, BP y FP, para alimentar equipo eléctrico portátil como lámparas de mano, herramientas y equipos similares en áreas peligrosas, en ambientes húmedos o corrosivos como en refineries de petróleo, plantas de proceso o instalaciones similares. Estos contactos con interruptor entrelazados tienen la misma característica de seguridad, la clavija debe ser totalmente insertada en el contacto y girarla en el sentido de las manecillas del reloj para operar el interruptor interior cerrando al circuito y alimentando al contacto, la clavija no podrá ser retirada del contacto hasta que se gire en sentido inverso y el interruptor sea abierto, una característica de seguridad adicional es proporcionada por el tornillo de la tapa, la tapa no se puede quitar cuando el interruptor esta cerrado, con la tapa abierta y el tornillo en su lugar el interruptor no puede ser accionado por la clavija cuando la clavija no esta introducida en el contacto, los contactos son fabricados de feraloy con tapa de aluminio libre de cobre y las clavijas de aluminio libre de cobre, con

acabado cadminizado y aluminio natural, este equipo es aprobado para lugares clase I, grupos C y D, clase II, grupos F y G y clase III.

#### **CONTACTOS ENTRELAZADOS CON INTERRUPTOR EPC Y CLAVIJAS APJ Y DP TIPO ARKTITE.**

Los interruptores de circuito tipo EPC entrelazados con contactos a prueba de arco y clavijas tipo APJ y DP, son usados para alimentar equipo eléctrico portátil como unidades motorizadas, compresores, unidades de enfriamiento o calefacción, sistemas de alumbrado, transportadores, etc, en áreas peligrosas, en lugares húmedos y corrosivos, interiores o exteriores en refinerías de petróleo, plantas petroquímicas, o plantas donde se manejan plantas de almidón, flúor, etc. o instalaciones similares. El contacto está mecánicamente entrelazado en el interruptor de circuito tipo electromagnético que provee un medio de desconexión y una protección contra corto circuito y una protección térmica retardada contra sobre cargas. Un contacto con tapa de resorte, localizado en la parte interior, de 30, 60, 100 y 200 amps y al frente está mecánicamente entrelazado con el interruptor de circuito para máxima seguridad. El interruptor de circuito no se puede cerrar hasta que la clavija esté totalmente insertada y la clavija no se puede extraer hasta que el interruptor de circuito esté abierto. La manija puede asegurarse en cualquier posición y el interruptor operará sobre condiciones de corto circuito aun cuando la manija esté asegurada, están fabricados de aluminio libre de cobre, flechas de acero inoxidable, herrajes de lamina de acero y contactos de bronce, acabados estándar en laca de aluminio, acero inoxidable natural, lamina de acero con protección electrolítica de zinc y bronce natural, su aprobación es para usarse en áreas peligrosas clase I, grupos C y D, clase II, grupos F y G, y clase III. fig. 4.8., 4.9. (ARTICULO 501-12, 502-13, 503-11, NOM-001-SEMP-1994)

#### **15. CABLES CON AISLAMIENTO MINERAL.**

Otro tipo de sistemas de alambrado que se emplea mucho es el de cable con aislamiento mineral (MI). Este cable esta formado por conductores de cobre espaciados adecuadamente, rodeados de oxido de magnesio comprimido apretadamente y encerrado en una cubierta de cobre que es completamente flexible.

A temperaturas abajo del punto de fusión de la cubierta de cobre, el cable MI es inalterable por el fuego. En realidad debido a las limitaciones impuestas por las conexiones terminales, su rango de temperatura de operación se considera generalmente entre menos 40 y más 80 grados centígrados con terminales normales y hasta más 250 grados centígrados con terminales especiales.

El cable tipo MI es adecuado y aprobado para todos los locales clase I, II y III si se instala de acuerdo con las normas y reglamentos. El cable MI, puede obtenerse en uno a siete conductores, lo que lo hace especialmente adecuado para el alambrado de tableros de control y circuitos de instrumentos donde el escaso espacio disponible hace que las instalaciones de conduits sean muy difíciles y caras.

Debido a que el cable MI es hidrocópico, la humedad puede ser un problema serio, particularmente cuando se dejan expuestos los extremos. Debe tenerse mucho cuidado de

instalar y sellar los accesorios terminales tan pronto como sea posible. Cuando la humedad llega a entrar conviene cortar el cable o secarlo con un soplete.

En general el cable para áreas clase I, debe ser tipo MI, en división 1 y MI, SNM o MC en división 2, en clase II será tipo MI en división 1 y MC o SNM en división 2 y para las áreas clase III divisiones 1 y 2 se puede usar tipo MI o MC, en todos los casos deberá tenerse cuidado al instalarlo o soportarlo, para evitar tensiones mecánicas en los accesorios terminales, los cuales estarán aprobados para la clase de área que se trate, en el caso que se usen cordones flexibles estos deberán ser de uso extrarudo, tener un conductor de puesta a tierra adicional a los conductores del circuito, estar conectado a las terminales del circuito en forma aprobada, evitar tensiones mecánicas y que ala entrada del cordón a una caja, accesorio o cubierta, tenga un sello aprobado. (ARTICULO 501-4, 501-13, 502-4, 503-3, 330, NOM-001-SEMP-1994)

## 16. TABLEROS.

Un tablero, es un equipo eléctrico, que recibe la energía eléctrica en forma concentrada y la distribuye a las cargas por medio de circuitos derivados. Los tableros a prueba de explosión son usados para la protección de circuitos eléctricos dentro de las áreas peligrosas, debido a la presencia de polvos, gases, líquidos o fibras altamente explosivos o inflamables.

Son utilizados para alimentar circuitos de alumbrado, calefacción, ventilación y otros circuitos similares. Son fabricados con interruptores termomagnéticos de diferentes capacidades.

### TABLEROS CON INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS, ENSAMBLADOS CON TRANSFORMADOR Y CENTROS DE CARGA TIPO EWP.

Los tableros EWP son usados para protección de circuitos eléctricos dentro de áreas peligrosas y que se encuentran sujetos a humedad y corrosión, se utilizan en refineries de petróleo, plantas petroquímicas y otras instalaciones similares, para alimentar circuitos de alumbrado, calefacción, ventilación y otros. La caja superior esta fabricada con tapa rectificada y sujeta por medio de tornillos, conteniendo un block de terminales para alimentación a los circuitos y zapatas principales, las cajas de los interruptores están provistas de tapas roscadas. Las manijas de operación pueden ser aseguradas en cualquier posición. Todo el tablero es totalmente alambrado de fábrica, las cajas de los interruptores son totalmente selladas de fábrica. Los tableros ensamblados con transformador son utilizados donde la alimentación de ciertos voltajes que tienen que ser reducidos a una tensión necesaria para alimentar a ciertos circuitos, son fabricados de marco de acero estructural, tornillería de acero, caja de block de terminales de aluminio libre de cobre, las cajas de los interruptores de aluminio libre de cobre, flechas de operación de acero inoxidable y manijas de aluminio libre de cobre, son aprobados para lugares clase I, grupos C y D, clase II, grupos E, F y G y clase III. fig 4.10. (ARTICULO 501-6, 502-6, 503-4, NOM-001-SEMP-1994)

## 17. EQUIPO DE CONTROL.

Para el control eléctrico en ambientes peligrosos se han diseñado centros de control a prueba de explosión por medio de los cuales es posible centralizar los controles, lo que representa ahorros en ingeniería, mantenimiento, operación y fácil acceso para su inspección.

Además una amplia variedad de elementos de control son fabricados como estaciones de botones, luz piloto, switch selector, interruptores de palanca, interruptores termomagnéticos, arrancadores etc.

### ARRANCADORES SERIE EPC.

Los arrancadores son usados, para el arranque de motores, ya sea manuales o magnéticos, a tensión plena, reversibles o a tensión reducida, proporcionando un medio de desconexión del motor dentro de lugares peligrosos y en lugares húmedos y corrosivos. La serie EPC, es aprobada para clase I, grupos C, D, clase II, grupos E, F y G, y clase III.

Esta diseñado en tres secciones para su fácil instalación, su construcción es a prueba de agua ya que la tapa superior tienen rosca hembra y la tapa inferior rosca macho, tiene una placa de soporte adjunta a la parte posterior para su instalación y nivelación, el cuerpo tiene dos bushing para la entrada de tubo por la parte superior y otros dos en la parte inferior, el interruptor es operado por una manija externa la cual puede asegurarse en cualquier posición, el seguro no afecta al interruptor y este puede operar normalmente bajo condiciones de sobre carga o corto circuito, es fabricado el cuerpo, la tapa y la manija, las flechas de operación de acero inoxidable, herrajes interiores de lamina de acero, el acabado es en aluminio libre de cobre al natural, de aluminio libre de cobre, la serie EPC, es aprobada para clase I, grupos C, D, clase II, grupos E, F y G, y clase III. fig. 4.12.

### ESTACIONES DE BOTONES, SWITCH SELECTOR SERIE EFS, OFC.

Las estaciones de botones o switch selectores son usados en conjunto con arrancadores o contactores magnéticos, para el control remoto de motores, pueden operar en aire o sumergidos en aceite. Las luces piloto son usadas como indicadores visuales en puntos remotos al lugar donde la función deseada se lleva a cabo, tienen diseños compactos con tolerancias muy pequeñas entre cuerpo y tapa, algunas luces piloto están selladas de fábrica y no requieren de ningún tipo de sello externo. La serie EFS sencilla o doble, esta aprobada para áreas clase I, grupos C y D, clase II, grupos E, F y G y clase III, tienen un diseño compacto con tolerancias muy pequeñas entre el cuerpo y la tapa para hacer junta a prueba de flama.

También se tienen la serie OFC de estación de botones switch selector para servicio pesado los cuales pueden operar en aire o sumergidos en aceite, la serie OFC-15, con tres botones de control. La palanca rotatoria acciona los dos botones interiores individualmente, la palanca superior acciona los dos botones simultáneamente, este modelo puede usarse en donde se requieran tres funciones como, adelante - atrás - parar o aplicaciones similares así mismo como las series OFC-29 y OFC-47, los cuales están aprobados para lugares clase I, grupos C y D, clase II, grupos E, F y G y clase III.



## LUCES PILOTO SELLADAS DE FABRICA.

Este tipo de luces no requieren sellos externos, son usadas como indicadores visuales en puntos remotos en el lugar donde la actividad se desarrolla, la serie EFS esta aprobada para áreas clase I, grupos C y D, clase II, grupos E, F y G y clase III.

## INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS SERIE EPC.

Los interruptores termomagnéticos serie EPC, son usados para la protección de acometidas, alimentadores o circuitos derivados para la iluminación, calefacción o circuitos de motores, que se encuentren dentro de una área peligrosa. Proporcionan un medio de desconexión, protección contra corto circuito y sobre carga, su aplicación es para áreas clase I, grupos C y D, clase II, grupos E, F y G, y clase III.

Están constituidos de tres secciones al igual que los arrancadores EPC, con dos entradas para tubo conduit en la parte superior, otra en la parte inferior y una manija para ser operada desde el exterior.

## CENTRO DE CONTROL DE MOTORES SERIE ERK.

Los switches tipo racks de la serie ERK, son usados como centro de control de motores, dentro de áreas peligrosas, como son las refineries de petróleo, plantas químicas o petroquímicas, son básicamente tableros con un agrupamiento de interruptores y elementos de protección fusibles, en combinación con elementos de control como son arrancadores y accesorios, los cuales protegen y controlan a los motores, reduce tiempos y costos de mantenimiento, permite desarrollar en un sólo sitio el control, generalmente son fabricados de acero estructural con miembros soldados y atornillados, que debido a su alto costo, pueden ser sustituidos por equipo de servicio normal en cuartos presurizados.

Tienen un diseño modular para más fácil manejo e instalación, totalmente ensamblados de fábrica, sus principales componentes son estándares, las características de las envolvente EPC le permiten tener acceso a los arrancadores e interruptores para su inspección y mantenimiento, los racks tipo ERK son aprobados para áreas clase I, grupos C y D, clase II, grupos E, F y G y clase III.

## TABLEROS DE CONTROL SERIE EJB.

Los tableros EJB, se fabrican de acuerdo a las necesidades usando elementos de control tipo EMP. Utilizándolos para agrupar los controles de los procesos dentro de las áreas peligrosas, utilizando un mínimo de espacio, pueden ser para montaje superficial o para empotrar, su clasificación es aprobada para áreas clase I, grupos C y D, clase II, grupos E, F y G y clase III.

## INTERRUPTORES DE PALANCA SERIE EFS

Son utilizados dentro de áreas peligrosas para el control manual de motores pequeños de C.A. o de CD, su diseño es compacto y tienen orejas para un montaje superficial y junta a prueba de flama, es aprobado la serie EFS para áreas clase I, grupos C y D, clase II, grupos E, F y G y clase III.

## INTERRUPTORES DE SEGURIDAD PARA CONTROL DE TRANSPORTADORES SERIE AFU.

Se usan en procesos industriales, fábricas de acero, minas, líneas de ensamble de automóviles, bodegas, andenes de carga, como interruptores de paro normal o de emergencia para líneas de transportadores, grúas, montacargas, etc. Se suministran con una o dos terminales cada una conteniendo arreglos de contactos 1 NA, 1 NC y 2 NA, 2 NC, interruptores de disparo para asegurar un contacto mantenido, la envolvente tiene tres entradas para tubo conduit de 25 mm, dos para alimentación en sentido horizontal y una en la parte inferior, las orejas de montaje de fundición con 38 mm, entre líneas de centros permite fijarlo al patín de ángulo de hierro de 7.6 cm. La envolvente esta fabricada de aluminio libre de cobre, flecha de acero, argolla de bronce, brazo indicador de acero. La serie AFU esta aprobada para áreas clase II, grupos E, F y G y clase III. (ARTICULO 501-6, 502-6, 503-4, NOM-001-SEMP-1994)

## 18. MOTORES Y GENERADORES.

En los procesos de manufactura, donde se generan o liberan polvos, gases y vapores inflamables, es necesario usar motores, instalaciones y equipos aprobados para lugares peligrosos, ya que la concentración de los polvos, gases y vapores inflamables presentes en el aire y en atmósferas confinadas pueden producir mezclas explosivas.

Como se necesitan motores eléctricos para mover bombas, compresores, ventiladores, sopladores, etc, su presencia en atmósferas peligrosas resulta frecuentemente inevitable.

La selección del motor es muy importante ya que esta tiene una influencia considerable en el costo inicial, el tipo de atmósfera peligrosa y las condiciones corrosivas son ambos, factores principales en esta selección ya que dictan el grado de protección necesaria para evitar costos excesivos de mantenimiento y de interrupción.

Las condiciones de peligrosidad y de corrosión varían en las distintas áreas de las plantas industriales, consecuentemente, ningún tipo único de construcción de motores es adecuado para todas las aplicaciones. Los tipos de motores varían desde el a prueba de goteo hasta el a prueba de explosión enfriado por ventilador. Los motores que se usen en los lugares clase I, división 1, deberán ser del tipo a prueba de explosión, en los lugares división 2, en los cuales se empleen contactos deslizantes, mecanismos de conexión y desconexión deben de ser también a prueba de explosión.

Los motores que se usen en áreas clase I, ya sean división 1 o 2, no deben producir chispas mecánicamente, por ejemplo cuando se use un motor enfriado por ventilador, este debe ser de un material que no chispee tal como el aluminio, bronce o plástico.

También se usan motores de ventilación forzada en áreas peligrosas y pueden obtener en cualquier tipo o tamaño, sin embargo los ductos del sistema de ventilación que se requieren son apreciablemente caros. Se trae aire limpio por el sistema de conductos, se hace pasar a través del motor y después se descarga a través de otro ducto en una área fuera del local peligroso. Los ductos deberán estar a presión en todo momento mientras el motor este trabajando para impedir la entrada de aire contaminado. Es importante mencionar, que bajo

ningún concepto debe asumirse que los motores diseñados para una clasificación son apropiados para usarse en una área peligrosa de una clasificación o grupo diferente, como un ejemplo de motores aprobados tenemos la serie HAPE de IEM utilizado en los procesos de manufactura donde se liberan o generan polvos, gases o vapores inflamables construidos bajo pruebas UL, para ser usados en lugares peligrosos. fig. 4.12. (ARTICULO 501-8, 502-8, 503-6, NÓM-001-SEMP-1994)

## 19. ALUMBRADO.

Un cuerpo luminoso es todo elemento capaz de transformar cualquier tipo de energía en luz, la que por su acción sobre los órganos de la vista estimula los efectos de visión, además de radiar energía luminosa, también emite calor, un factor importante al considerar la selección de un luminario en áreas peligrosas.

La selección del tipo de lámpara depende de varios factores, como el nivel de iluminación, definición de color, altura de montaje, horas de encendido, seguridad, costos, brillantez, control de luz, capacidad, tipo de encendido, entre otros.

También deben ser consideradas en función de las necesidades de iluminación, características del local y de las restricciones impuestas por la clasificación de áreas, teniendo en cuenta las sustancias manejadas, así como sus temperaturas de ignición.

Los luminarios a prueba de explosión, son capaces de resistir una explosión interna sin romperse o deformarse y que permiten el escape de los gases sólo a través de superficies de contacto o cuerdas de suficiente longitud para asegurar que los gases lleguen al exterior fríos y no provoquen daños en el ambiente peligroso.

El alumbrado de industrias de proceso, que contienen áreas peligrosas, se realiza considerando como principal factor la necesidad de la iluminación, sin importar la simetría de la instalación. En este tipo de lugares se emplearan las unidades a prueba de explosión tanto para clase I, II, y III de acuerdo con los requisitos que se establecen en las normas y reglamentos, descritos en el presente capítulo.

Cada aparato de alumbrado será aprobado como un conjunto completo para los lugares de su clase y llevara una indicación clara señalando la potencia máxima en wats de las lámparas para las que están aprobadas así como los aparatos de alumbrado para uso portátil.

Todo aparato de alumbrado se protegerá contra averías mecánicas mediante una protección conveniente o por su ubicación.

Los aparatos de alumbrado colgantes estarán suspendidos de tubos conduit pared gruesa y las uniones estarán roscadas y llevaran tornillos de presión o cualquier otro medio eficaz para evitar que se aflojen, las derivaciones de más de 30.00 cm estarán dotadas de un soporte adicional eficaz que evite el desplazamiento lateral, también puede colocarse un conector flexible a no más de 30.00 cm del punto de unión a la caja.

La caja de conexiones, soportes, colgadores, y en general todos los accesorios utilizados en el montaje de las unidades de alumbrado, estarán aprobados para su uso y lugar.

