



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGON**

SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO-ELECTRICISTA

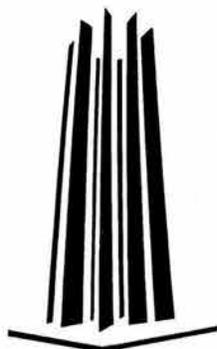
P R E S E N T A N:

FERNANDO PIEDRAS SANTILLÁN

ISKANDER ÁLVAREZ RUÍZ

ASESOR:

ING. ROBERTO CORTÉS BUENROSTRO



SAN JUAN DE ARAGON ESTADO DE MEXICO, AGOSTO DEL 2004



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
SÍNTESIS	3
CAPITULO I SEGURIDAD INDUSTRIAL	6
I.I. DEFINICIÓN DE SEGURIDAD	6
I.II. SEGURIDAD INDUSTRIAL	8
I.III. ACCIDENTES DE TRABAJO	10
I.IV. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	11
CAPITULO II SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS "ELEMENTOS"	13
II.I. INSTALACIÓN ELÉCTRICA	13
II.II. ENVEJECIMIENTO Y OBSOLESCENCIA	16
II.III. FUNCIÓN DE LOS CABLES EN LA INSTALACIÓN	16
II.IV. CANALIZACIONES	25
II.V. CONTACTORES	29
II.VI. SECCIONADORES	30
II.VII. INTERRUPTORES	31
II.VIII. CORTACIRCUITOS FUSIBLES DE BAJA TENSIÓN	34
II.IX. SUBESTACIONES ELÉCTRICAS	34
II.X. SEGURIDAD	36
II.XI. CONTROL Y MANTENIMIENTO	37
II.XII. REPRESENTACIÓN GRÁFICA	38
CAPITULO III NORMATIVIDAD EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	40
III.I. FUNDAMENTO LEGAL DE LA NORMA	40
III.II. NORMAS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS	43
III.III. CAMPO DE APLICACIÓN	48
III.IV. INSTALACIONES ELÉCTRICAS	48
CAPITULO IV CLASIFICACIÓN DE LOS RIESGOS ELÉCTRICOS	49
IV.I. RIESGOS ELÉCTRICOS	49
IV.II. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL EFECTO ELÉCTRICO	53
IV.III. TENSIÓN DE SEGURIDAD	55
IV.IV. CLASE DE RIESGOS ELÉCTRICOS	56
IV.V. MATERIAL DE SEGURIDAD	61
CAPITULO V CLASIFICACIÓN DE ÁREAS PARA LA SELECCIÓN DE EQUIPO ELÉCTRICO	66
V.I. ÁREAS NO PELIGROSAS	66
V.II. ÁREAS PELIGROSAS	67
V.III. CLASIFICACIÓN DE GASES Y VAPORES POR SU GRADO DE PELIGROSIDAD	69
V.IV. GRUPOS DE ATMOSFERAS PELIGROSAS	70
V.V. LÍMITES DE LAS ÁREAS PELIGROSAS	73

CAPITULO VI CALIDAD APLICADA A LA SEGURIDAD	128
VI.I. EVALUACIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD	129
VI.II. FASES PARA ADMINISTRAR LA CALIDAD	130
VI.III. LA COMPRA CON CALIDAD	131
RECOMENDACIONES	133
CONCLUSIONES	146
BIBLIOGRAFÍA	147
GLOSARIO	148

AGRADECIMIENTOS

A nuestros padres:

Por que siempre se esforzaron por darme todo lo que estaba a su alcance, para continuar mis estudios y poder concluirlos y quiero decirles con esto que nunca los voy a defraudar.

A la UNAM por darme la oportunidad de ser parte de ésta gran familia.

A la ENLP Aragón por el cobijo que me dio durante 5 años, por hacerme sentir hijo de la UNAM por darme si no a los mas reconocidos profesores, si a los mejores para mi.