Existe una amplia gama de unidades de alumbrado en el mercado, para usos interiores y exteriores, para montaje colgante, en techo o pared, así como para el área en la cual deberá ser instaladas, donde el polvo, la humedad, la corrosión así como la concentración de gases o vapores peligrosos estén presentes en la atmósfera, estos equipos generalmente están contruidos de aluminio libre de cobre, con globos de cristal resistentes al calor y a los impactos fabricados bajo normas NEMA, NEC y pruebas UL. Algunos de los luminarios aprobados para este tipo de lugares son los siguientes:

#### LUMINARIOS INCANDESCENTES SERIE V, A PRUEBA DE VAPOR.

Las luminarias incandescentes serie V ( V, VC, VL, VX, VDA, VT), VGR, ARB, son usadas en interiores o exteriores de plantas industriales donde requieren unidades totalmente selladas, en entrada de edificios túneles y lugares similares donde el polvo la humedad y corrosión pueden causar problemas. Estas unidades están diseñadas para evitar la entrada de polvo, humedad y vapores corrosivos al interior de la unidad, los diferentes modelos le proporcionan una amplia variedad de montajes utilizando todos ellos los mismos globos, su construcción es resistente al uso pesado y ambientes corrosivos, están fabricadas en aluminio libre de cobre y globos de cristal, son aprobadas para áreas clase I, división 2, clase II, división 2 y clase III.

#### LUMINARIAS INCANDESCENTES SERIE EV, A PRUEBA DE EXPLOSION.

Estas unidades son usadas en lugares peligrosos debido ala presencia de gases o vapores inflamables y donde la humedad o la corrosión están presentes, como en refinerías de petróleo, plantas químicas, casetas de pintura o instalaciones donde existe un peligro similar, se fabrican para montaje colgante, en pared o techo, para iluminación en interiores de áreas en general o para exteriores en iluminación concentrada. Tienen juntas roscadas a prueba de flama, son de fácil ensamble así como en el cambio de lámpara, son de aluminio libre de cobre, con entrada para tubo conduit de 13 mm a 25 mm, la serie EVA, EVCX y EVBX, son aprobadas para lugares clase I, grupos C y D, y clase II, grupos E, F y G, y se suministran con guarda o sin guarda.

#### LUMINARIAS INCANDESCENTES SERIE DL A PRUEBA DE POLVOS COMBUSTIBLES.

Las luminarias serie DL, son usadas en lugares donde se encuentran presentes polvos combustibles, en áreas interiores o exteriores, en transportadores de granos, en áreas de pulverización de carbón o áreas similares, así como en lugares húmedos donde una unidad de baja capacidad, compacta y a prueba de lluvia sea requerida. Se fabrican para montaje colgante, pared o sobre tubo conduit, ( DLA, DLC y DLB ) montándose en cuerpos GUFX y GUAC, son de aluminio libre de cobre y globo de cristal, son aprobadas para lugares clase II, grupos E, F y G, y clase III.

### LUMINARIA PORTATIL SERIE EVH.

Las luminarias EVH-106 son usadas como lámparas de mano portátiles dentro de áreas peligrosas debido a la presencia de gases o vapores explosivos, para inspeccionar tanques de combustible en los aviones, tanques de almacenamiento de solventes, combustibles, etc., se fabrica de aluminio libre de cobre, globo de cristal y mango de plástico, son aprobadas para áreas clase I, grupos C y D, y clase II, grupo G.

### LUMINARIAS TIPO CHAMP DE VAPOR DE SODIO, MERCURIO Y ADITIVOS METALICOS.

Son utilizadas en instalaciones industriales interiores o exteriores, donde el problema de humedad, corrosión y uso pesado causan problemas. Ideales para usarse en pasillos, túneles, puentes, plantas de proceso, etc, donde se requiere un alto nivel de iluminación pero el espacio es muy limitado, además donde el cambio de la luminaria es muy problemático y por lo cual requiere una larga vida la unidad. Se fabrican para montaje colgante, pared, techo y poste en ángulo de 25°, con lámparas de 100 a 400 W. en vapor de mercurio, hasta 250 W. en vapor de sodio y 400 W. en aditivos metálicos, se fabrican en aluminio libre de cobre, globo y refractor de cristal termotemplado, todos los luminarios incluyen fusibles para protección contra condiciones anormales de la línea y proporcionan una protección adicional al circuito, son aprobadas para clase I, división 2.

### LUMINARIAS FLUORESCENTES SERIE VAPORGAD VF.

Son usadas en interiores o exteriores de zonas industriales, en donde se requiere que las unidades estén selladas, donde el ahorro de energía, la eficiencia y la larga vida de las lámparas son deseados, donde pueden estar sujetas a humedad, polvo y condiciones sucias de operación, se instalan en túneles, edificios, salas o lugares similares, están construidas de aluminio libre de cobre, globos en vidrio o plástico, son aprobadas para lugares clase I, división 2.

### LUMINARIA SERIE HAZARD - HARD, HID, CON BALASTRA INTEGRADA.

Se utilizan en áreas peligrosas, interiores o exteriores, donde se requiere un bajo mantenimiento y larga vida de la lámpara, en industrias de proceso donde existen gases o vapores inflamable o explosivos o en donde polvos combustibles están presentes, se cuenta con cuatro estilos de montaje, colgante, pared, techo y angular a 25°, para voltajes de 127 a 480 volts, se fabrican para vapor de sodio, mercurio y aditivos metálicos, son aprobadas para áreas clase I, grupos C y D y clase II, grupos E, F y G.

### LUMINARIAS AUTOBALASTRADAS A PRUEBA DE EXPLOSION SERIE EVAM.

Estas unidades son usadas en lugares peligrosos, debido a la presencia de vapores o gases inflamables, en plantas petroquímicas, refinerías de petróleo o industrias donde existe un peligro similar, tienen balastro integrada con alto factor de potencia, es resistente a la corrosión fabricada en aluminio libre de cobre, tienen fusibles de protección contra problemas anormales en la línea, el globo es resistente al calor, son aprobadas para lugares clase I, grupo D.

## LUMINARIAS SERIE EV, PARA LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO.

Estas luminarias son usadas en áreas peligrosas, en plantas químicas, petroquímicas, fábricas de pintura, solventes e industrias de proceso, particularmente son para aplicaciones en altos voltajes, es resistente a la corrosión y de construcción ligera, se tiene para tres tipos de montaje en pared, techo o colgante, serie EVA, EVCX y EVBX, y son a probadas para lugares clase I, grupos C y D, clase II, grupos E, F y G.

## PORTA BALASTRAS PARA LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO SERIE EMB.

Las balastras EBM son usadas como balastras remotas en las unidades de la serie EV dentro de áreas peligrosas,, son balastras autorreguladas con colgador ajustable y soporte de unión para facilitar el montaje, el colgador tiene una cámara con tapa roscada que le permite hacer conexiones, se fabrica de aluminio libre de cobre y aprobada para áreas clase I, grupos C y D.

## LAMPARAS DE EMERGENCIA SERIE ELPS Y ELPI.

Los sistemas de alumbrado de emergencia se usan para proporcionar iluminación segura en interiores y exteriores en áreas peligrosas debido a la presencia de gases o vapores inflamables, polvos combustibles o fibras o partículas fácilmente inflamables, como son refinerías de petróleo, instalaciones químicas y petroquímicas, elevadores de grano, plantas de manufactura, y otras áreas de similar peligrosidad, en estos lugares es posible utilizar por ejemplo las unidades ELPS y ELPI, donde se pueden encontrar temperaturas ambiente elevadas, corrosión humedad y uso pesado, la serie ELPI además es a prueba de lluvia y chorro de agua. Este tipo de lámparas son ajustables en dos ejes para proporcionar capacidad de dirigir la luz, tienen un peso ligero y un tamaño compacto, un botón de prueba de encendido, una luz piloto que indica la presencia de C.A., son fabricadas de aluminio libre de cobre y son aprobadas para áreas clase I, grupos C y D, clase II, grupos E, F, y G, y clase III.

## COLGADORES SERIE EC.

Los colgadores flexibles tipo EC, son usados en lugares peligrosos, donde las luminarias deben colgar de la caja de conexiones que la soporta, asegura que la unidad cuelgue verticalmente y que oscile libremente si es golpeada accidentalmente, tienen buena conductividad eléctrica, por lo que no necesitan conexión para este efecto, su construcción es a prueba de agua, se fabrican con roscas hembra o macho con prisioneros que lo aseguran para que no se gire durante los reemplazos de las unidades, se fabrican de bronce y son aprobados para lugares clase I, grupos A, B, C y D, clase II, grupos E, F, y G, y clase III.

## SOPORTES EFHC

Los colgadores EFHC son usados en lugares clasificados para instalar luminarias colgantes a prueba de explosión, del sistema de tubería conduit, funcionan tanto como caja de conexiones, como soporte de las unidades, están provistas de entradas roscadas de paso para conectar directamente el soporte con el sistema de tubería conduit, tienen tapa roscada para permitir realizar fácilmente el alambrado e interconexión, la entrada inferior esta provista con

prisioneros para asegurar firmemente la luminaria, son de aluminio libre de cobre y están aprobadas para áreas clase I, grupos C y D, clase II, grupos E, F y G y clase III.

#### CAJAS DE CONEXIONES, TAPAS PARA NIPLE SERIE GUF Y GUA.

Las cajas registro GUFX son usadas con tapas para instalar unidades del tipo EVA y DLA, montaje colgante, las tapas para niple tienen prisioneros para sujetar al tubo conduit o al coplee EC firmemente a la caja de conexiones, son de aluminio libre de cobre y están aprobadas para áreas clase I, grupos C y D, clase II, grupos E, F y G y clase III.  
COPLEE DE SEGURIDAD SERIE COUP.

Los coplees COUP son usados tanto en lugares peligrosos como en los que no lo son. Para asegurar los coplees de las luminarias al colgador o caja de registro, evitando que durante el remplazo de las unidades se afloje el coplee de soporte por el mismo giro de la unidad, evitando también el mismo problema causado por las vibraciones, se fabrican en aluminio libre de cobre y son aprobados para áreas clase I, grupos C y D, clase II, grupos E, F y G y clase III.  
fig. 4.11. (ARTICULO 501-9, 502-11, 503-9, NOM-001-SEMP-1994)

## 20. EQUIPO INTRINSECAMENTE SEGURO.

Hasta la fecha es muy poco el equipo intrínsecamente que esta en uso, aún cuando se han realizado investigaciones, no parece ser que exista suficiente información de pruebas y experiencias de operación, para justificar la aceptación general de la seguridad intrínseca para aplicaciones divisiones 1 y 2. La determinación de la cantidad mínima de energía que inflamará una mezcla peligrosa de vapores, es un trabajo extraordinariamente complejo, algunos de los factores que la afectan son el voltaje, velocidad para abrir o cerrar contactos, materiales de los contactos, el tipo específico del vapor y el porcentaje de mezcla vapor-aire. Aún cuando se han hecho muchas pruebas, no se han aceptado valores fijos mínimos de corriente o voltaje para uso general, además de que no existe la certeza de que la corriente es el único elemento que determine la cantidad de energía necesaria para inflamar una mezcla explosiva. (ARTICULO 504, NOM-001-SEMP-1994)

### 20.1. EQUIPO INTRINSECAMENTE SEGURO EN LUGARES CLASE I, II, III.

Los equipos e instalaciones aprobados como intrínsecamente seguros, podrán permitirse que sean instalados en cualquier lugar peligroso, para el cual estén aprobados.

En instalación de circuitos intrínsecamente seguros deberán estar separados físicamente de las instalaciones de otros circuitos que no son intrínsecamente seguros. La instalación de los equipos intrínsecamente seguros deberán ser capaces de permitir la fuga de suficiente energía eléctrica o térmica, al operar con condiciones normales o anormales que puedan causar la ignición de una mezcla atmosférica combustible o inflamable específica, en su concentración más fácilmente inflamable. Las condiciones anormales deberán incluir daños accidentales a cualquier instalación en el sitio, fallas de los componentes eléctricos, aplicación de sobrevoltajes, operaciones de ajuste y mantenimiento así como otras condiciones similares. (ARTICULO 504-1, NOM-001-SEMP-1994)

## 21. MANTENIMIENTO PARA AREAS PELIGROSAS

Las normas requieren que el equipo se construya y se instale de tal manera de asegurar un desarrollo seguro de función bajo condiciones de uso y mantenimiento apropiado. Por lo tanto, se asume que los usuarios ejercerán un cuidado especial en su instalación y su mantenimiento, además, es muy importante considerar los siguientes puntos:

### CIRCUITOS ELECTRICOS.

Solamente después de cortar la energía debe ajustarse ó desarmarse el equipo eléctrico, esto será aplicado también cuando los candiles o unidades de alumbrado sean desarmados parcialmente para reponer focos. Todas las cubiertas eléctricas deben armarse apretadamente antes de aplicar nuevamente la energía.

### ARMADO Y DESARMADO DE BLINDAJES.

No deben dañarse las superficies pulidas de las juntas, con martillos ó cinceles. No maltrate las tapas ni las coloque sobre superficie que pudiera dañar o rayar las juntas. Proteja de cualquier daño mecánico todas las superficies que formen parte del camino de la flama. Cuando se guarde el equipo siempre asegúrese de que las tapas corresponden a los cuerpos.

### TORNILLOS DE LAS TAPAS.

Todos los tornillos y pernos de las tapas deben mantener a éstas firmemente en su lugar mientras que los circuitos estén conectados. Al dejar un tornillo o perno flojo el equipo puede resultar inseguro. Usense exclusivamente los tornillos o pernos proporcionados por el fabricante del equipo, ya que su sustitución por otros tipos de materiales pueden debilitar el conjunto y hacerlo inseguro.

### LIMPIEZA Y LUBRICACION.

No deben permitirse la acumulación de partículas de materiales extraños sobre las juntas pulidas, pues estos materiales tienden a impedir un ajuste correcto y pueden permitir la propagación de arcos, chispas o flamas a través de ellos.

Al armar, elimine toda la grasa, suciedad, pintura u otros materiales de las superficies, usando una brocha y un solvente adecuado. A la junta entre el cuerpo y la tapa, deberá aplicarse una película de aceite lubricante ligero del tipo recomendado por el fabricante del equipo.

Después de aplicar ésta película de aceite deberá procederse a armar inmediatamente para evitar que las juntas lubricadas atraigan pequeñas partículas de polvo y otros materiales.

Las juntas roscadas deberán apretarse suficientemente para evitar que se aflojen accidentalmente por vibración, pero no deben forzarse. Si las roscas son conservadas limpias y lubricadas puede asegurarse una operación segura con un mantenimiento mínimo.



## **SUPERFICIES DE FLECHAS Y CHUMACERAS.**

Debido a que las flechas deben girar libremente la luz entre éstas y sus chumaceras están establecidas dentro de tolerancias muy estrechas por el fabricante. Nunca debe aumentarse esta luz porque esto crearía un camino de escape para flamas o chispas hacia la atmósfera peligrosa. Siempre deberán seguirse cuidadosamente las recomendaciones de los fabricantes en relación con lubricaciones y otras operaciones con flechas y chumaceras.

## **LOCALES CON ATMOSFERAS CORROSIVAS.**

Deberán lubricarse bien todas las tapas roscadas, las juntas planas, las superficies, las flechas y las chumaceras. Si se han acumulado productos corrosión sobre las juntas o superficies a prueba de explosión y no pueden ser limpiadas con solventes, las partes dañadas deberán descartarse y reemplazarse con nuevas. No deben usarse nunca materiales abrasivos o limas para quitar los productos de corrosión de las superficies de juntas planas o roscadas. Cuando se trabaje en locales con atmósferas extremadamente corrosivas el equipo deberá ser inspeccionado periódicamente para protegerlo contra deterioros anormales y posibles porosidades, ya que esto puede debilitar estructuralmente al blindaje.

## **EQUIPO PORTATIL.**

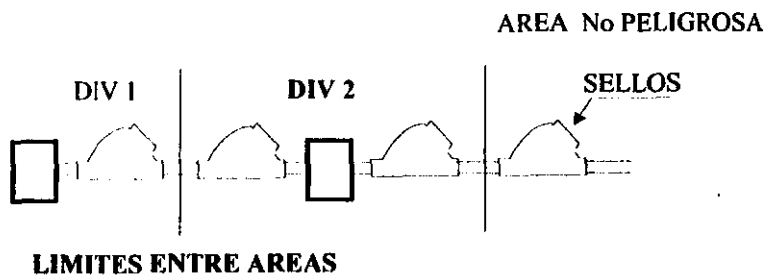
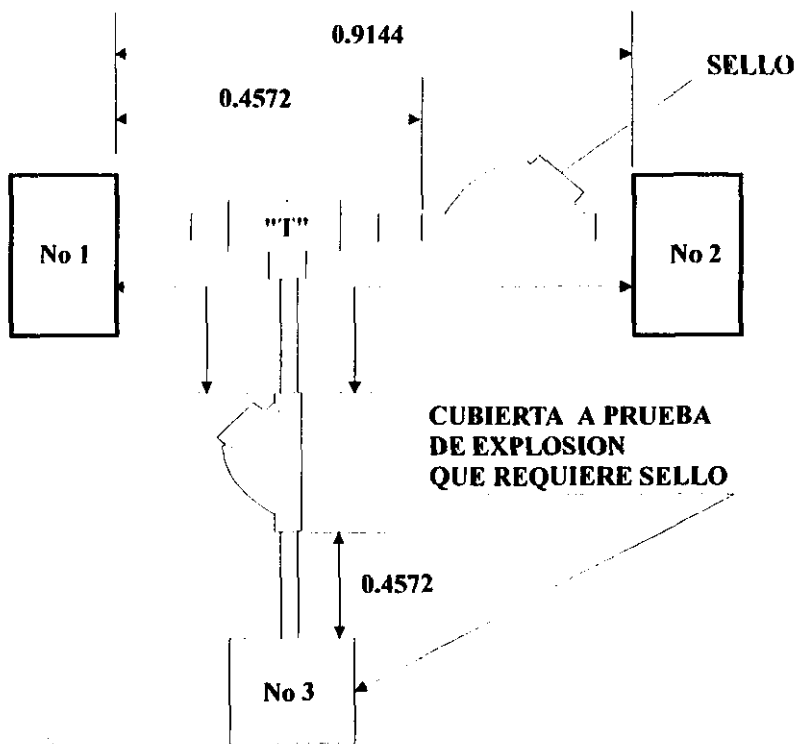
Los cables flexibles, cubiertos de hule, para trabajo rudo, que deben usarse con éste equipo, deberán examinarse frecuentemente y remplazarse a la primera indicación de daño ó deterioro mecánico. Las conexiones terminales al cable deben conservarse apropiadamente. En general, donde quiera que se necesite equipo portátil es necesario evitar el maltrato e inspeccionar frecuentemente todas sus partes.