A mis amigos:

A todos aquellos que fueron como estrellas fugases en mi vida, que compartieron el pan techo, y sentir que su presencia fue de un momento y su amistad para toda la vida.

Amigos gracias espero estar siempre cerca de ustedes.

A la familia:

Por el apoyo que me han dado durante estos 25 largos años, por ser mi familia, por su cariño, por el impulso que me dieron cuando decidí emprender mi propio camino fuera de casa, por su amor, por su apoyo, su paciencia, gracias.

A todos mis profesores por lo mucho que me dieron en relación a conocimiento , por ser mis amigos, mis confesores y siempre los oídos prestos a cualquier duda de nosotros sus discípulos, los hijos de la UNAM.

INTRODUCCIÓN

La siguiente tesis tiene la finalidad de divulgar los sistemas de seguridad referentes a las instalaciones eléctricas, así como a los equipos eléctricos que las conforman; desarrolladas en la industria mexicana.

Hasta la fecha se han elaborado normas, procedimientos, estándares o especificaciones reglamentarias de diversos temas y áreas relacionadas con la seguridad en la industria, enfocadas todas ellas hacia la seguridad tanto del personal como de las instalaciones, por lo cual se tratarán las más relevantes con respecto a las instalaciones eléctricas

Este documento tiene la finalidad de ayudar a prevenir los problemas crónicos en el área de las instalaciones eléctricas (reducir costos a la empresa por gastos médicos debidos a lesiones al personal de trabajo, así como a las instalaciones). El diseño de elementos preventivos y selección de equipos eléctricos en las instalaciones va íntimamente ligado a una producción eficiente, pues cualquier falla afecta la integridad de las personas y también de las instalaciones.

En cualquier planta industrial o instalación administrativa es importante considerar la seguridad en el diseño de la misma, ya que esta debe lograrse desde el inicio del proyecto estableciendo los lineamientos o datos básicos de diseño de todos los elementos que lo componen, cumpliendo con las normas y códigos vigentes, aplicándolos o adaptándolos a la industria mexicana, con lo anterior se cumple con lo establecido con el artículo 123 apartado "A" fracciones XIV y XV de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Toda instalación eléctrica debe conservarse siempre en condiciones de operación normal para satisfacer adecuadamente las necesidades de la demanda de energía para lo cual fue diseñada. En las instalaciones industriales de proceso continuo, tal como es en el caso de las refinerías de petróleo, las fallas de equipo eléctrico producen serios trastornos que a su vez ocasionan grandes pérdidas económicas.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Dar una visión en conjunto de las diferentes normas, técnicas y especificaciones de seguridad para disminuir accidentes de trabajo, ya que éstos se reflejan en la economía de la industria, principalmente donde se involucren las instalaciones eléctricas, así como recomendaciones para la prevención de riesgos.

Reducir los accidentes ocasionados por instalaciones eléctricas hasta poder eliminarlos, una forma es conocer sobre las clases de áreas de una instalación según su grado de peligrosidad dentro de la industria para poder emplear el equipo correspondiente para cumplir con las normas y preservar la seguridad.

Otro aspecto a tomar en cuenta es el que toda persona involucrada en la industria pueda contar con un procedimiento de actuación ante un incidente; saber lo que hay que hacer, como hacerlo y como lograr que se haga, sin olvidar la posibilidad de saber si se hace y si se hace bien.

OBJETIVOS PARTICULARES

Cumplir con los requisitos de titulación para poder ser ingenieros titulados y poder ejercer como tales con respeto a nuestra carrera e institución con el fin de mejorar a nuestro país y el bien propio.

Estar capacitado en materia de seguridad ya que es fundamental en el ámbito laboral como personal, difundiendo los conocimientos para que todo mi entorno crezca obteniendo la seguridad que todos deseamos.

Crear y despertar una inquietud dentro de la sociedad acerca de la importancia de la seguridad en nuestras instalaciones eléctricas para que todos formemos parte de la realización, mantenimiento, supervisión, y preservación de éstas.