## **DETALLES GENERALES.**

La seguridad en locales peligrosos puede ser anulada si se abren agujeros adicionales o se hacen otras alteraciones en conjuntos a prueba de explosión. Cuando se pinten por fuera las cubiertas a prueba de explosión debe evitarse pintar la placa de identificación que pudiera contener avisos u otra información de importancia para el personal de mantenimiento.

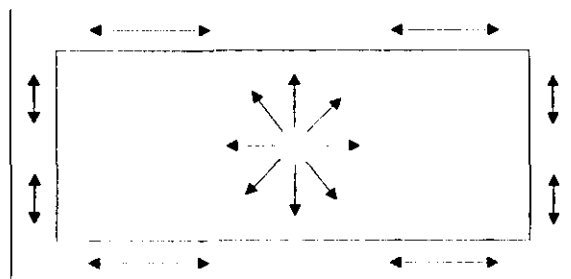
## **UNIDADES DE ENCHUFAR O DE REPUESTO.**

Una forma de acelerar y facilitar el trabajo del departamento de mantenimiento es el uso de equipo eléctrico del tipo de enchufar que permite la sustitución de una unidad de repuesto mientras que la original se repara fuera del área peligrosa.

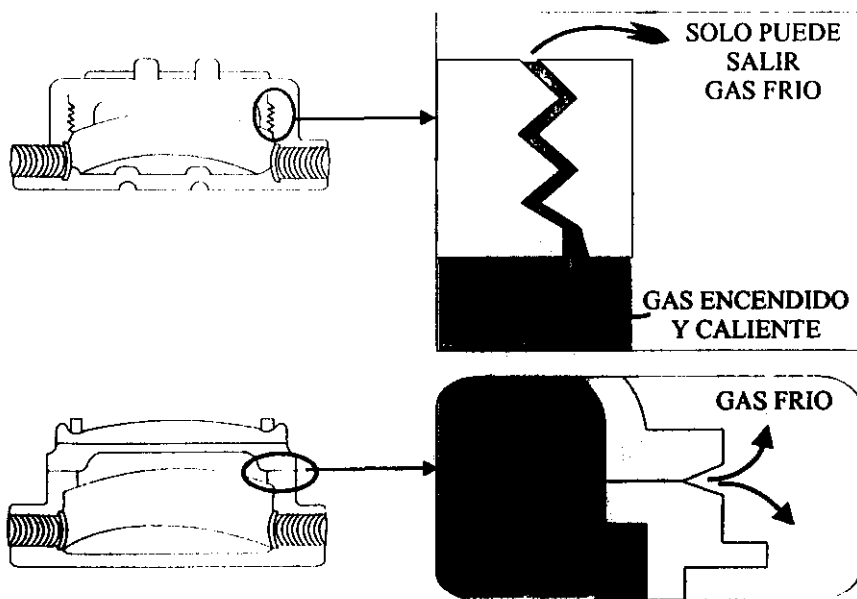


INSTALACION DE SELLOS PARA TUBERIAS

FIG. 4.1



**DISTRIBUCION DE PRESIONES EN EL INTERIOR DE UN BLINDAJE A PRUEBA DE EXPLOSION**



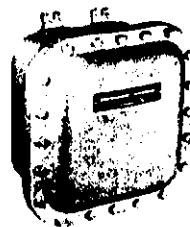
**SALIDA DE GASES CALIENTES A TRAVES DE UN BLINDAJE A PRUEBA DE EXPLOSION**

**FIG. 4.2**

**CAJAS  
DE CONEXIONES  
PARA AREAS  
PELIGROSAS**

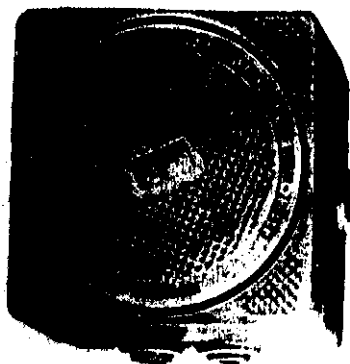
**CLASE I, GRUPO D  
CLASE II, GRUPO E, F Y G.  
CLASE III**

**SERIE EJB**



**CAJAS  
DE CONEXIONES  
PARA AREAS  
PELIGROSAS**

**SERIE EGJ**



**SELLO ES**



**CAJAS DE CONEXIONES PARA AREAS PELIGROSAS**

**FIG. 4.3**

**CAJAS  
REGISTRO  
PARA AREAS  
PELIGROSAS**

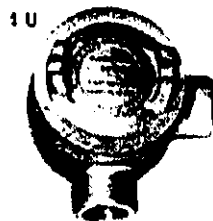
**CLASE I, GRUPOS C Y D  
CLASE II, GRUPOS  
E,F,G.**



**GUAB**



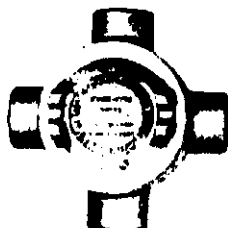
**GUAC**



**GUAL**



**GUFX**



**GUAX**



**GUAT**



**GUA**

**CONDULET PARA AREAS PELIGROSAS**

**FIG. 4.4**

**CONDULET PARA  
SELLAR TUBERIAS  
CONDUIT**

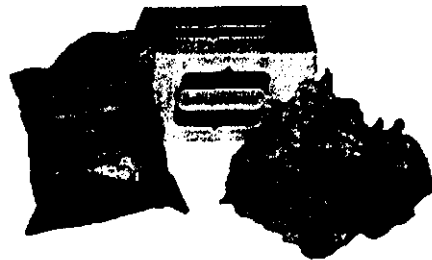
**CLASE I, GRUPOS A,B,C,D.  
CLASE II, GRUPOS E,F,G.**

**SELLO EYS**



**PARA SELLAR TUBERIA  
VERTICAL UNICAMENTE**

**PARA SELLAR TUBERIA  
VERTICAL U HORIZONTAL**

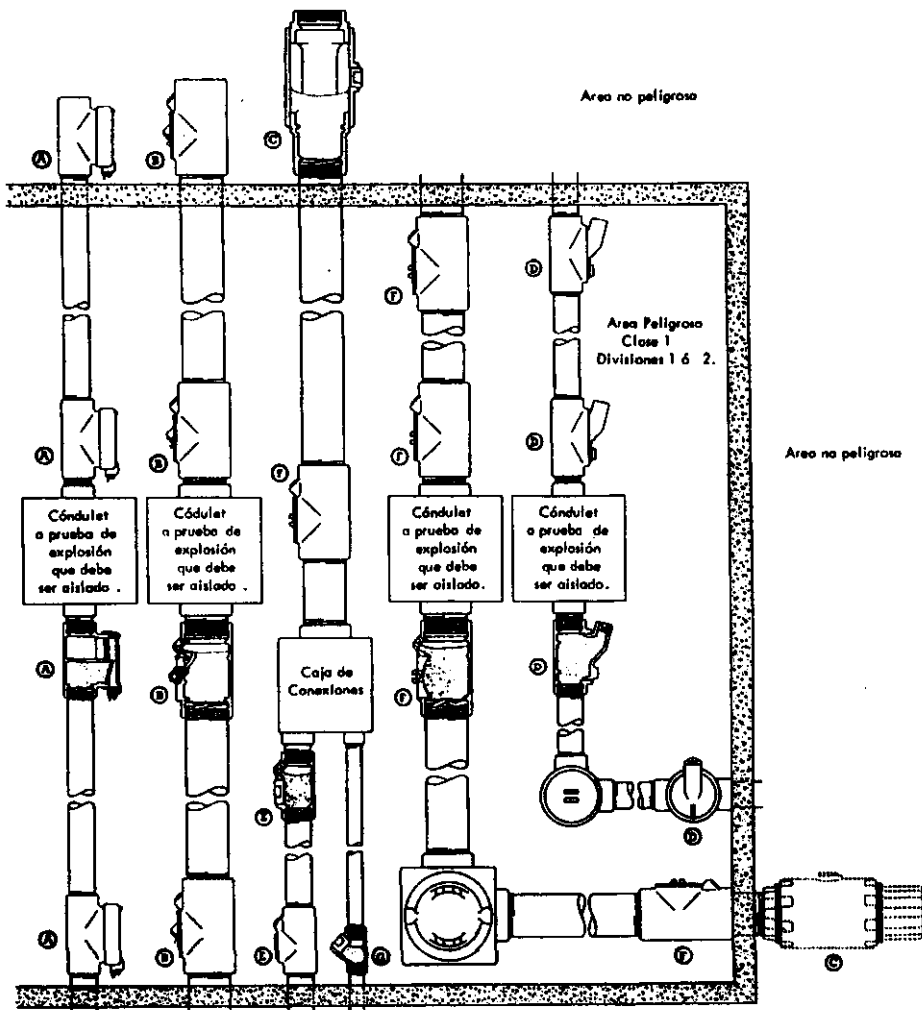


**COMPUESTO SELLAR  
CHICO A**

**FIBRA PARA  
SELLAR CHICO X**

**SELLOS PARA TUBERIAS CONDUIT Y COMPUESTO SELLADOR**

**FIG. 4.5**



SELECCION DE SELLOS

FIG. 4.6

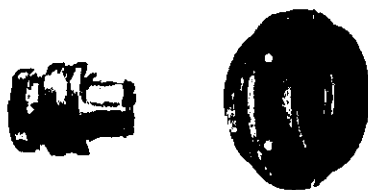
**ACCESORIOS**

**TUERCAS UNION**

**CLASE I, GRUPOS A,B,C,D.  
CLASE II, GRUPOS E,F,G.  
CLASE III**



**UNF  
MACHO**



**UNF  
HEMBRA**

**DRENES Y RESPIRADEROS**

**CLASE I, GRUPOS C,D.  
CLASE II, GRUPOS E,F,G.  
CLASE III**



**ECD-11**



**ECD-13**



**ECD-15**

**COPE FLEXIBLE  
EGLK**



**ACCESORIOS PARA AREAS PELIGROSAS**

**FIG. 4.7**



**CPS  
CONTACTOS DE  
ACCION  
RETARDADA  
CPP CLAVIJAS**



CPS

**CONTACTO SENCILLO**



CPS

**CONTACTO DOBLE**



**CLAVIJA**

**SELLADOS DE FABRICA  
CLASE I, GRUPOS C,D**

**FSQC  
CONTACTOS CON  
INTERRUPTOR  
ENTRELAZADOS DE  
FRENTE**



**CONTACTOS DE ACCION RETARDADA**

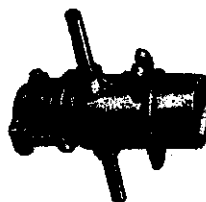
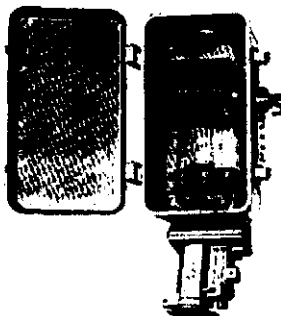
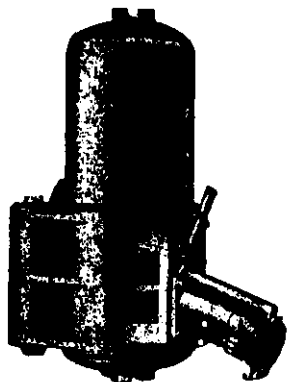


**APJ, BP CLAVIJAS  
CLASE I, GRUPO C,D  
CLASE II, GRUPO F, G.  
CLASE III**

**FIG 4.8**

**EPC  
INTERRUPTOR DE  
CIRCUITO  
CONTACTOS ARKTITE  
ENTRELAZADOS**

**CLASE I, GRUPOS C, D  
CLASE II, GRUPOS F, G  
CLASE III**

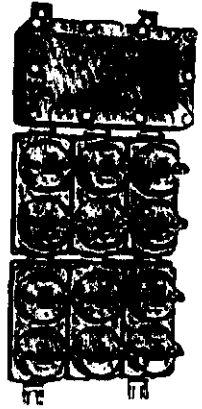


**CONTACTOS ENTRELAZADOS TIPO ARKTITE**

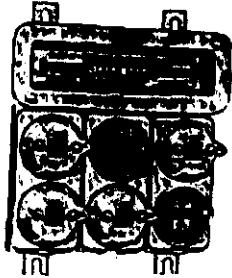
**FIG. 4.9**

**EWP  
TABLEROS  
CON INTERRUPTORES  
TERMOMAGNETICOS**

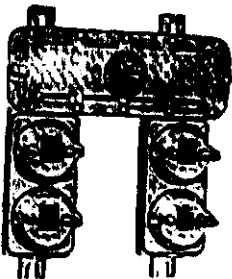
**CLASE I, GRUPOS C, D.  
CLASE II, GRUPOS E, F, G  
CLASE III**



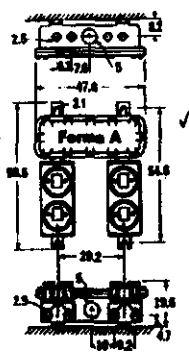
**FORMA F**



**FORMA C**



**FORMA A**

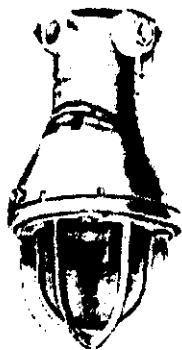


**TABLEROS PARA AREAS PELIGROSAS**

**FIG. 4.10**

**SERIE EV  
LUMINARIAS A PRUEBA  
DE EXPLOSION  
SELLADAS DE FABRICA**

**CLASE I, GRUPOS C, D  
CLASE II, GRUPOS E, F, G**



**EVCX**

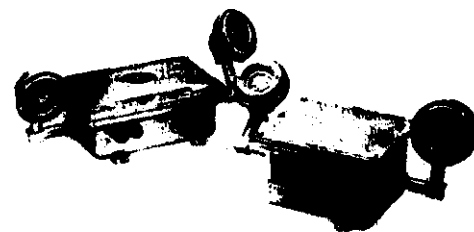
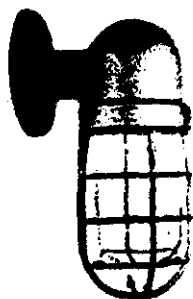


**EVA**



**SOPORTE EFHC  
PARA LUMINARIAS  
COLGANTES**

**SEIE VGR  
CLASE I, DIVISION 2**



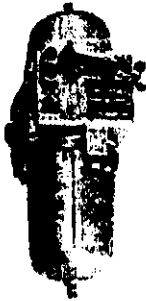
**LAMPARA DE EMERGENCIA  
ADECUADA PARA AMBIENTES HUMEDOS**

**ALUMBRADO PARA AREAS PELIGROSAS**

**FIG 4.11**

**EPC  
ARRANCADORES  
MAGNETICOS  
COMBINADOS**

**CLASE I, GRUPOS C, D  
CLASE II, GRUPOS E, F, G.  
CLASE III**



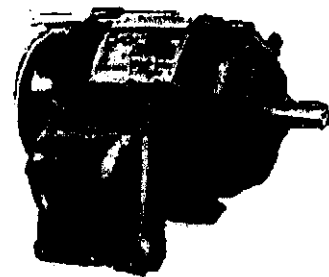
**UNIDAD  
ENSAMBLADA**



**SEPARACION DE  
COMPONENTES**

**MOTOR HORIZONTAL  
A PRUEBA DE EXPLOSION  
SERIE (HAPE)**

**CLASE I, GRUPO D  
CLASE II, GRUPO F, G**



**ARRANCADORES Y MOTORES PARA AREAS PELIGROSAS**

**FIG. 4.12**

# CAPITULO V

## EJEMPLO DE APLICACION

## CAPITULO V

### EJEMPLO DE APLICACION

#### INTRODUCCION.

Como un ejemplo a nuestro trabajo desarrollado, aplicaremos los reglamentos del mismo, para clasificar el área peligrosa, su extensión, así como los métodos de instalación y finalmente la selección del equipo eléctrico adecuado, para el sistema de llenado por el fondo de autotanques, del centro embarcador de Salamanca Guanajuato, ubicado en las inmediaciones de la refinería Antonio M. Amor en Guanajuato.

#### CONDICIONES GENERALES.

El centro embarcador se localiza a una latitud de 20°, 32' N, a una altitud de 1732 mts sobre el nivel del mar, con vientos rinentes en dirección NE, a una temperatura ambiente promedio de 18.1 °C y una presión atmosférica de 634.6 mm de Hg.

#### COMPONENTES DEL SISTEMA.

El desarrollo del proceso se hará básicamente con un grupo hidráulico compuesto por los siguientes elementos principales:

- 1.0 Filtro
- 1.0 Unidad totalizadora de flujo a prueba de explosión
- 1.0 Válvula de control de flujo para productos petrolíferos, con actuador electro hidráulico de 2 pasos
- 1.0 Medidor de flujo
- 1.0 Manguera metálica de carga
- 1.0 Válvula API de aluminio de 4" diam.
- 1.0 Válvula de seguridad
- 1.0 Detector de temperatura

#### DESCRIPCION DEL PROCESO.

El proceso consiste en el llenado de los autotanques por el fondo, operación que se lleva a cabo de la siguiente manera; Al llegar el conductor al estacionamiento exterior del área de embarque, deberá ser registrado y procederá a entrar al centro embarcador, en el área de embarque, se colocará el autotanque en la posición de llenado del producto, haciendo coincidir la garza con la válvula de carga del autotanque, se apagará el autotanque y se conectará la garza con él, a continuación se entregará la cantidad de fluido que ampare la orden de carga y se mantendrá abierta la válvula de venteo que se encuentra en la parte superior del autotanque, permitiendo con esto que salgan los vapores que desplaza la entrada del producto además tendrá conectada una línea designada para control o recuperación de vapores.

El sistema llenará la unidad con la cantidad programada y al llegar al 98% de la operación, la válvula de control de tipo electrónico de 2 pasos operará cerrando parcialmente, cargando con un menor flujo y en el momento en que el contador iguala la cantidad programada, cerrará el segundo paso de la válvula, asegurando con esto la exacta entrega del producto, posteriormente el operador desconectará la válvula de carga y finalmente saldrá del área de embarque.

Las islas serán alimentadas de los diferentes cabezales provenientes del área de tanques, alimentados de la refinería, de acuerdo con el producto asignado y serán enviados a las garzas para la distribución y el llenado de los autotanques con gasolina magna sin.

### CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS Y ANALISIS GRAFICO.

El centro embarcador ocupa una área de 9,300 m<sup>2</sup> (150 mts de largo por 62 mts de ancho) y contempla; Estacionamiento, para automóviles, cuarto de subestación, oficinas generales, caseta de vigilancia, entrada y salida de camiones, cuarto de tableros de distribución, zona de llenaderas de autotanques, cobertizo de bombas, tanques de almacenamiento, caseta de bombas contra incendio y cuarto de control. Para fines prácticos de ejemplificar lo referente al tema, sólo analizaremos el sistema de alumbrado y de fuerza, que son algunas zonas, que por su importancia requieren un estudio de áreas peligrosas.

Como primer paso, determinaremos la clasificación del área considerada peligrosa, en este caso como los productos que se manejan son gasolina, el lugar pertenece a la clase I, que son aquellos lugares en los cuales están o pueden estar presentes en el aire concentraciones de gases o vapores en cantidades suficientes para producir una mezcla explosiva o inflamable y que pertenecen al grupo "D" de atmósferas peligrosas y clasificada dentro de los líquidos clase I, donde sus gases y vapores tienen un punto de ignición menor de 37.8 °C.

En el llenado por el fondo con respiradero a la atmósfera, se considera un lugar de la división 1, al espacio dentro de 0.9144 mts desde el punto del respiradero a la atmósfera, extendiéndose en todas direcciones, también un lugar de la división 2 al espacio entre 0.9144 mts y 4.572 mts desde el punto de ventilación a la atmósfera, extendiéndose en todas direcciones, además un espacio de 0.4572 mts por encima del nivel, dentro de un radio en el plano horizontal de 3.048 mts desde el punto de conexión de carga, así mismo se establece que para cualquier carga o descarga por el fondo con vapor controlado, se considerará un lugar de la división 2, dentro de 0.9144 mts desde la conexión de llenado y la línea de vapor, extendiéndose en todas direcciones, así como un lugar de la misma división de 0.4572 mts sobre el nivel, dentro de un radio en el plano horizontal de 3.048 mts desde el punto de conexión, de acuerdo con lo indicado en la sección de llenado de vehículos tanque y carros tanque, en el punto No. 7 del capítulo III. ( Ver fig. No. 3.21 )

En el caso de los tanques instalados sobre el suelo, se considera un lugar de la división 1, al espacio interior entre un muro de contención o dique, en el caso de que exista, donde la altura del dique es mayor, que la distancia desde el tanque hasta el dique por más del 50 %, medidos desde la superficie del tanque, en caso contrario se considera un lugar de la división 2, además se considera un lugar de la división 2, al espacio dentro de 3.048 mts desde el exterior, fondo o techo del tanque extendiéndose en todas direcciones, así como el espacio interior de un dique



hasta el nivel superior de él, en el caso que no exista dique, el tanque quedará rodeado por un área de la división 2, de 3.048 mts extendiéndose desde cualquier lado del tanque.

Cualquier orificio abierto, respiradero o abertura que tuviera el tanque, dará origen a un lugar de la división 1, dentro de 1.524 mts desde el orificio o abertura (respiradero) extendiéndose en todas direcciones, de acuerdo con lo indicado en la sección de tanques de almacenamiento sobre el nivel del piso, en el punto No. 7, del capítulo III. ( Ver fig. No. 3.15, 3.16 )

Para el cobertizo de bombas, como las bombas se localizan dentro de un lugar libremente ventilado, se considera un lugar de la división 2 al espacio dentro de 1.52 mts desde cualquier lado de la bomba, extendiéndose en todas direcciones, además de un espacio de la misma división de 0.9144 mts por encima del nivel del piso, dentro de un radio en el plano horizontal de 7.62 mts medidos desde cualquier lado de la bomba, así como se establece en el punto No. 7, del capítulo III. ( Ver fig. No. 3.12 )

Sin embargo, si consideramos la posibilidad de una condición más crítica del lugar, donde este en ciertos momentos careciera de ventilación suficiente para desalojar los vapores de líquidos inflamables o en un futuro se construyera alguna barrera de material sólido que pudiera obstruir el paso del aire natural, se tendría que considerara un lugar de la división 1 al espacio dentro de 1.52 mts desde cualquier lado de la bomba, extendiéndose en todas direcciones, además 0.9144 mts por encima del nivel del piso dentro de un radio en el plano horizontal de 7.62 mts medidos desde cualquier lado del accesorio u equipo, el resto del lugar se deberá considerar es su totalidad un área de la división 2, debiéndose agregar un área de la misma división de 0.9144 mts por encima del nivel y 3.05 mts en el plano horizontal desde cualquier lado de la fuente de peligro que sobrepase el límite de la barrera estando esta a menos de 7.62 mts de la fuente de peligro, así como se recomienda en el punto 7, del capítulo III.

El resto de los componentes del sistema como son, el filtro, el medidor de flujo, la válvula de seguridad, la línea del producto, los instrumentos y sus conexiones, se consideran localizados en un lugar interior libremente ventilado, por lo tanto, se extenderá un lugar de la división 2 dentro de 1.52 mts medidos desde cualquier lado de ellos, extendiéndose en todas direcciones, además 0.9144 mts sobre el nivel del piso hasta una distancia de 7.62 mts, medidos en todas direcciones, de acuerdo con lo indicado en la sección de, purgadores, conexiones, medidores y equipos similares instalados en lugares interiores libremente ventilados en el punto No. 7, del capítulo III. fig 3.12

En el plano L-01, se ilustra la clasificación de áreas, observándose que las oficinas, la caseta de vigilancia y el cuarto de control, no se clasifican como áreas peligrosas.

## **SELECCION DE MATERIALES Y EQUIPO ELECTRICO.**

Toda la instalación en los lugares división 1 o 2, se harán con tubo conduit cédula gruesa roscados cédula 40, según especificaciones NMX-B-208 para tuberías de acero para la protección de conductores eléctricos, especificado en NOM-001-SEMP-1994, o cable de características aprobadas, todas las cajas de conexiones, blindajes y equipos eléctrico serán a prueba de explosión y estarán sellados tal como se especifica en la sección 1.3 del capítulo IV correspondiente al sellado de tuberías, las envolventes tendrán drenes para evitar la

acumulación de líquidos u otros vapores condensados tal como se especifica en la sección 1.5 del capítulo IV correspondiente al drenado para equipos. Los motores de inducción para las bombas en este caso están localizados en una división 2, por lo que de acuerdo a las normas de instalación pudieran ser de cualquier tipo que no sea a prueba de explosión, siempre que no contenga interruptores, resistencias, escobillas, mecanismos de desconexión u otros similares que produzcan arcos o bien estos dispositivos estén encerrados en cubiertas a prueba de explosión, aprobadas para lugares división 2 tal como se especifica en la sección 1.12.B. del capítulo IV, correspondiente a motores y generadores, sin embargo es conveniente que los motores sean del tipo totalmente cerrado para que se tenga una mayor protección. Los coplees flexibles se usarán donde se requiera permitir movimientos o vibraciones del equipo como es el caso de los motores o conexiones a instrumentos de medición. Los tomacorrientes y enchufes destinados en el área peligrosa serán aprobados para su división. El alumbrado filo y colgante estará suspendido y alimentado de las tuberías y serán a prueba de explosión, en el caso que se requiera flexibilidad se hará con conectores flexibles tipo EC aprobado, todas las combinaciones de arrancadores interruptores, estaciones de botones, así como los tableros de alumbrado y fuerza serán a prueba de explosión. El sistema de alarma y comunicación se realizará con tuberías cédula gruesa roscadas y el equipo será a probado para clase 1, división 2, todos los equipos tendrán marcada la temperatura para la cual estarán a probados, por último todos los motores, tableros, estructuras y todos aquellos equipos que se requieran ser puestos a tierra, serán conectados con un conductor a la malla de tierra, usando accesorios ya sea de tipo mecánico, ponchable o soldable, ya que no será suficiente guardar continuidad por medio de la tubería, de acuerdo con lo establecido en el punto 1.20. del capítulo IV y con lo especificado en el artículo 250 correspondiente a puesta a tierra en NOM-001-SEMP-1994.

## SISTEMA DE ALUMBRADO.

### DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO.

Para el cálculo de la iluminación utilizaremos el método de lumen, considerando que se trata de un alumbrado de tipo directo, en el cual el flujo luminoso debe ser dirigido del 90% al 100% hacia abajo del centro focal con lo que tendremos una iluminación eficiente en la superficie de trabajo.

### ZONA DE LLENADO DE AUTOTANQUES.

### DATOS DEL PROYECTO.

Considerando que los datos del proyecto son los siguientes:

Largo	= 64.0	mts
Ancho	= 24.0	mts
Altura	= 6.50	mts
Altura del plano de trabajo	= 1.0	mts
Nivel de iluminación recomendado	= 100	luxes
Reflectancia del techo	= 70%	
Reflectancia pared	= 10%	
Tipo de ambiente	= medio	

Altura de la parte baja del luminario s.n.p.t. = 5.50 mts  
 Trabajo desarrollado: llenado de autotanques por el fondo, con actividad que no requiere tareas visuales de alto contraste.

El nivel de iluminación recomendado en el punto de carga es de 100 luxes.

### SELECCION DEL LUMINARIO.

Una vez establecidos los parámetros del proyecto seleccionaremos el tipo de luminario a utilizar y basándonos en el método de punto por punto, encontraremos uno que en su curva de distribución nos de aproximadamente abajo del luminario el nivel deseado.

Para lo cual tenemos:

$E = I / H^2$   
 E = Nivel de iluminación en luxes  
 I = Potencia en candelas  
 H = Altura del luminario al punto a tratar

$$I = E \times H^2 = 100 \times (4.50 \times 4.50) = 2025 \text{ candelas}$$

Con este dato podemos elegir la luminaria tipo Hazard-gard HID de vapor de mercurio, con lámpara de 175 W, 220 V, CAT. EVMA83171/EV-3912, que nos proporciona a 0° una potencia en candelas de 2185, con 8,600 lúmenes.

### No. DE LUMINARIOS.

El número de luminarios estará determinado por la siguiente fórmula:

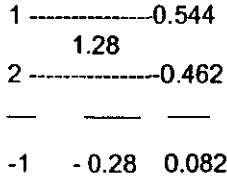
$$\text{No. LUM.} = E \times \text{AREA} / \text{LUMENES POR LUMINARIO} \times \text{C.U.} \times \text{F.M.}$$

No. LUM = Número de luminarios  
 E = Nivel de iluminación en luxes  
 C.U. = Coeficiente de utilización  
 F.M. = Factor de mantenimiento  
 Lúmenes por luminario = Lúmenes iniciales de las lámparas

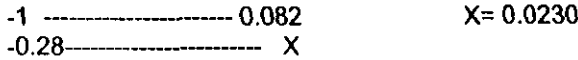
Para obtener el coeficiente de utilización ( C.U ) aplicaremos el método de la cavidad del cuarto, tomando los datos de la lámpara seleccionada.

$$\text{R.C.R.} = 5 \times \text{Hcc} \times (\text{largo} + \text{ancho}) / \text{área} = 5 \times 4.50 \times (64 + 24) / 1536 = 1.28$$

Utilizando las tablas del fabricante, con reflectancia de 70% techo, 10% pared, obtenemos los siguientes puntos y realizamos una interpolación determinaremos el valor para R.C.R de 1.28



realizando la interpolación.



por lo tanto  $1.28 = 0.544 - 0.0230 = 0.5210$ , C.U. = 0.521

Para este tipo de ambiente y para lámparas de vapor de mercurio se recomienda usar el valor de F.M. = 0.65

No. LUM. =  $E \times \text{AREA} / \text{LUMENES POR LUMINARIO} \times \text{C.U.} \times \text{F.M.}$

$$= 100 \times 1536 / 8600 \times 0.51 \times 0.65 = 52.74$$

Para ubicar los luminarios en forma uniforme a lo largo del área de llenaderas consideraremos 60.0 luminarios, con lo cual tendremos un nivel de iluminación de:

$$E = (60 \times 8600 \times 0.521 \times 0.65) / 1536 = 113.76 \text{ luxes}$$

**ZONA DE BOMBAS.**

Realizando un análisis muy similar tenemos:

**DATOS DEL PROYECTO.**

- Largo = 15.0 mts
  - Ancho = 24.0 mts
  - Altura = 6.50 mts
  - Altura del plano de trabajo = 1.0 mts
  - Nivel de iluminación recomendado = 150 luxes
  - Reflectancia del techo = 70%
  - Reflectancia pared = 10%
  - Tipo de ambiente = medio
  - Altura de la parte baja del luminario s.n.p.t. = 5.50 mts
- El nivel de iluminación recomendado en la zona es de 150 luxes.

### SELECCION DEL LUMINARIO

Una vez establecidos los parámetros del proyecto seleccionaremos el tipo de luminario a utilizar y basándonos en el método de punto por punto, encontraremos uno que en su curva de distribución nos de aproximadamente abajo del luminario el nivel deseado.

para lo cual tenemos:

$$I = E \times H^2 = 150 \times (4.50 \times 4.50) = 3,037.5 \text{ candelas}$$

Con este dato podemos elegir la luminaria tipo Hazard-gard HID de vapor de mercurio, con lámpara de 250 W, 220 V, Cat. EVMA83171/EV-3912, que nos proporciona a 0° una potencia en candelas de 3,080.85, con 12,100 lúmenes.

#### No. DE LUMINARIOS.

El numero de luminarios estará determinado por la siguiente formula:

$$\text{No. LUM.} = E \times \text{AREA} / \text{LUMENES POR LUMINARIO} \times \text{C.U.} \times \text{F.M.}$$

Para obtener el c.u. aplicaremos el método de la cavidad del cuarto.

$$\text{R.C.R.} = 5 \times \text{Hcc} \times (\text{largo} + \text{ancho}) / \text{área} = 5 \times 4.50 \times (15 + 24) / 360 = 2.43$$

De tablas del fabricante, con reflectancia de 70% techo, 10% pared, obtendremos los siguientes puntos y realizando una interpolación determinaremos el valor de R.C.R. de 2.43.

2	-----	0.462
	2.43	
3	-----	0.397
—	—	—
-1	- 0.43	0.065

realizando la interpolación.

-1	-----	0.065	X= 0.0280
-0.43	-----	X	

por lo tanto  $2.43 = 0.462 - 0.0280 = 0.434$ , C.U. = 0.434

Para este tipo de ambiente y para lámparas de vapor de mercurio se recomienda F.M. = 0.65

$$\text{No. LUM.} = E \times \text{AREA} / \text{LUMENES POR LUMINARIO} \times \text{C.U.} \times \text{F.M.}$$

$$= (150 \times 360) / (12100 \times 0.434 \times 0.65) = 15.82$$

Para ubicar los luminarios en forma uniforme a lo largo del área de llenaderas consideraremos 18.0 luminarios, con lo cual tendremos un nivel de iluminación de:

$$E = (18 \times 12100 \times 0.434 \times 0.65) / 360 = 170.67 \text{ luxes}$$

**PARA EL CALCULO DE CALIBRES DE CIRCUITOS ALIMENTADORES Y DERIVADOS TOMAREMOS EN CUENTA LAS SIGUIENTES DISPOSICIONES.**

1. - Consideramos una temperatura ambiente de 31 a 40 °C
2. - Para dimensionar el conductor de puesta a tierra, no referimos a 250.95, NOM-001-SEMP-1994.
3. - consideraremos PF = 0.85
4. - Para el cálculo de corriente tomaremos:

$$1F, 2H \ I_c = \text{watts} / V \times 0.85$$

$$3F, 4H \ I_c = \text{watts} / 1.73 \times V \times 0.85$$

5. - Con la corriente  $I_c$ , determinaremos el calibre adecuado del conductor por ampacidad.
6. - Aplicaremos un factor por agrupamiento y temperatura de acuerdo con el artículo 310-15, NOM-001-EMP-1994.
7. - Seleccionaremos el calibre del conductor de acuerdo con en punto anterior y su caída de tensión, la cual no excederá del 5% desde el medio de desconexión principal hasta la salida más alejada de la instalación, distribuyendo la caída de tensión razonablemente en el circuito derivado y el alimentador, procurando que en cualquiera de los casos no sea mayor de 3%, como se especifica en los artículos 210-19, 215-2, NOM-001-SEMP-1994.

$$1F, 2H \ S = (4 \times L \times I) / V \times e$$

$$3F, 4H \ S = (2 \times 1.73 \times L \times I) / V \times e$$

8. - El voltaje entre fases será de 220 V.
9. - Seleccionaremos el diámetro de la tubería para el numero de conductores de acuerdo con lo establecido en el artículo 346-6, NOM-001-SEMP-1994.

De acuerdo con la memoria de cálculo para el alumbrado de la zona de llenadera se considera un tablero de alumbrado TAB - TSALL - 01, 220 V, 3F, 4H, 60 Hz a prueba de explosión, clase I, grupo D, zapata principales 1/0 awg para 125 AMPS, forma "D", dren y respiradero en la caja de block de terminales así como en caja de interruptores, con capacidad para 8 interruptores de 2 polos, diagrama de alambado No. 28, que contendrá en su interior 6 interruptores termomagnéticos de 2 x 15 AMPS. , Cat. EWP-308-815, MCA. CH. DOMEX.

Para el caso del cobertizo de bombas se considera un tablero de alumbrado TAB - TSAB - 01, 220 V, 3F, 4H, 60 Hz, a prueba de explosión, clase I, grupo "D", zapata principal de 1/0 awg para 125 AMPS, forma "A", dren y respiradero en la caja de block de terminales así como en la de interruptores, con capacidad para 4 interruptores de 2 polos, diagrama de alambado No. 8,

que contendrá en su interior 3 interruptores termomagnéticos de 3 x 15 AMPS. , Cat. EWP-304-425, MCA. CH. DOMEX.