SÍNTESIS

CAPITULO I SEGURIDAD INDUSTRIAL

I.I. Definición de Seguridad: Es la ausencia de peligro en el transcurso de la jornada de trabajo, sin accidentes ni enfermedades profesionales.

I.II. Seguridad Industrial: Es la especialidad que se encarga de la aplicación de técnicas, normas, procedimientos, estándares o especificaciones reglamentarias, encaminados a prevenir o evitar accidentes.

I.III. Accidentes de Trabajo: Es un acontecimiento, normalmente violento, ocasionado por una causa externa, produciendo a la persona lesiones corporales y a veces la muerte.

I.IV. Equipo de protección personal: Es un medio de proteger al cuerpo cuando se encuentra en condiciones extremas.

CAPITULO II SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS "ELEMENTOS"

II.I. Instalación Eléctrica: Es el conjunto de aparatos y accesorios destinados a la producción, distribución y utilización de la energía eléctrica.

II.II. Envejecimiento y Obsolescencia: Es cuando pasa el tiempo y la instalación envejece, su vida útil se hace obsoleta, pudiendo comenzar a ser peligrosa.

II.III. Función de los cables en la instalación: Es la de llevar energía de un punto a otro, deben transmitir la corriente correspondiente que varía y consecuentemente se presenta en una variación de tensión que debe ser mínima.

II.IV. Canalizaciones: Son tuberías, canaletas, estructuras y accesorios en general que forman diversos sistemas de la instalación

II.V. Contactores: Es un electromecánico de control el cual permite la conexión o desconexión de cualquier circuito eléctrico.

II.VI. Seccionadores: Es un electromecánico de control el cual permite la conexión o desconexión de cualquier circuito eléctrico

II.VII. Interruptores: Dispositivo mecánico cuya función es interrumpir o restablecer una o repetidas veces

II.VIII. Cortacircuitos Fusibles de Baja Tensión: Son elementos de protección de los circuitos eléctricos.

II.IX. Subestaciones Eléctricas: Es el conjunto de elementos o dispositivos que tienen la función de modificar los parámetros de energía.

II.X. Seguridad: En la instalación es cero y uno, uno es certeza de que el evento no se producirá, cero es lo contrario.

II.XI. Control y Mantenimiento: Es la realización de tareas en forma periódica observando en detalle la instalación

II.XII. Representación Gráfica: Son los planos croquis esquemas o gráficas de una instalación eléctrica bien organizados traen ventajas en términos de seguridad

CAPITULO III NORMATIVIDAD EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

III.I Fundamento Legal de la Norma: La secretaria de energía, por conducto de la Dirección General de gas L.P. y de instalaciones eléctricas, publica la Norma Oficial Mexicana NOM-001SEDE-1999 "Instalaciones Eléctricas (Utilización)".

III.II. Normas en Instalaciones Eléctricas: Código Eléctrico Nacional, emitido por la Asociación Nacional de Protección Contra Incendios (NFPA), Norma Oficial Mexicana MON-001-SEDE-1999 "Instalaciones Eléctricas (Utilización)"

III.III Campo de Aplicación: Propiedades industriales, comerciales, residenciales y de vivienda, institucionales cualquiera que sea su uso, publicas y privadas, y en cualquiera de los niveles de tensiones eléctricas de operación.

III.IV. Instalaciones Eléctricas: Como pueden observar la NOM-001-SEDE-1999, es de uso obligatorio para todas las instalaciones eléctricas que se realicen en el país.

CAPITULO IV CLASIFICACIÓN DE LOS RIESGOS ELÉCTRICOS

IV.I. Riesgos Eléctricos: Es lo que puede ocasionar la corriente eléctrica por un incidente en el cuerpo humano.

IV.II. Factores que influyen en el efecto eléctrico: Intensidad, resistencia, frecuencia, tiempo de contacto, recorrido de la corriente a través del cuerpo humano, capacidad de reacción de la persona. Todos estos factores son variables y en conjunto nos dan el grado de severidad del accidente.

IV.III. Tensión de Seguridad: Es con la que se puede trabajar para mantenimiento es de 25V en ambiente húmedo y de 50V en ambiente seco, mayores que estas pueden causar algunos daños o la muerte.

IV.IV. Clase de Riesgos Eléctricos: **Contactos directos.** Son aquellos en que las personas entran en contacto con una parte viva de la instalación, **Contactos indirectos.** Son aquellos en que las personas entran en contacto con algún elemento que no forma parte del circuito.

IV.V. Material de Seguridad: Es el equipo de protección individual y alfombras aislantes o banquetas, baínas y caperuzas aislantes, comprobadores de tensión, herramientas aisladas, material de señalización etc.

CAPITULO V CLASIFICACIÓN DE ÁREAS PARA LA SELECCIÓN DE EQUIPO ELÉCTRICO

V.I. Áreas no peligrosas: Son áreas en que la liberación de sustancias inflamables ocurre raramente, áreas libremente ventiladas en las que se tengan las sustancias inflamables en sistemas cerrados.

V.II. Áreas peligrosas: Son aquellas en las que el peligro de fuego o explosión puede existir, debido a la presencia de gases o vapores, líquidos, fibras o pelusas volátiles inflamables, subdivididas en áreas clase I, II, II.

V.III. Clasificación de gases y vapores por su grado de peligrosidad: Se debe tomar en cuenta la contaminación del aire que le rodea, cuando se formen o se puedan formar mezclas atmosféricas con gases, vapores o polvos cuya peligrosidad depende específicamente de los contaminantes.

V.IV. Grupos de atmósferas peligrosas: Se consideraron tres, Líquidos, gases y vapores inflamables, más ligeros que el aire.

V.V. Límites de las áreas peligrosas: Las delimitan las posibles fuentes de peligro inevitables como las fugas, sitios en los cuales se libere productos inflamables, llenaderas, venteos, purgas, válvulas de alivio etc.

CAPITULO VI CALIDAD APLICADA A LA SEGURIDAD

VI.I. Evaluación y Control de la Calidad: Se puede contemplar desde dos puntos. **Cualitativa** determina que tan buena o que tan mala es una materia prima o producto, **Cuantitativa** se refiere a cumplir parámetros del cliente o fabricante.

VI.II. Fases para administrar la calidad: Determinar los puntos críticos, que evaluar numero de evaluaciones, determinar partes del proceso general, recurso humano que participan en la evaluación, nivel de especialización y conocimientos, técnicas de evaluación.

VI.III. La Compra con Calidad: El producto requerido no se ve por lo regular, se debe explicar al proveedor lo que se necesita, lo que se desea, describir con suficiente precisión y el nivel de calidad requerido.

CAPÍTULO I

SEGURIDAD INDUSTRIAL

I.I. DEFINICIÓN DE SEGURIDAD

La palabra seguridad viene del latín “**securus**” que significa libre y exento de todo peligro, daño o riesgo; certeza, confianza, sin aventurarse a ningún riesgo.

Hay que tomar en cuenta que la seguridad en el ámbito de trabajo no es un conjunto de normas escritas, ni medios de protección, ni los carteles o los colores de señalización, es una “**filosofía operativa de la dirección**” que debe ser aplicada con la misma firmeza que la que se empeña en buscar una buena producción, en calidad y cantidad, optimizando los costos de su inversión en materia de seguridad, tomando en cuenta que el factor humano es prioritario en el proceso productivo.