**SISTEMA DE FUERZA.**

**CÁLCULO DE CABLES ALIMENTADORES DE CADA MOTOR DESDE EL CCM.**

Para la selección de los conductores que alimentarán a cada uno de los motores, consideraremos los siguientes puntos:

1. - Todos los motores serán trifasicos, con un voltaje de operación de 480 V, una eficiencia de 0.91
2. - El factor de potencia será 0.85
3. - Se calcularán los amperes apartir de la ley de watt y se le denominará corriente nominal ( In )

$$I_n = ( Hp \times 746 ) / ( 1.73 \times V_{ff} \times F.P. \times E )$$

- Hp = Potencia del motor en Hp
- Vff = Voltaje entre fases
- F.P.= Factor de potencia
- E = Eficiencia

- 4.- Agregaremos el 25% de In de acuerdo con él artículo 430.22, NOM-001-SEMP-1994 y llamaremos I<sub>c</sub>.
- 5.- Aplicaremos un factor por agrupamiento y temperatura de acuerdo con el artículo 310-15, NOM-001-SEMP-1994.
- 6.- Con la corriente I<sub>c</sub>, determinaremos el calibre adecuado por ampacidad.
- 7.- Seleccionaremos el calibre del conductor de acuerdo con en punto anterior y su caída de tensión, la cual no excederá del 5% desde el medio de desconexión principal hasta la salida más alejada de la instalación, distribuyendo la caída de tensión razonablemente en el circuito derivado y el alimentador, procurando que en cualquiera de los casos no sea mayor de 3%, como se especifica en los artículos 210-19, 215-2, NOM-001-SEMP-1994.

$$3F, 4H S = ( 2 \times 1.73 \times L \times I ) / V \times e$$

- 8.- Seleccionaremos el diámetro de la tubería para el numero de conductores de acuerdo con lo establecido en el artículo 346-6, NOM-001-SEMP-1994.
- 9.- Para el cálculo de su alimentador, sumaremos todas las corrientes nominales de los motores más el 25% de la corriente nominal del motor mayor, tal como lo establece el artículo 430-24, NOM-001-SEMP-994.

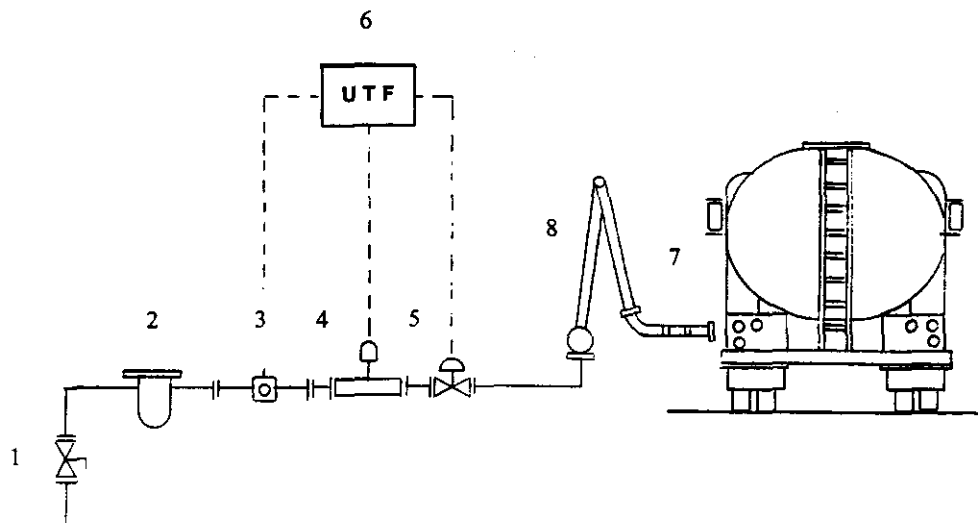
**SELECCION DEL CCM**

De acuerdo con la memoria de cálculo obtenida y considerando que el CCM, estará localizado en el cobertizo de bombas, podremos elegir como una opción un Centro de Control de Motores CCM-B-01, tipo ERK-2 modular fabricado en canal de acero estructural de 6.3 mm de espesor

con miembros atornillados y soldados, acabado en laca de aluminio, con terminales principales para conductor de 250 MCM, ducto principal con capacidad de 600 amp. , 3F, 4H, 60 Hz, 480 Volts, llegada de tubería de 76 mm de diam, con interruptor principal de 300 amp, con un acomodo de las combinaciones interruptor arrancador tipo EPC distribuidos en dos caras, Clase I, Grupo D, una velocidad no reversible, con estación de botones arrancar-parar, servicio pesado, con switch selector adentro-afuera, luz piloto rojo-verde, transformador de control de 480/127 Volts, 60 Hz, con dren y respiradero, Cat. ERK2, aprobado para lugares Clase I, grupo D, Mca. C.H. Domex.





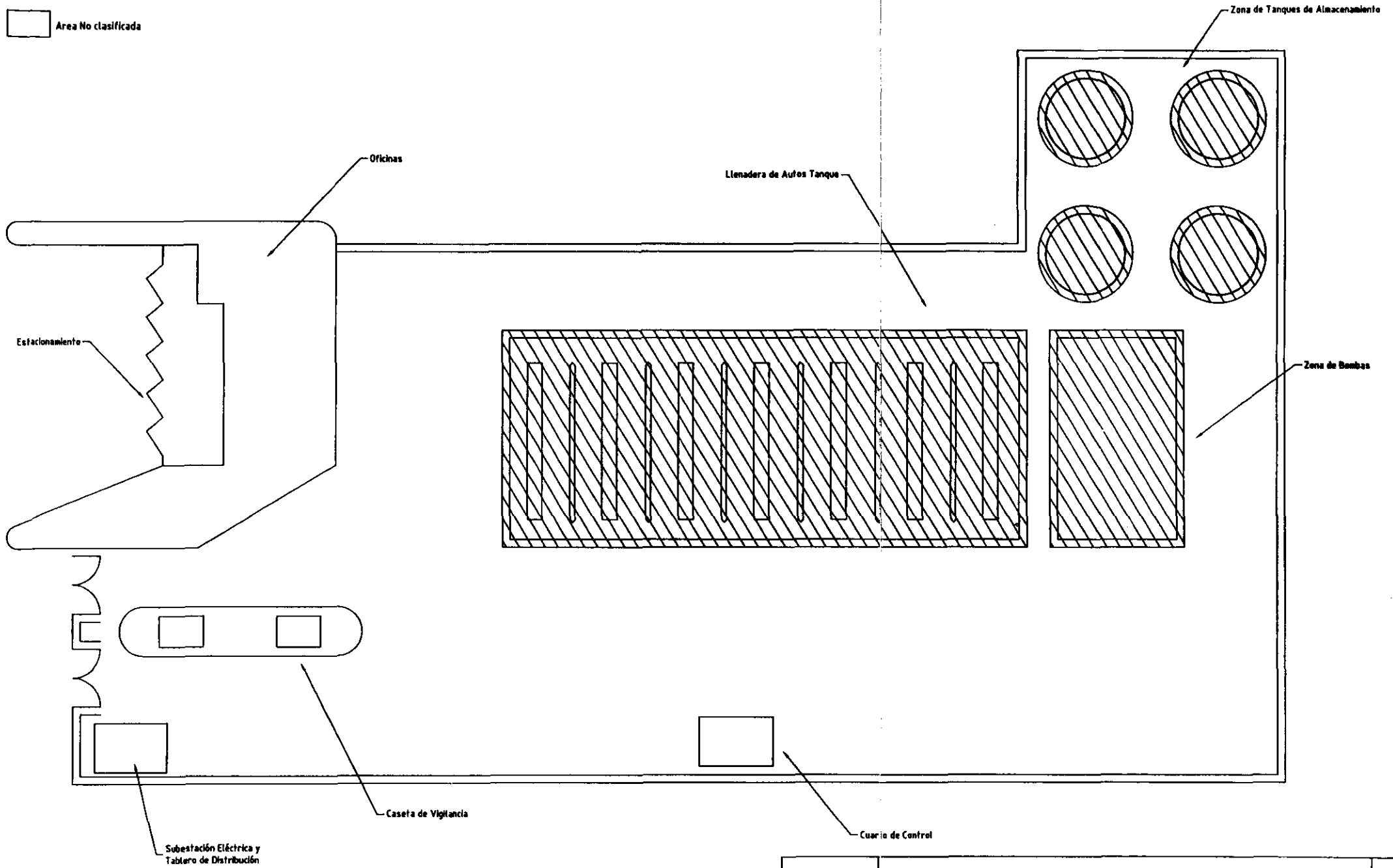
COMPONENTES DEL SISTEMA



- |                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| 1 - Valvula de seguridad o de bloqueo | 5.- Valvula de control de flujo, con actuador electro hidraulico de 2 pasos |
| 2 - Filtro eliminador de aire         | 6.- Unidad totalizadora de flujo a prueba de explosion                      |
| 3.- Detector de temperatura           | 7.- Valvula API de aluminio de 4" diam                                      |
| 4.- Medidor de flujo                  | 8.- Mangera metalica o brazo de carga                                       |

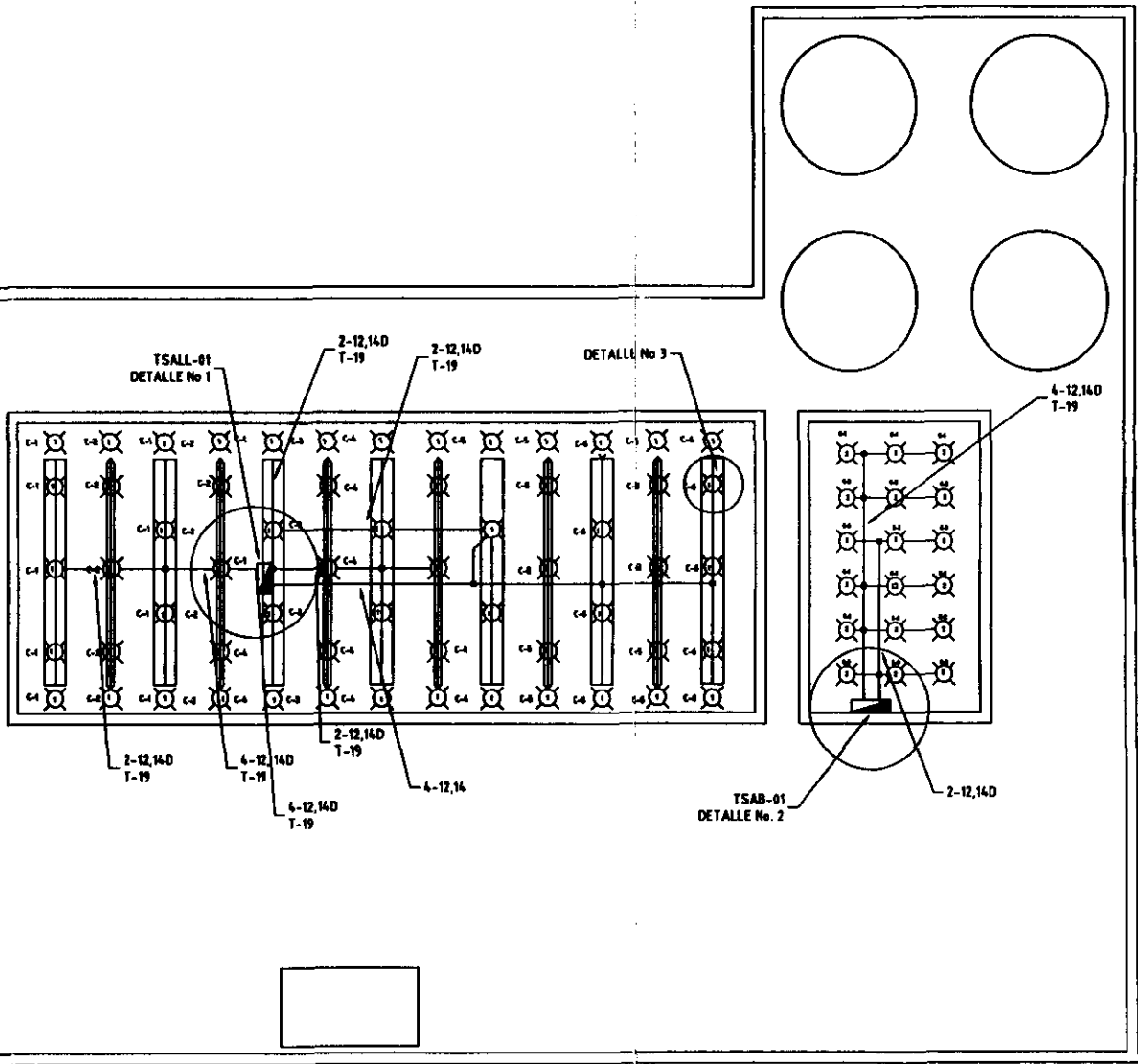
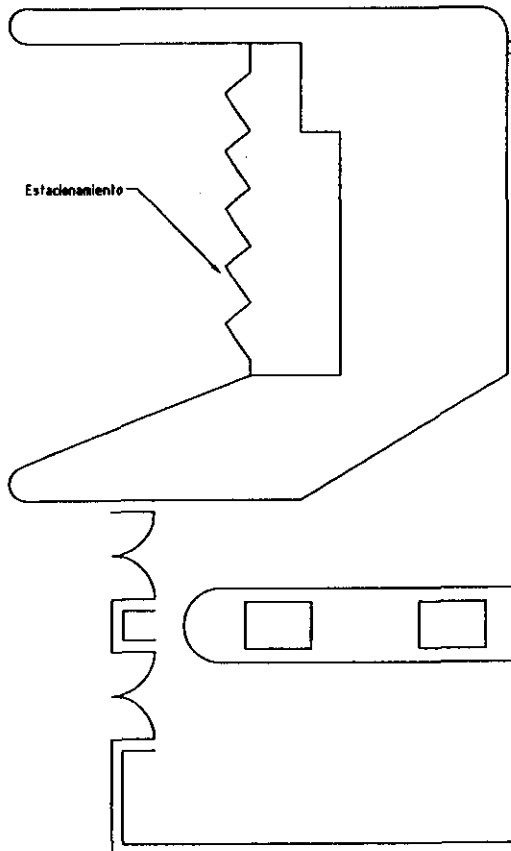
PROYECTO  
DE  
ALUMBRADO

 Area clasificada  
 Area No clasificada

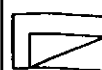


F. I. U.N.A.M.	Centro Embarcador Salamanca Gto.	L-01
	Localización General	

	Tablero de alumbrado tipo EWP, forma indicada, para áreas peligrosas.
	Luminario Hazard Gard HD, vapor de mercurio 175 W, 220 v, Cal. EVMA 83171/ev-3912, Mca. C.H. Domex o similar
	Luminario Hazard Gard HD, vapor de mercurio 250 W, 220 v, Cal. EVMA 83171/ev-3912, Mca. C.H. Domex o similar
	Caja de registro serie GUA, para áreas peligrosas, Mca. C.H. Domex o similar.
	Tubería Conduit pared gruesa galvanizada cedula 40, de diámetro indicado, Mca. Hylsa o similar.



**SIMBOLOGIA UTILIZADA**



Centro de control de motores CCM-B01, 3F, 4W, 60 Hz, 480 v, A prueba de explosión clase I grupo D, aparos principales para 250 MCM, ducto principal con capacidad hasta 600 AMP Cat. ERK-2, Mca. C.H. Domex, conteniendo 14 combinaciones de arrancare interruptor EPC Clase I, grupo D, una velocidad, no reversible, de capacidad indicada, con estación de botones arrancar-para, servicio pesado, con switch selector adentro-afuera, luz piloto roja y verde transformador de control de 480/127 Volts, 60 Hz, con dren y respiradero clase I, Cat. EPC, Mca. C.H. Domex.



Motor horizontal de inducción de corriente alterna, de fabricación sólida, servicio continuo, para 2300 mts, temperatura ambiente de 38 grados C, 440 V., 3F, 60 Hz, aprobado para lugares clase I, grupo D, modelo HAPE, Mca. IEM e similar.



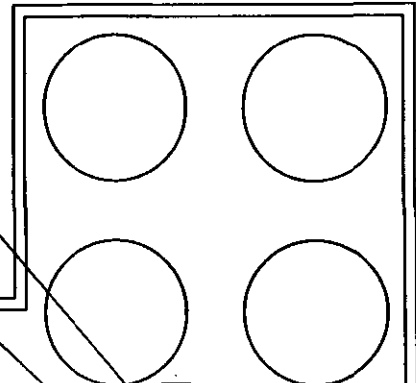
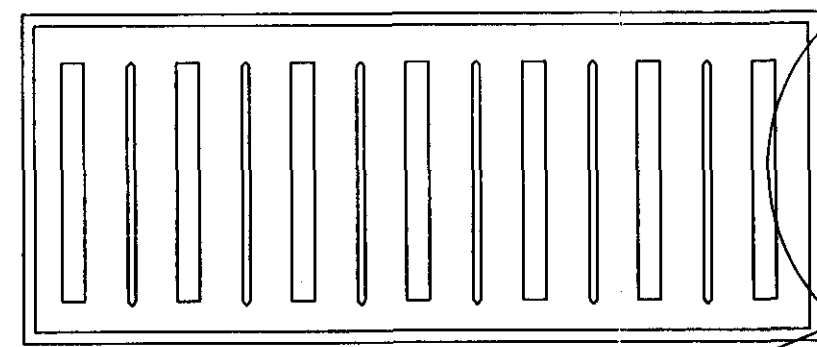
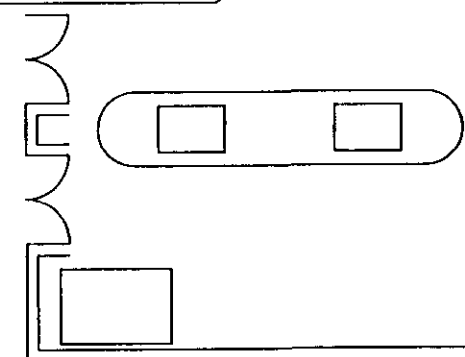
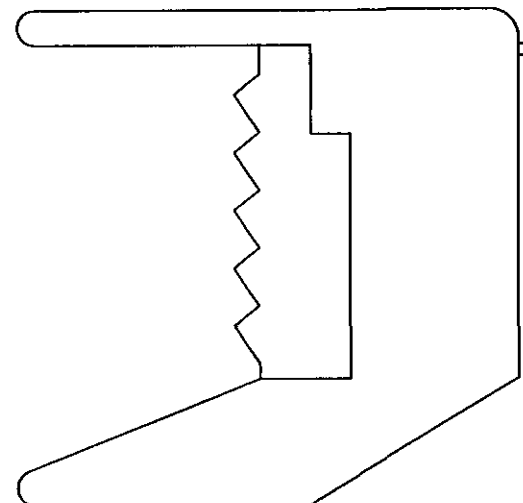
Tubo conduit roscado galvanizado Cad. 40, de diametro indicado, Mca. Hylsa e similar.



Caja de registro conduit, para áreas peligrosas tipo GUA, Cat. GUA, Mca. C.H. Domex.



Cople flexible tipo EC de bronce, aprobado para lugares clase I, grupo D, de 457.2 mm de longitud, Cat. ECGHJ-218/318, Mca. C.H. Domex o similar.