Toda industria, comercio o residencial debe cumplir con lo establecido en el artículo 123 apartado “A” fracciones XIV y XV de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

XIV.- Los empresarios serán responsables de los accidentes del trabajo y de las enfermedades profesionales de los trabajadores, sufridas con motivo o en ejercicio de la profesión o trabajo que ejecuten; por lo tanto, los patronos deberán pagar la indemnización correspondiente, según que haya traído como consecuencia la muerte o simple incapacidad temporal o permanente para trabajar, de acuerdo con lo que las leyes determinen. Esta responsabilidad subsistirá aun en el caso de que el patrono contrate el trabajo por un intermediario.

XV.- El patrón estará obligado a observar, de acuerdo con la naturaleza de su negociación, los preceptos legales sobre higiene y seguridad en las instalaciones de su establecimiento, y a adoptar las medidas adecuadas para prevenir accidentes en el uso de las maquinas, instrumentos y materiales de trabajo, así como a organizar de tal manera este, que resulte la mayor garantía para la salud y la vida de los trabajadores, y del producto de la concepción, cuando se trate de mujeres embarazadas. las leyes contendrán, al efecto, las sanciones procedentes en cada caso;

Otra visión sobre la seguridad es la ausencia del peligro en el transcurso de la jornada de trabajo es por consiguiente el trabajo sin accidentes ni enfermedades profesionales. El accidente no siempre es algo fatal no es imprevisible y no es inevitable.

La acción encaminada a disminuir los peligros en el trabajo hasta llegar a eliminarlos por completo, es el objetivo de la **seguridad** y se lleva a término mediante la **prevención**.

I.I.I. SEGURIDAD E HIGIENE

Como todos sabemos la Seguridad e Higiene, tanto en el ámbito laboral como en el personal es muy importante, ya que todos estamos expuestos a sufrir algún accidente con consecuencias graves e inclusive la muerte. En este caso solamente nos vamos a referir a la seguridad e higiene dentro de la industria, ya que este tema es el que nos acontece.

La seguridad en la industria es algo obligatorio ya que dentro de ella existen una extensa infinidad de riesgos, los cuales son muchas veces provocados por la negligencia humana. La higiene laboral tiene por objetivo final la salud total del trabajador.

Las enfermedades de trabajo provienen de la presencia de factores químicos, físicos y biológicos, los cuales provocan inestabilidad al trabajador, provocando así que pueda ocurrir un accidente inesperado.

Los factores que provocan muchos accidentes en las plantas ocurren por falta de atención y mantenimiento a las instalaciones y al equipo de protección o escasez del mismo o muchas veces también es por la incomodidad que estos equipos provocan a los trabajadores y por estas causas no los utilizan.

Existen diferentes accidentes y enfermedades profesionales a los que los trabajadores se exponen al realizar su trabajo, igualmente existen diferentes equipos de protección, los cuales tienen una utilidad y una tarea específica, según sea el caso, dentro de las diferentes actividades que se realizan en la industria.

También existen señales de prevención que se utilizan en el ámbito laboral, tienen por objeto el evitar riesgos y accidentes a los trabajadores dentro de sus áreas laborales.

I.I.II. LOS PROBLEMAS A VENCER

La seguridad desde sus inicios a estado en transición, pasó de ser solo un enfoque a convertirse en la eliminación de agentes de riesgo, principalmente en el lugar de trabajo. Hoy en día la transición se ha ido logrando, por lo cual la conciencia de cada trabajador es cada vez mayor y las posibilidades han crecido para satisfacer las necesidades del control de posibles riesgos.

Pero aún el problema más difícil es que no se han encontrado los métodos totalmente eficientes para implantar las técnicas de seguridad que den un resultado eficaz, ya que fundamentalmente el estudio se debe basar en las aptitudes de los trabajadores y las tareas que éstos realizan, las cuales repercuten a corto o a largo plazo en pérdidas.

I.II. SEGURIDAD INDUSTRIAL

Es la especialidad que se encarga de la aplicación de técnicas, normas, procedimientos, estándares o especificaciones reglamentarias, etc. sustentadas por todas las áreas y experiencias adquiridas en todos los campos encaminados a prevenir o evitar accidentes.