Bobertizo de Bombas

Tuberia Conduit de diametro indicado

Motor horizontal a prueba de explosión Tipo HAPE

Centro de Control de Motores CCM-B-01

Ver Detalle No. 6 Distribución General

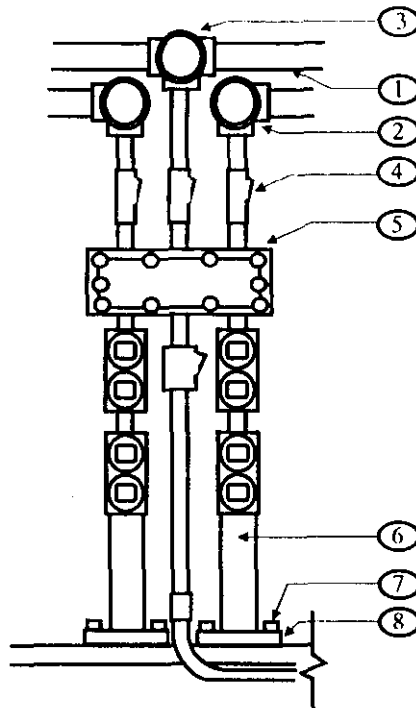
F. I. U.N.A.M.	Centro Embarcador Salamanca Gto.	IF-01
	Distribución General	

**TABLERO DE ALUMBRADO "TSALL - 01", 3F, 4H, 60 Hz, 220 V, A PRUEBA DE EXPLOSION, CLASE I, GRUPO D, CON ZAPATAS PRINCIPALES DE 1/0 AWG, PARA 125 AMP, FORMA D, CON CAPACIDAD PARA 8 DERIVADOS DE 2 POLOS, DIAGRAMA DE ALAMBRADO No. 28, CAT. EWP-308-315, MCA. CH. DOMEX.**

C No.	175 W 220 V	W. TOTAL	W FASES			VOLTS V.	I <sub>n</sub> AMP	I <sub>c</sub> FT x FA 0.91 x 0.8	CAL AWG	LONG MTS	COND S MM2	e %	CAL TIERR	DIAM TUBO MM	INT. TERMO. AMP
			A	B	C										
1	10	1,750	875	875		220	9.35	12.84	12	26.82	3.31	1.37	14 d	19	2 x 15
2	10	1,750	875	875		220	9.35	12.84	12	21.49	3.31	1.10	14 d	19	2 x 15
3	10	1,750	875		875	220	9.35	12.84	12	16.16	3.31	0.83	14 d	19	2 x 15
4	10	1,750	875		875	220	9.35	12.84	12	21.49	3.31	1.10	14 d	19	2 x 15
5	10	1,750		875	875	220	9.35	12.84	12	37.48	3.31	1.92	14 d	19	2 x 15
6	10	1,750		875	875	220	9.35	12.84	12	42.81	3.31	2.19	14 d	19	2 x 15
7	RESERV														
8	RESERV														
	PRINCIPAL	10,500	3,500	3,500	3,500	220	32.41	35.62	6	50	13.3	1.91	10	32	3 x 50

**TABLERO DE ALUMBRADO "TSAB - 01", 3F, 4H, 60 Hz, 220 V, A PRUEBA DE EXPLOSION, CLASE I, GRUPO D, CON ZAPATAS PRINCIPALES DE 1/0 AWG, PARA 125 AMP, FORMA A, CON CAPACIDAD PARA 4 DERIVADOS DE 2 POLOS, DIAGRAMA DE ALAMBRADO No. 8, CAT. EWP-304-415, MCA. CH. DOMEX.**

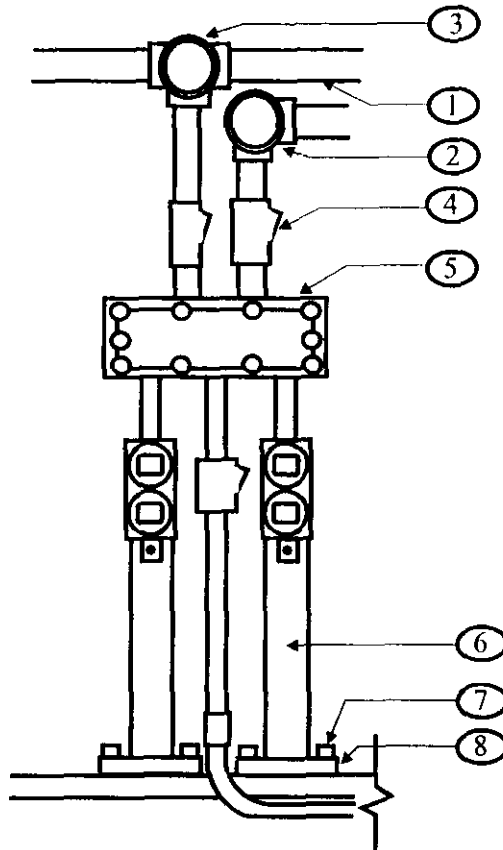
C No.	175 W 220 V	W. TOTAL	W FASES			VOLTS V.	I <sub>n</sub> AMP	I <sub>c</sub> FT x FA 0.91 x 0.8	CAL AWG	LONG MTS	COND S MM2	e %	CAL TIERR	DIAM TUBO MM	INT. TERMO. AMP
			A	B	C										
1	6	1,500	750	750		220	8.02	11.01	12	25.5	3.31	1.12	14 d	19	2 x 15
2	6	1,500		750	750	220	8.02	11.01	12	21.5	3.31	0.94	14 d	19	2 x 15
3	6	1,500	750		750	220	8.02	11.01	12	17.5	3.31	0.77	14 d	19	2 x 15
4	RESERV														
	PRINCIPAL	4,500	1,500	1,500	1,500	220	13.89	19.07	6	90	13.3	1.48	10	32	3 x 50



- 1.- Tubo conduit roscado galvanizado Ced. 40, de diámetro indicado, Mca. HYLSA o similar.
- 2.- Caja de registro conduit, para áreas peligrosas tipo GUAL, Cat. GUAL, Mca. C.H. Domex o similar.
- 3.- Caja de registro conduit, para áreas peligrosas tipo GUAT, Cat. GUAT, Mca. C.H. Domex o similar.
- 4.- Condulet de sello para tubería vertical tipo EYS (hembra) Cat. EYS, Mca C.H. Domex o similar.
- 5.- Tablero de alumbrado "TSALL-01", 3F, 4H, 60 Hz, 220 V, a prueba de explosión, clase I, grupo D, con zapatas principales de 1/0 AWG, forma D, con 8 derivados de 2 polos, diagrama de alambrado No. 28, Cat. EWP-308-315, Mca. C.H. Domex.
- 6.- Soporte de acero estructural de 101 mm de ancho x 6.35 mm de espesor.
- 7.- Taquete de expansión de ½ " x 3" de longitud, tipo Mca. Hilti o similar.
- 8.- Placa de acero al carbón de 6.35 mm de espesor.

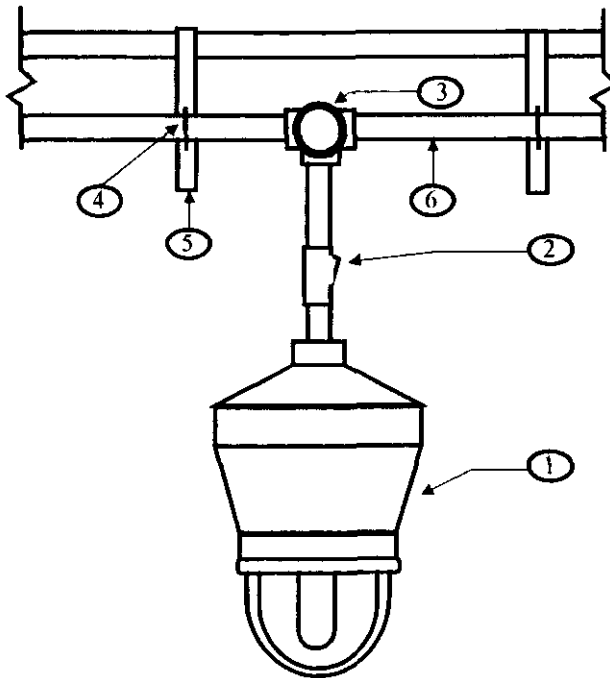
DETALLE No. 1





- 1.- Tubo conduit roscado galvanizado Ced. 40, de diámetro indicado, Mca. HYLSA o similar.
- 2.- Caja de registro conduit, para áreas peligrosas tipo GUAL, Cat. GUAL, Mca. C.H. Domex o similar.
- 3.- Caja de registro conduit, para áreas peligrosas tipo GUAT, Cat. GUAT, Mca. C.H. Domex o similar.
- 4.- Condulet de sello para tubería vertical tipo EYS (hembra) Cat. EYS, Mca C.H. Domex o similar.
- 5.- Tablero de alumbrado "TSAB-01", 3F, 4H, 60 Hz, 220 V, a prueba de explosión, clase I, grupo D, con zapatas principales de 1/0 AWG, forma A, con 4 derivados de 2 polos, diagrama de alambrado No. 8, Cat. EWP-304-415, Mca. C.H. Domex.
- 6.- Soporte de acero estructural de 101 mm de ancho x 6.35 mm de espesor.
- 7.- Taquete de expansión de 1/2 " x 3" de longitud, tipo Mca. Hilti o similar.
- 8.- Placa de acero al carbón de 6.35 mm de espesor.

DETALLE No. 2



- 1.- Luminaire Hazard Gard Hid, vapor de mercurio 175/250 W, 220 V, balastra integral aprobada para lugares clase I, grupo D, Cat. EVMA 87171/EV-3912, Mca. C.H. Domex o similar.
- 2.- Condulet de sello para tubería vertical tipo EYS (hembra) Cat. EYS, Mca. C.H. Domex o similar.
- 3.- Caja de registro, para áreas peligrosas tipo GUAT, Cat. GUAT, Mca. C.H. Domex o similar
- 4.- Abrazadera galvanizada tipo "U", Mca. Ramset o similar.
- 5.- Solera de acero estructural galvanizado de 3.17 x 50.0 x 50.0 mm de longitud, Mca. AHMSA o similar.
- 6.- Tubo conduit roscado galvanizado Ced. 40, de diámetro indicado, Mca. HYLISA o similar.

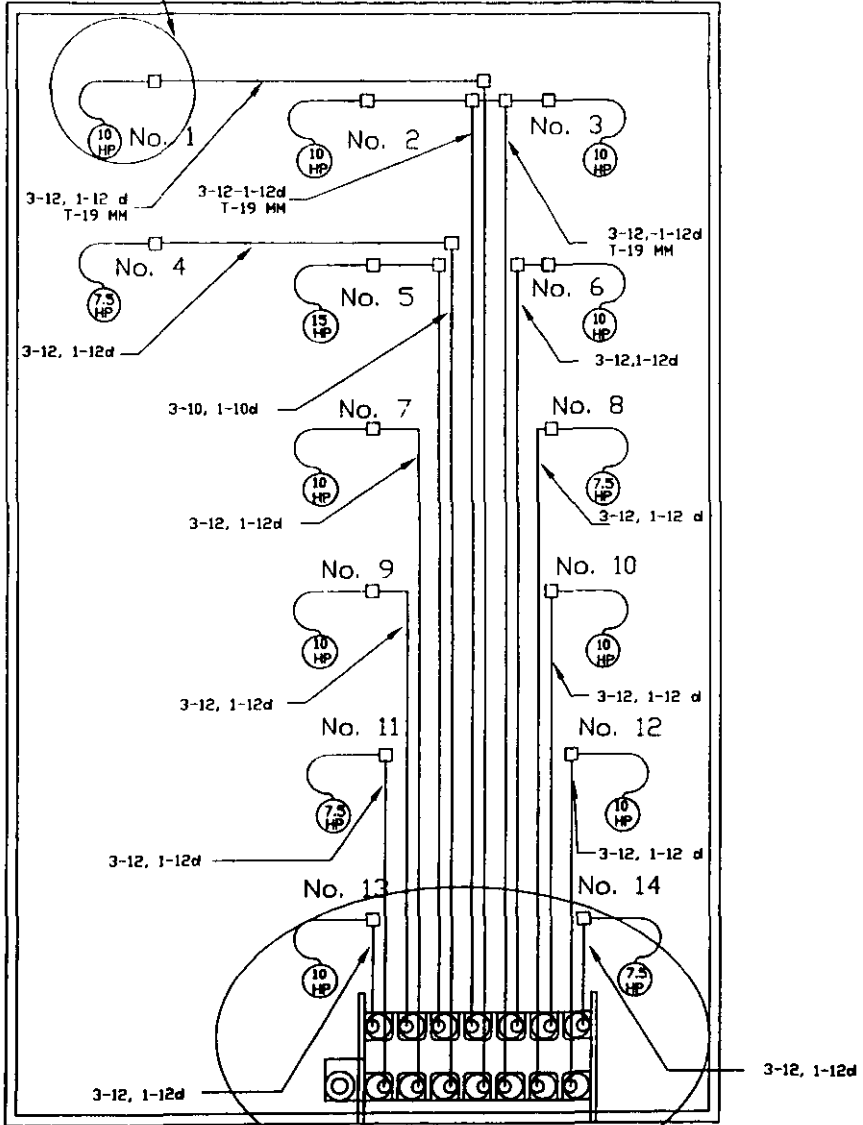
DETALLE No. 3

## LISTA DE MATERIAL A UTILIZAR EN PLANO IE-01

PART	DESCRIPCION	CANT	UND
01	Luminario Hazard Gard Hid, vapor de mercurio 175 W, 220 V, balastro integral aprobada para lugares clase I, grupo D, Cat. EVMA 8717/EV-3912, Mca. C.H. Domex.	60.0	PZA
02	Luminario Hazard Gard Hid, vapor de mercurio 250 W, 220 V, balastro integral aprobada para lugares clase I, grupo D, Cat. EVMA 8717/EV-3912, Mca. C.H. Domex.	18.0	PZA
03	Tablero de alumbrado a prueba de explosión, clase I, grupo D, forma "D", con 8 derivados de 2 x 15 amp Cat. EWP-308-315, Mca. C.H. domex.	1.0	PZA
04	Tablero de alumbrado a prueba de explosión, clase I, grupo D, forma "D", con 4 derivados de 2 x 15 amp Cat. EWP-304-415, Mca. C.H. domex.	1.0	PZA
05	Tubería conduit roscada de 19 mm de Diam, ced. 40 Mca. Hylsa o similar.	430.0	M.L.
06	Cable calibre 12 awg, Mca. condumex o similar	940.0	M.L.
07	Cable calibre 14 awg desnudo, Mca. condumex o similar	940.0	M.L.
08	Caja registro conduit para áreas peligrosas tipo GUAT Cat. GUAT-26, Mca. C.H. Domex o similar.	53.0	PZA
09	Caja registro conduit para áreas peligrosas tipo GUAB Cat. GUAB-26, Mca. C.H. Domex o similar.	42.0	PZA
10	Caja registro conduit para áreas peligrosas tipo GUAX Cat. GUAX-26, Mca. C.H. Domex o similar.	17.0	PZA
11	Conduit de sello para áreas peligrosas tipo EYS Cat. EYS-26, Mca. C.H. Domex o similar.	81.0	PZA
12	Abrazadera galvanizada tipo "U" de 19 mm Mca. Ramset o similar.	180.0	PZA
13	Solera de Acero estructural de 1/4" x 50.0 cm de Longitud	6.0	TMO
14	Taquete expansivo de 1/2" x 3", Mca. Hilti o similar	16.0	PZA
15	Sellador Chico A05	2.0	PZA

Motor de inducción tipo HAPE  
de capacidad indicada  
Ver detalle No. 8

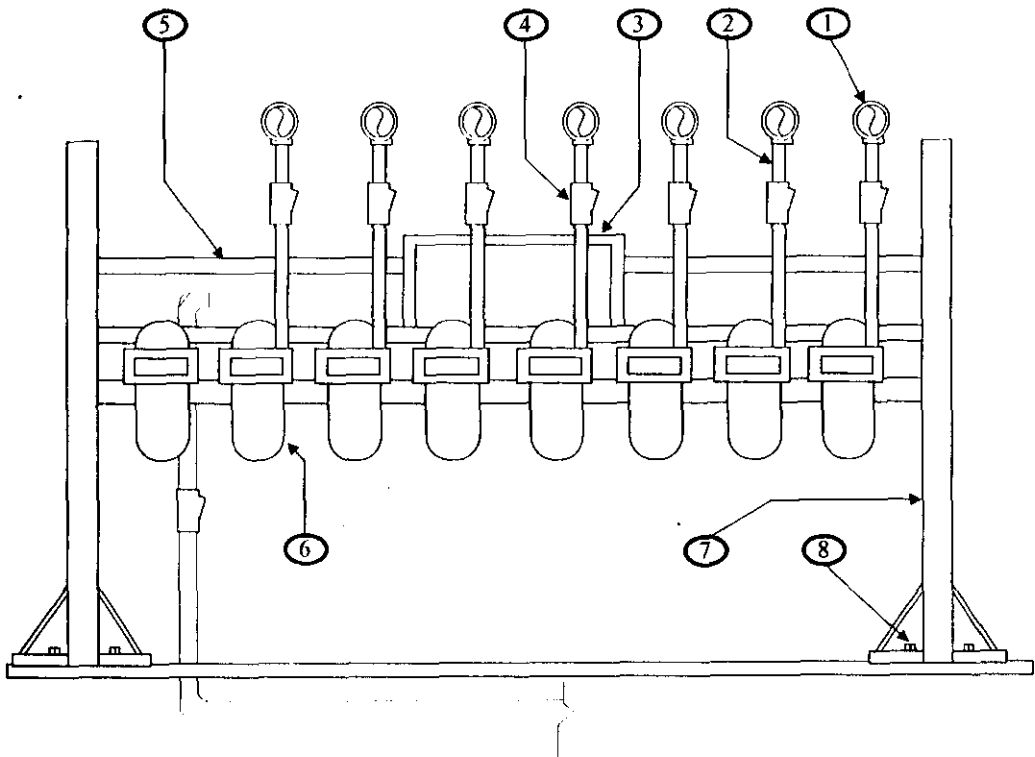
# DETALLE No. 6 DISTRIBUCION GENERAL



Centro de control de motores  
CCM-B-01  
Ver detalle No. 7

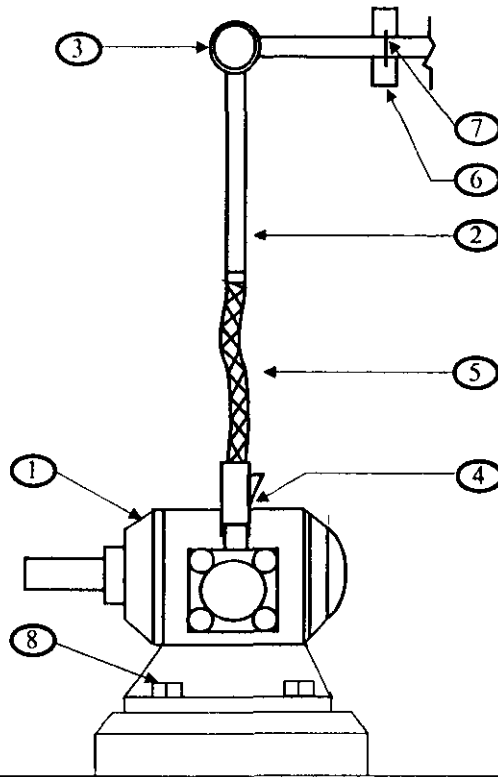
CENTRO DE CONTROL DE MOTORES "CCM-B-01", 3F, 4H, 60 Hz, 480 V, A PRUEBA DE EXPLOSION, CLASE I, GRUPO D  
 CON ZAPATAS PRINCIPALES DE 250 MCM, DUCTO PRINCIPAL CON CAPACIDAD DE 600 AMP, INTERRUPTOR  
 PRINCIPAL DE 300 AMP., CONTENIENDO LAS SIGUIENTES CONBINACIONES TIPO EPC, A TENSION PLENA  
 UNA VELOCIDAD, NO REVERSIBLE, 3 F, 480 V, CAT. ERK-2, MCA. CH. DOMEX.

No.	DESCRIPCION	CAP H.P.	VOLT V.	I <sub>n</sub> AMP	I <sub>n</sub> 25% AMP	I <sub>c</sub> FT x FA 0.91 x 1.0	CAL AWG	COND S MM2	LONG MTS	e %	CAL TIERR	DIAM TUBO MM	TAM NEMA	INT. TERMO. AMP
1	MAGNA SIN	10	480	12.79	15.99	17.57	12	3.31	30.00	1.14	12 d	19	1	3 x 30
2	MAGNA SIN	10	480	12.79	15.99	17.57	12	3.31	28.50	1.08	12 d	19	1	3 x 30
3	MAGNA SIN	10	480	12.79	15.99	17.57	12	3.31	27.00	1.02	12 d	19	1	3 x 30
4	MAGNA SIN	7.5	480	9.57	11.99	13.17	12	3.31	25.50	0.72	12 d	19	1	3 x 30
5	MAGNA SIN	15	480	19.19	23.99	26.36	10	5.26	24.00	0.86	10 d	19	2	3 x 40
6	MAGNA SIN	10	480	12.79	15.99	17.57	12	3.31	22.50	0.85	12 d	19	1	3 x 30
7	MAGNA SIN	10	480	12.79	15.99	17.57	12	3.31	20.00	0.76	12 d	19	1	3 x 30
8	MAGNA SIN	7.5	480	9.59	11.99	13.17	12	3.31	18.50	0.52	12 d	19	1	3 x 30
9	MAGNA SIN	10	480	12.79	15.99	17.57	12	3.31	17.00	0.64	12 d	19	1	3 x 30
10	MAGNA SIN	10	480	12.79	15.99	17.57	12	3.31	15.50	0.58	12 d	19	1	3 x 30
11	MAGNA SIN	7.5	480	9.59	11.99	13.17	12	3.31	14.00	0.39	12 d	19	1	3 x 30
12	MAGNA SIN	10	480	12.79	15.99	17.57	12	3.31	12.50	0.47	12 d	19	1	3 x 30
13	MAGNA SIN	10	480	12.79	15.99	17.57	12	3.31	11.00	0.41	12 d	19	1	3 x 30
14	MAGNA SIN	7.5	480	9.59	11.99	13.17	12	3.31	9.50	0.27	12 d	19	1	3 x 30
15														
16														
17														
18														
19														
	PRINCIPAL		480	215.86	221.85	243.74	250 MCM	126.7	90	1.13	4 d	76		3 x 300



- 1.- Caja de registro conduit, para áreas peligrosas tipo GUAL, Cat. GUAL, Mca. C.H. Domex o similar.
- 2.- Tubo conduit roscado galvanizado Ced. 40, de diámetro indicado, Mca. HYLSA o similar.
- 3.- Ducto principal para 600 AMP. máximo.
- 4.- Condulet de sello para tubería vertical tipo EYS (hembra) Cat. EYS, Mca C.H. Domex o similar.
- 5.- Centro de control de motores CCM-B-01, 3F, 4H, 60 Hz, 480 V, A prueba de explosión clase I, grupo D, zapatas principales para 250 MCM, ducto principal con capacidad hasta 600 AMP, interruptor principal de 300 AMP, Cat. ERK-2, Mca. C.H. Domex.
- 6.- Combinación de arrancador e interruptor tipo EPC, Clase I, grupo D, una velocidad, no reversible, con estación de botones arrancar - parar, servicio pesado, con switch selector adentro afuera, luz piloto roja y verde, transformador de control de 480 / 127 Volts, 60 Hz, con dren y respiradero clase I, Cat. EPC, Mca. C.H. Domex.
- 7.- Bastidor soporte construido con canal de acero estructural de 6.3 mm de espesor, con miembros atornillados y soldados, acabado en laca de aluminio.
- 8.- Taquete de expansión de ½ " x 3" de longitud, tipo Mca. Hilti o similar.

DETALLE No. 7



- 1.- Motor horizontal de inducción de corriente alterna, de fabricación sólida, servicio continuo, operación para 2300 mts, temperatura ambiente de 30 °C, 440 Volts, 3F, 60 Hz, aprobado para lugares clase I, grupo D, modelo HAPE, Mca. IEM o similar.
- 2.- Tubo conduit roscado galvanizado Ced. 40, de diámetro indicado, Mca. HYLSA o similar.
- 3.- Caja de registro condulet, para áreas peligrosas tipo GUAL, Cat. GUAL, Mca. C.H. Domex o similar.
- 4.- Condulet de sello para tubería vertical tipo EYS (hembra) Cat. EYS, Mca. C.H. Domex o similar.
- 5.- Cople flexible tipo EC de bronce, aprobado para lugares clase I, grupo D, de 457.2 mm de longitud, Cat. ECGJH-218/318, Mca. C.H. Domex o similar.
- 6.- Abrazadera galvanizada tipo "U", Mca. Ramset o similar.
- 7.- Solera de acero estructural galvanizado de 3.17 x 50.0 x 50.0 mm de longitud, Mca. AHMSA o similar.
- 8.- Anclas de acero galvanizadas de ½ " x 6", ahogadas en Graud, Mca. Fester o similar.

DETALLE No. 8

## LISTA DE MATERIAL A UTILIZAR EN PLANO IF-01

PART	DESCRIPCION	CANT	UND
01	Centro de control de motores CCM-B-01, 3F, 4H, 60 Hz, 480 V, A prueba de explosión clase I, grupo D, zapatas principales para 250 MCM, ducto principal con capacidad hasta 600 AMP, interruptor principal de 300 AMP, Cat. ERK-2, Mca. C.H. Domex, conteniendo 14 combinaciones de arrancador e interruptor tipo EPC, Clase I, grupo D, una velocidad, no reversible, de capacidad indicada, con estación de botones arrancar - parar, servicio pesado, con switch selector adentro afuera, luz piloto roja y verde, transformador de control de 480 / 127 Volts, 60 Hz, con dren y respiradero clase I, Cat. EPC, Mca. C.H. Domex.	1.0	PZA
02	Tubería conduit roscada de 19 mm de Diam, ced. 40 Mca. Hylsa o similar.	366.0	M.L.
03	Caja registro conduit para áreas peligrosas tipo GUAB Cat. GUAB-26, Mca. C.H. Domex o similar.	14.0	PZA
04	Caja registro conduit para áreas peligrosas tipo GUAB Cat. GUAL-26, Mca. C.H. Domex o similar.	28.0	PZA
05	Conduit de sello para áreas peligrosas tipo EYS Cat. EYS-26, Mca. C.H. Domex o similar.	28.0	PZA
06	Abrazadera galvanizada tipo "U" de 19 mm Mca. Ramset o similar.	122.0	PZA
07	Solera de Acero estructural de 1/4" x 50.0 cm de Longitud	11.0	TMO
08	Coplee flexible de bronce tipo EC, de 457.2 mm de longitud, Cat. ECGJH-218/318, Mca. C.H. Domex o similar.	14.0	PZA
10	Cable calibre 10 awg, Mca. condumex o similar	72.0	M.L.
11	Cable calibre 12 awg, Mca. condumex o similar	755.0	M.L.
12	Cable calibre 10 awg desnudo, Mca. condumex o similar	24.0	M.L.
13	Cable calibre 12 awg desnudo, Mca. condumex o similar	255.0	M.L.
14	Taquete expansivo de 1/2" x 3", Mca. Hilti o similar	16.0	PZA
15	Sellador Chico A05	1.0	PZA



APENDICE DE  
CARACTERISTICAS DE EQUIPOS  
Y TABLAS DEL CAPITULO V

## NIVELES DE ILUMINACION

UBICACION	INTENSIDAD EN LUXES
Cambiadores de calor en zonas de proceso	30
Hornos (área de operación)	30
Escaleras inactivas en áreas de proceso	10
Escaleras activas en áreas de proceso	50
Áreas generales en zonas de proceso	10
Casas de control central	500
Tableros de instrumentos en cuartos de control	300
Consolas en cuartos de control	300
Cuarto con tableros eléctricos	50
Transportadores en áreas de proceso especial	20
<b>Área de bombas interiores</b>	<b>150</b>
Área de bombas exteriores	50
Área de control general carga o descarga en casa de bombas	150
Escaleras inactivas en áreas de tanques	5
Escaleras activas en áreas de tanques	11
Áreas de medición en zona de tanques	10
Áreas generales en zonas de carga	50
<b>Punto de carga de carros tanque (FF. CC.)</b>	<b>100</b>
<b>Punto de carga de autos tanque</b>	<b>100</b>
Áreas generales en muelles para buques tanque	100
Áreas de cabezales y puntos de carga para buques tanque	100
Áreas general en subestaciones tipo intemperie	20
Áreas general en subestaciones tipo interior	150
Calles en plantas con uso frecuente de camiones	4
Calles en plantas con uso poco frecuente de camiones	4
Laboratorios para pruebas	500
Laboratorios experimentales y de investigación	500
Laboratorios de pruebas de materiales	300
Bodegas de almacenaje interior	50
Bodegas de almacenaje exterior	5
Almacenaje de partes pequeñas	200
Talleres de reparación con trabajos en maquina o banco	500
Talleres de reparación de equipo eléctrico o instrumentos	300
Áreas para vestidores lavabos o regaderas	100
Áreas generales para garajes	100
Áreas de garajes con reparaciones menores	100
Tarjeteros y áreas de reloj	100
Cuartos de primeros auxilios	700

### NIVELES RECOMENDADOS DE ILUMINACION

TAREA VISUAL	TIPO DE TRABAJO	CATEGORIA DE ILUMINACION	NIVEL DE ILUMINACION (LUXES)
Limitada	Simple orientación para visitas cortas ( Almacén de poco movimiento, escaleras, etc.)	B	50 - 75 - 100
Sencilla	Actividades poco frecuentes, almacenaje rudo, baños, etc)	C	100 - 150 - 200
Casual	Actividades para tareas visuales de alto contraste o gran tamaño, ( Ensamble simple, trabajo burdo de máquina o banco, esmerilaje, inspección simple, empaque, cuarto de control e iluminación general)	D	200 - 300 - 500
Moderada	Actividades para tareas visuales de contraste medio o tamaño pequeño ( Ensamble o inspección moderadamente difícil, chequeo y clasificación, áreas de reparación, pulido, fresado, acabado, panel de instrumentos )	E	500 - 750 - 1000
Difícil bajo o tamaño muy pequeño	Actividad para tareas visuales de F ( Ensamble o inspección difícil, códigos de colores, operaciones de acabado, como pulido fino, trabajo fino de maquinas y banco )	F	1000 - 1500 - 2000      contraste

**CARACTERISTICAS DE LAMPARAS**

<b>LAMPARAS</b>	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
1.- Incandescente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bajo costo inicial</li> <li>- Buen rendimiento de color</li> <li>- Buen control de luz</li> <li>- Encendido instantáneo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altos costos de operación</li> <li>- Baja salida luminosa</li> <li>- Corto tiempo de vida</li> <li>- (500 a 2000 Hrs)</li> </ul>
2.- Vapor de mercurio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bajo costo de operación</li> <li>- Alta emisión luminosa por Watt.</li> <li>- Grandes tiempos de vida</li> <li>- ( 24,000 Hrs )</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alto costo inicial</li> <li>- Requiere de un periodo de calentamiento.</li> <li>- No reenciende instantáneamente, después de una falla</li> </ul>
3.- Aditivos metálicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bajo costo de operación</li> <li>- Alta emisión luminica</li> <li>- Alto rendimiento de color</li> <li>- Moderados tiempos de vida</li> <li>( 7,500 a 20,000 Hrs )</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alto costo inicial</li> <li>- Requiere calentamiento</li> <li>- No reenciende instantáneamente, después de una falla</li> </ul>
4.- Vapor de Sodio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bajo costo de operación</li> <li>- Alta emisión luminica</li> <li>- Buen control de luz</li> <li>- Largos tiempos de vida</li> <li>( 24, 000 Hrs )</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alto costo inicial</li> <li>- Requiere calentamiento</li> </ul>
5.- Fluorescentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bajo costo de operación</li> <li>- Alta emisión luminosa</li> <li>- Bajo brillo</li> <li>- Baja temperatura de operación</li> <li>- Largos tiempos de vida</li> <li>( 9,000 a 20,000 Hrs )</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alto costo inicial</li> <li>- Pobre control de luz</li> </ul>
6.- Cuarzo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moderado costo inicial</li> <li>- Excelente rendimiento de color</li> <li>- Buen mantenimiento de emisión de luz a lo largo de su vida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altos costos de operación</li> <li>- Media vida</li> <li>( 2,000 a 4,000 Hrs )</li> <li>- Alta temperatura de operación</li> </ul>

**FACTORES DE REFLECTANCIA**

<b>COLOR</b>	<b>FACTOR DE REFLECTANCIA</b>
• Blanco	80 % ( 0.80 )
• Azul verde, crema, azul o gris claro	70 % ( 0.70 )
• Azul verde medio, amarillo ante medio o gris medio	50 % ( 0.50 )
• Gris obscuro, azul medio	30 % ( 0.30 )
• Azul obscuro, café, verde obscuro y la mayoría de acabados en madera como roble o caoba	10 % ( 0.10 )

**CONDICIONES DE OPERACION PARA DETERMINAR EL FACTOR DE MANTENIMIENTO**

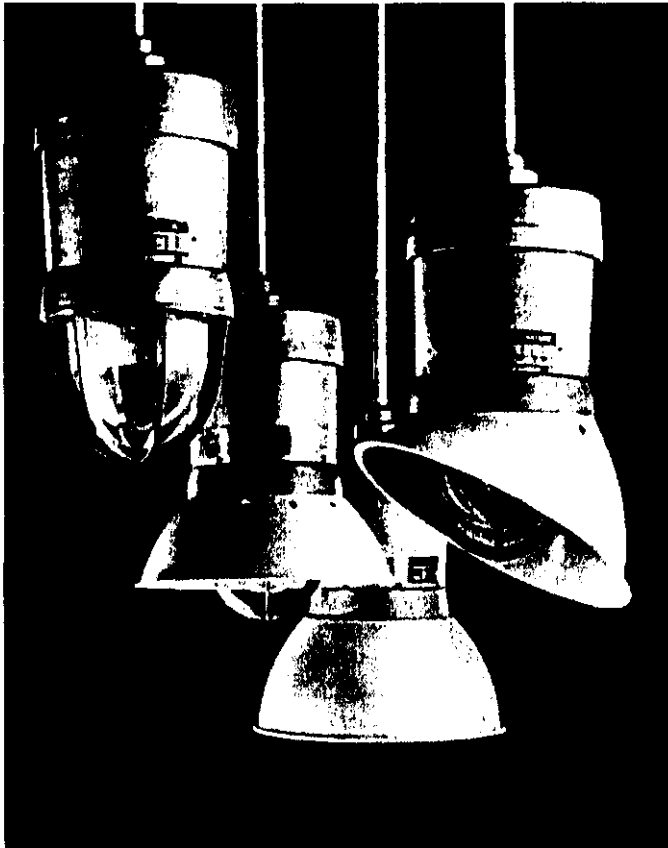
<b>TIPO DE AMBIENTE</b>		
<b>BUENO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>POBRE</b>
Aire limpio, libre de humos y polvo luminarios programados para limpieza frecuente y reemplazo continuo de lámparas	Condiciones atmosféricas menos favorables, limpieza de luminarios a intervalos frecuentes y reemplazo de lámparas sólo después de haberse quemado	Atmósferas y trabajo completamente sucio, mantenimiento pobre o poco frecuente del equipo de iluminación, reemplazo de lámparas sólo las quemadas

**FACTORES DE MANTENIMIENTO RECOMENDADOS**

<b>LAMPARA</b>	<b>BUENO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>POBRE</b>
• Incandescente	0.75	0.70	0.65
• Cuarzo	0.80	0.75	0.70
• Mercurio	0.70	0.65	0.60
• Aditivos metálicos	0.65	0.60	0.55
• Fluorescentes	0.70	0.65	0.60
• Sodio alta presión	0.75	0.65	0.60

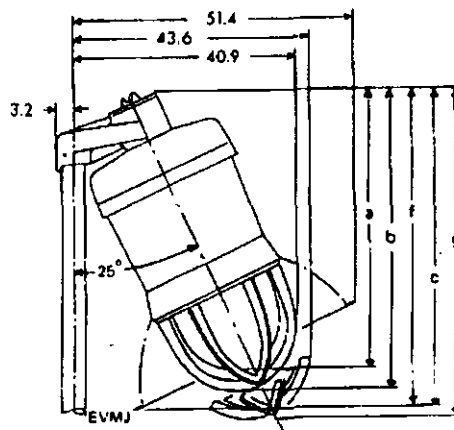
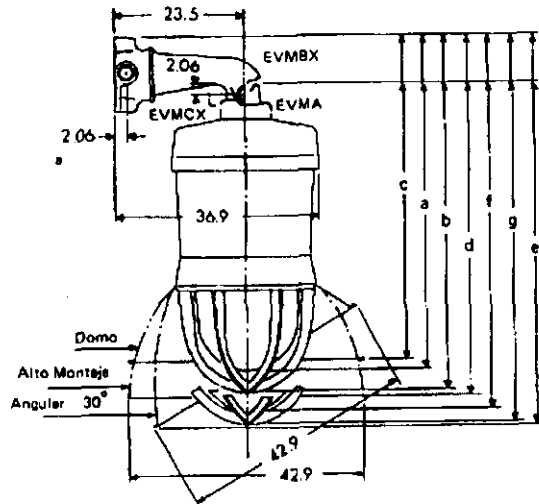
**HAZARD - GARD**

**CLASE I, GRUPOS C, D  
CLASE II, GRUPOS E, F, G**



POTENCIA DE LAMPARA	CLASE I	CLASE II GRUPOS E, F, G	POTENCIA SIMULTANEA
<b>VAPOR DE SODIO ALTA PRESION</b>	40		40
75	16	14	14
100	5	14	14
150	10A	150	100
250	10		
<b>VAPOR DE MERCURIO</b>			
125	14A	10	15
250	10		
400	10		
<b>ADITIVOS METALICOS</b>			
125	14A	10	100
250	14		
400	10A		

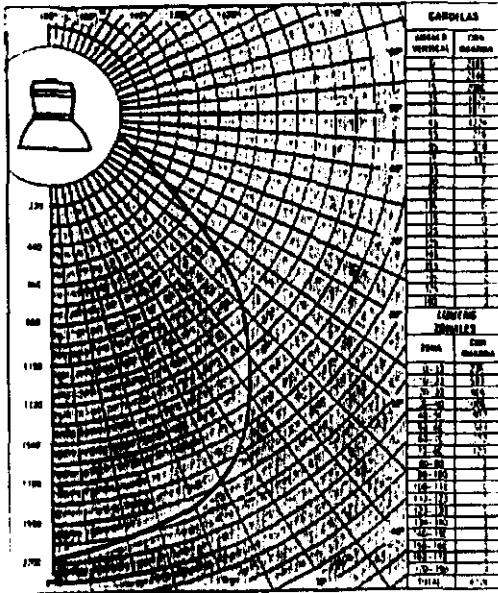
### DIMENSIONES DE LA LUMINARIA HAZARD - GARD



DIMENSIONES: CMS

TIPO	a	b	f	g	c	d	e
EVMA	51.4	55.2	58.6	60.9	49.8	56.3	61.7

# DATOS FOTOMETRICOS DE LA LUMINARIA HAZARD - GARD



\*Nota: Datos fotometricos para la lampara de Vapor de Mercurio, 175 watts (8000 lumens). Para otras lamparas de escabote similar y diferente potencia, use los siguientes factores de conversión (multiplicados):

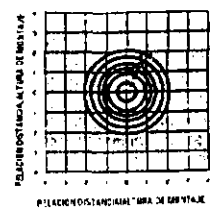
POTENCIA DE SALAMPARA	FACTOR DE CONVERSION
100 W (700)	0.25
250 W (700)	1.41
400 W (700)	1.00

CRITERIO DE ESPACIAMIENTO: 1:7  
Si aproximado a altura de montaje.