El diseño de elementos preventivos y la selección de instrumentos y equipos, en las instalaciones van íntimamente ligado a una producción eficiente, pues cualquier falla afecta la integridad de las personas y también de las instalaciones.

Otro de los aspectos más importantes en toda organización en el ámbito de bienes o servicios es la seguridad que posee y que integra las variables de cualquier proceso - recurso humano, materiales y maquinaria.

Dentro del medio laboral, el trabajador intercala con diferentes condiciones de trabajo que pueden afectarlo positiva o negativamente. Por esto se dice que el trabajo puede convertirse en un instrumento tanto de salud como de enfermedad para el individuo, la empresa y la sociedad.

Se establece una relación directa entre la **salud** y el **trabajo** entendido como el vínculo del individuo con la labor que desempeña y la influencia que sobre la salud que acarrea dicha labor. Este conjunto de variables que definen la realización de la tarea y el entorno en que ésta se realiza se denomina **condiciones de trabajo** y están constituidas por factores del ambiente, de la tarea y de la organización.

Los conceptos que respaldan la seguridad industrial están basados en su mayoría *para controlar las lesiones durante el trabajo*. Para demostrar que es tan posible como práctico el alcanzar buenas metas en la seguridad, basta con observar el progreso nacional realizado por las industrias abocadas al mejor conocimiento de las lesiones producidas en el trabajo.

Si lo analizamos desde el punto de vista nacional o de un particular, se pueden lograr ahorros significativos en lesiones de seres humanos y pérdidas de utilidades a través de esfuerzos efectivos encaminados a fomentar la seguridad en la industria, se ha observado que en la medida que el personal es capacitado en seguridad industrial, la frecuencia y severidad de los accidentes disminuye con índices significativos.

Desde luego, a medida que los accidentes se someten a control se hace más difícil seguir logrando reducciones importantes y se necesita un buen programa para conservar los logros obtenidos.

I.II.I. PROGRAMAS DE SEGURIDAD

Es el conjunto sistemático de todas las actividades de seguridad, hecho con el objeto de lograr la mayor reducción de accidentes con la menor inversión de esfuerzos y recursos. Al elaborarlo debe hacerse sumamente objetivo; es decir, incluir solamente actividades que realmente ayuden a reducir accidentes e incendios y, con la extensión y profundidad justa.

Ni menores que las hagan deficientes, ni mayores que constituyan un despilfarro, todos los miembros de la comisión de seguridad dentro de una industria son responsables de no perder nunca este punto de vista, pues está en sus manos, tanto la protección del personal y de la planta, como los recursos monetarios y los esfuerzos de todos.

I.II.II. CAUSAS PRÓXIMAS

Las causas próximas son las que conducen directamente a la producción del accidente. Estas existen en dos formas:

- a). *Condiciones Inseguras*, que son los riesgos que hay en los materiales, en las herramientas, en la maquinaria, en los edificios y en el medio que rodea al individuo, ya sea por defecto u omisión, o por la propia naturaleza de éstos y que representan un peligro de accidente.
- b). *Prácticas Inseguras*, son los actos que en su ejecución exponen a las personas a sufrir un accidente.

I.II.III CAUSAS REMOTAS

Son las no menos importantes que se encuentran detrás de las causas próximas. Concretando:

- a). Las lesiones y los daños son producidos por los accidentes; éstos a su vez se producen por las causas próximas que existen y que también son activadas por las causas remotas.
- b). El único punto vulnerable de este proceso, para obtener una reducción adecuada de lesiones y daños, es eliminando o controlando las causas.

I.III. ACCIDENTES DE TRABAJO

Un accidente de trabajo, es un acontecimiento, normalmente violento, ocasionado por una causa externa, produciendo a la persona lesiones corporales, y a veces la muerte, se muestra el esquema cronológico de un accidente:



Un suceso anormal, súbito o casi súbito, imprevisible, ocurrido en el trabajo, por el trabajo o a consecuencia del mismo y que produce una disminución o anulación de la integridad anatómica y fisiológica del trabajador, recibe el nombre de accidente de trabajo.