CURVA ISOBUEY:  
Luminaria con globo, guarda y reflector ya incluido.  
EYMA83171 (REV-3812)

Valores de Lúmenes para iluminar un área de 1 metro cuadrado (1 M<sup>2</sup>)

ALT	MONT	A	B	C	D	E	F
1.00	5000	20.00	10.00	5.00	2.50	1.25	0.62
2.00	10000	40.00	20.00	10.00	5.00	2.50	1.25
3.00	15000	60.00	30.00	15.00	7.50	3.75	1.87
4.00	20000	80.00	40.00	20.00	10.00	5.00	2.50
5.00	25000	100.00	50.00	25.00	12.50	6.25	3.12
6.00	30000	120.00	60.00	30.00	15.00	7.50	3.75
7.00	35000	140.00	70.00	35.00	17.50	8.75	4.37
8.00	40000	160.00	80.00	40.00	20.00	10.00	5.00
9.00	45000	180.00	90.00	45.00	22.50	11.25	5.62
10.00	50000	200.00	100.00	50.00	25.00	12.50	6.25



## Coefficientes de Utilización Reflectancia Efectiva de Cavidad de Piso 20% (pFC)

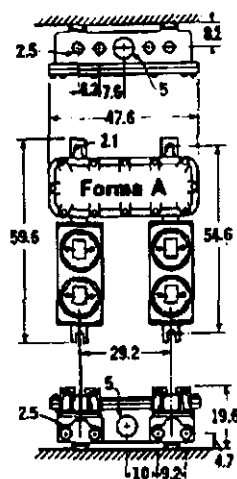
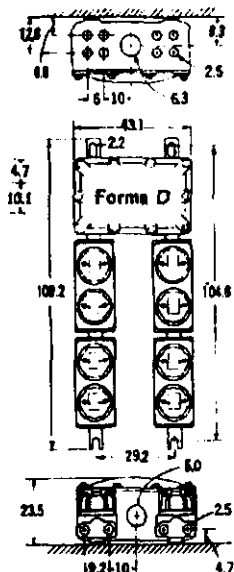
Techo (pCCI)	Paral (pCCI)	Reflexión de Cavidad de Cuarto									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
90°	88°	.589	.525	.470	.422	.381	.346	.318	.293	.267	.247
	38°	.573	.494	.431	.378	.337	.301	.272	.246	.225	.205
	18°	.553	.457	.413	.347	.304	.278	.241	.217	.198	.179
70°	68°	.570	.518	.461	.415	.375	.341	.311	.286	.264	.244
	38°	.550	.488	.425	.375	.334	.298	.270	.245	.223	.202
	18°	.544	.452	.397	.345	.303	.268	.240	.216	.198	.176
50°	38°	.550	.468	.405	.362	.324	.287	.258	.236	.218	.201
	38°	.540	.472	.415	.367	.327	.294	.265	.241	.221	.203
	12°	.527	.451	.390	.340	.298	.268	.239	.215	.195	.178
30°	30°	.530	.478	.421	.380	.344	.313	.285	.257	.232	.214
	30°	.521	.458	.405	.362	.322	.288	.260	.238	.218	.201
	10°	.511	.441	.383	.335	.298	.264	.237	.214	.194	.177
18°	30°	.513	.463	.417	.378	.344	.314	.286	.258	.232	.218
	20°	.504	.448	.398	.353	.315	.285	.258	.235	.215	.198
	10°	.486	.432	.377	.331	.293	.262	.236	.212	.192	.177
0°	0°	.485	.421	.368	.321	.287	.251	.225	.203	.184	.167

Luminaria	Vapor Mercurio			
	Voltaje: 127 220 254 277 440 480 V	Bulbo: /127 /220 /254 /277 /440 /480	440 y 480 Volts sólo en 250 y 400W.	
Colgante	Entrada	175W Cat. No.	250W Cat. No.	400W Cat. No.
Sin Guarda	1 (25.4 mm)	EYMA83170	EYMA83250	EYMA83400
	1 (25.4 mm)	EYMA83171	EYMA83251	EYMA83401
Pared +	1/2" (19.0 mm)	EVMC82170	EVMC82250	EVMC82400
	1/2" (19.0 mm)	EVMC82171	EVMC82251	EVMC82401
Con Guarda	1 (25.4 mm)	EYMB83170	EYMB83250	EYMB83400
	1 (25.4 mm)	EYMB83171	EYMB83251	EYMB83401
Techo +	1/2" (19.0 mm)	EVMC82170	EVMC82250	EVMC82400
	1/2" (19.0 mm)	EVMC82171	EVMC82251	EVMC82401
Sin Guarda	1 (25.4 mm)	EVMC83170	EVMC83250	EVMC83400
	1 (25.4 mm)	EVMC83171	EVMC83251	EVMC83401
Angular 25°	1 1/2" (31.7 mm)	EYMA84170	EYMA84250	EYMA84400
	1 1/2" (31.7 mm)	EYMA84171	EYMA84251	EYMA84401



**TABLEROS EWP  
CON INTERRUPTORES  
TERMOMAGNETICOS**

**CLASE I, GRUPOS C, D  
CLASE II, GRUPOS E, F, G  
CLASE III**



No. de Interruptores	Forma	Zapata* Principal	No. Cat.	Zapata* Principal	No. Cat.
3	A	1/0	EWP-303*	1/0	EWP-803*
4	A	1/0	EWP-304*	1/0	EWP-804*
5	B	1/0	EWP-305*	1/0	EWP-805*
5	C	1/0	EWP-3055*	1/0	EWP-8055*
6	B	1/0	EWP-306*	1/0	EWP-806*
6	C	1/0	EWP-3065*	1/0	EWP-8065*
7	D	1/0	EWP-307*	1/0	EWP-807*
7	E	1/0	EWP-3075*	1/0	EWP-8075*
8	D	1/0	EWP-308*	4/0	EWP-808*
8	E	1/0	EWP-3085*	4/0	EWP-8085*
9	E	4/0	EWP-3095*	4/0	EWP-8095*
10	F	4/0	EWP-3105*	4/0	EWP-8105*
11	F	4/0	EWP-3115*	4/0	EWP-8115*
12	F	4/0	EWP-3125*	4/0	EWP-8125*

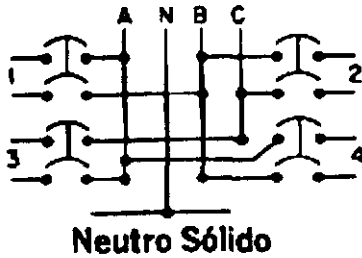
**TABLEROS EWP  
CON INTERRUPTORES  
TERMOMAGNETICOS**

**CLASE I, GRUPOS C, D  
CLASE II, GRUPOS E, F, G  
CLASE III**

**DIAGRAMA DE ALAMBRADO Y  
NUMERACION DE INTERRUPTORES**

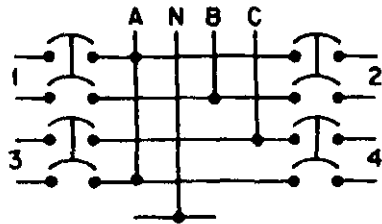
**Sistema 8\***

Alimentación — 4 Hilos, 3 Fases  
Derivados — 3 Hilos, 1 Fase  
Interruptores — 2 Polos  
Neutro Sólido



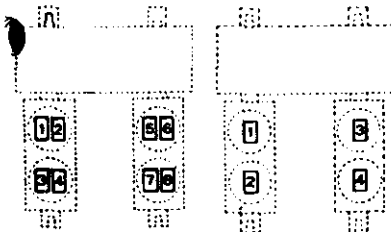
**Sistema 28**

Alimentación — 4 Hilos, 3 Fases  
Derivados — 3 Hilos, 1 Fase  
Interruptores — 2 Polos  
Neutro Sólido



**Sistema de Numeración de Circuitos  
para tableros EWP:**

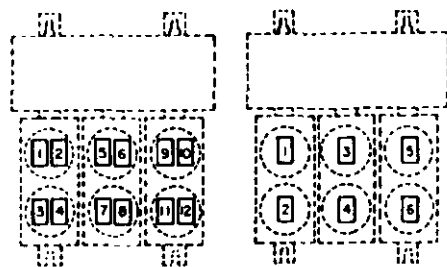
Interruptores Forma A 1Polo      Interruptores Forma A 2 polos



La Numeración para Formas B y D  
Siguen el Mismo Patrón que  
la Forma A

Interruptores  
Forma C 1 Polo

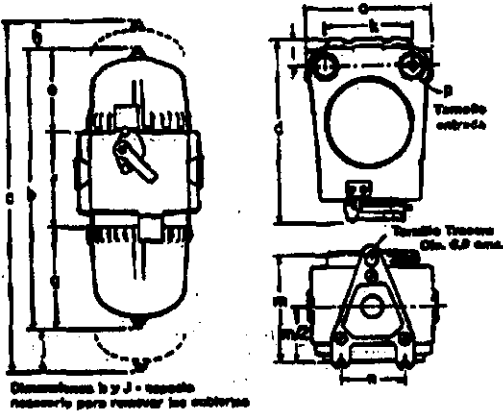
Interruptores  
Forma C 2 Polos



La Numeración para Forma E y F  
Siguen el Mismo Patrón que  
la Forma C

**EPC  
ARRANCADOR  
MAGNETICO**

**CLASE I, GRUPOS C, D  
CLASE II, GRUPOS E, F, G  
CLASE III**



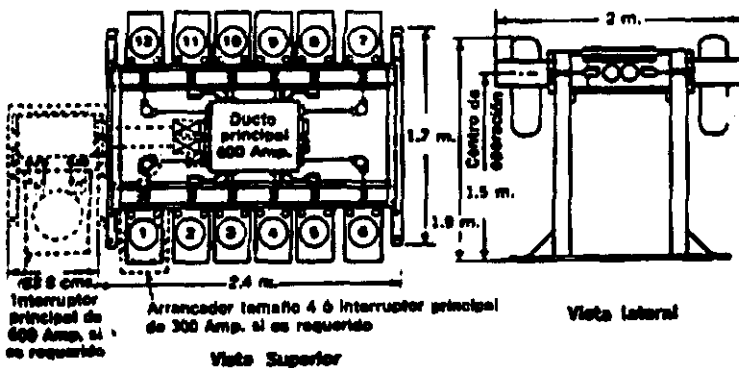
Cat. No.	377	317
EPC	377	317
Diám. int.	17.7cm.	27.9cm
Dimensiones en cm*.		
a	27.0	41.0
b	50.3	64.8
c	60.4	90.2
d	36.5	51.4
e	17.1	23.2
f	19.5	21.9
g	13.6	19.7
h	5.1	11.4
i	5.1	14.0
j	18.7	30.5
k	5.2	6.7
m	23.8	27.9
n	13.3	14.0
p	3.1	6.3

\* Las dimensiones son aproximadas, no para construcción.

**ERK  
SWITCH RACK  
TIPO MODULAR CCM**

**CLASE I, DIVISIONES 1, 2, GRUPOS C, D  
CLASE II, DIVISIONES 1, 2, GRUPOS E, F, G  
CLASE III**

**Rack ERK2 - Doble cara**



**CCM TIPO RACK, CAT. ERK2**

## CONCLUSIONES.

Durante la elaboración de este trabajo se efectuó una breve pero concisa revisión de los principales puntos para la elaboración de un proyecto eléctrico industrial, que deberá cumplir con las condiciones básicas en forma general, como son las condiciones necesarias para que sea adecuada, los métodos y sistemas usados en el diseño y construcción, así como las características de los materiales y equipos, sin descuidar los factores como seguridad, mantenimiento, limpieza, cambio de equipos y el posible crecimiento de la planta.

Partiendo de las consideraciones para determinar una área como peligrosa, dependiendo de las propiedades de los gases, vapores, polvos o fibras combustibles e inflamable, así como su presencia en cantidades o concentraciones peligrosas, marcan los puntos de partida en el principio de un proyecto de áreas peligrosas, posteriormente se realizará la clasificación con respecto a su clase y división considerando las condiciones bajo las cuales estará o podrá estar presente en el aire mezclas explosivas o inflamables, determinando si el lugar será división 1 o división 2 dependiendo del grado de peligrosidad, así también son establecidos sus límites recomendados de acuerdo a los criterios presentados por las diferentes organizaciones investigadoras de este tema.

El Código Nacional Eléctrico ( NEC ), es comúnmente aceptado como una guía para definir criterios de seguridad en la selección e instalación correcta de equipo eléctrico en áreas con ambientes peligrosos, pero deberá tenerse en cuenta que estos son los requisitos mínimos de seguridad y que se pueden añadir otros adicionales para obtener instalaciones todavía más seguras, como los recomendados en el API, NFPA y otras publicaciones.

La correcta selección de una área peligrosa es un factor importante para utilizar hasta donde sea posible, locales donde alojar equipo de fabricación convencional, alejado de las zonas de peligro con el fin de reducir costos e instalaciones de equipo especial.

En un proyecto para áreas peligrosas es importante recabar la mayor información del lugar, procesos que se realizan, posibles expansiones, previsiones para su mantenimiento, realizar la clasificación de áreas tratando de tener la información técnica más reciente, determinar el método de instalación, su selección de equipo considerando la seguridad, confiabilidad, facilidad de operación, economía y mantenimiento.

Para el desarrollo de este trabajo, hemos empleado como herramienta principal la norma oficial Mexicana, destinada al suministro y uso de la energía eléctrica NOM-001-SEMP-1994, ya que este documento es de observación obligatoria en nuestro país, con el propósito de establecer los requisitos que deben satisfacer las instalaciones eléctricas, a fin de establecer criterios básicos de diseño y requisitos mínimos que ofrezcan condiciones de seguridad, si embargo nos hemos apoyado en otras publicaciones referentes, como son el NEC, NFPA, API y otros organismos investigadores de este tema, debido a que en nuestro país no existe una reglamentación para instalaciones eléctricas en áreas peligrosas adecuada y lo suficientemente difundida entre el medio de ingenieros de proyectos para uniformizar criterios, ni compañías que se dediquen formalmente a la investigación de equipo a prueba de explosión, ya que su financiamiento es muy costoso, por lo tanto en instalaciones eléctricas dentro de áreas peligrosas se tiene que depender en gran medida de la tecnología extranjera.

Como parte final del trabajo aquí presentado, hemos desarrollado un ejemplo de aplicación considerando la presencia de un ambiente peligroso, delimitando las áreas y seleccionando el equipo eléctrico adecuado, de acuerdo a lo establecido por las normas y reglamentos, así como las recomendaciones encontradas en el NEC, API, NFPA y PEMEX, para lo cual hemos considerado equipo eléctrico de la marca Crouse Hinds Domex, ya que es una empresa que se caracteriza a nivel internacional por el manejo de equipo eléctrico para ambientes peligrosos.

Al desarrollar este trabajo de tesis, hemos aportado no solamente las bases para el desarrollo de un diseño en especial, sino una investigación teórica, de las consideraciones generales, clasificación, normatividad, selección de materiales, equipos, métodos de instalación, y el principio para su mantenimiento, misma que puede ser una base para otros estudiantes, que pueden encontrar aquí, información básica acerca de instalaciones eléctricas en áreas peligrosas.

Los conocimientos adquiridos a lo largo del estudio de nuestra carrera, fueron fundamentales en la elaboración del ejemplo de aplicación presentado en esta tesis y nos han servido como base durante esta última fase del proyecto.

Pensamos que con la culminación de este trabajo, el objetivo planteado al inicio se ha cumplido; Tener los elementos básicos para diseñar una instalación eléctrica dentro de las áreas consideradas peligrosas, debido a la presencia de gases, vapores, líquidos inflamables, polvos combustibles, fibras o pelusas dispersas en el aire, donde dichos materiales resultan fácilmente inflamables, limitando las áreas donde estas concentraciones tienen la posibilidad de explotar o incendiarse y poder seleccionar los materiales, equipos y procedimientos de instalación que cumplan con los requisitos que establecen las normas y reglamentos.