I.III.I. PREVENCIÓN

Se puede efectuar:

- a. Eliminando la fuente de riesgo, por ejemplo, cambiando el uso de una sustancia peligrosa por otra no-peligrosa o cambiando el procedimiento de operación para eliminar un paso peligroso. No siempre será posible eliminar las fuentes del riesgo, pero es la mejor forma de prevención.
- b. Para evitar los riesgos inminentes a las personas, se recomienda el uso de lo que comúnmente se conoce como bloqueadores, como es el caso de protecciones o de guardas, tapas o rejas metálicas que evitan materialmente que las personas toquen las partes peligrosas, como las guardas de bandas, engranes o poleas, dispositivos eléctricos o electrónicos; así mismo también se recomienda el uso de sensores en algunos procesos los cuales son accionados automáticamente cuando una persona está en riesgo a pesar de los costos de que esto pueda ocasionar.
- c. Protegiendo a la persona para evitar que el riesgo, entre en contacto con ella, por ejemplo el uso de equipo de protección personal, como guantes, zapatos de seguridad, cascos, máscaras, etc., esta prevención debe usarse como último recurso.
- d. Advirtiendo a las personas del riesgo que existe para que se protejan, por ejemplo, colocando carteles: “Cuidado con el tren”, “piso resbaloso”, etc.

Para poder hacer una buena prevención se necesita tener experiencia, conocimientos técnicos e ingenio.

I.III.II. AGENTES FÍSICOS

Estos agentes están íntimamente relacionados con el trabajo, aunque también pueden considerarse como agentes de la vida cotidiana. Dentro de los agentes físicos se encuentran: el ruido, las vibraciones, el calor, la iluminación, la fatiga y el estrés; en algunas ocasiones estos agentes forman parte de los riesgos en el ambiente de trabajo.

I.IV. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

Aún cuando lo fundamental en cualquier esfuerzo en pro de la seguridad es modificar el ambiente físico, para hacer imposible que hechos no deseados se produzcan, en ocasiones es necesario, por razones de seguridad y económicas, salvaguardar al personal, equipándolo a éste en forma individual con equipo protector personal especializado.

El equipo de protección personal es un medio que protege al cuerpo cuando se encuentra en condiciones extremas o inseguras. Se reconoce que el uso del equipo protector personal es una consideración importante y necesaria en el desarrollo de un programa de seguridad.

Sin embargo, como hasta cierto punto es necesario depender del equipo protector personal, en ocasiones existe la tentación de emplearlo sin intentar previamente investigar en forma escrupulosa los métodos posibles para corregir la situación peligrosa.

En ocasiones los trabajadores no ven con gusto el uso del equipo, por su incomodidad. En consecuencia, el equipo puede ser alterado por sus usuarios, tratando de obtener un ajuste más satisfactorio, lo que se puede traducir en una disminución de la efectividad del equipo de protección.

Como resultado, no se obtiene la protección máxima de diseño que el equipo podría suministrar. Por otra parte, la eficiencia productiva y la moral de los trabajadores será mayor cuando el ambiente ha sido corregido, que cuando se ven obligados a portar equipo protector poco cómodo.

CAPÍTULO II

SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS "ELEMENTOS"

II.I. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Se entiende por instalación eléctrica el conjunto de aparatos y accesorios destinados a la producción, distribución y utilización de la energía eléctrica.

En su forma más simple la instalación eléctrica esta formada por un generador, conductores, elementos capaces de cerrar y abrir el circuito, contactores, y las conexiones entre todos ellos. Para nosotros el generador será la red eléctrica que nos alimenta, la vemos como una fuente de tensión, a la que a través de aparatos y cables, conectamos las cargas, las cuales son los aparatos utilizadores de energía como son; lámparas, motores, controles de maquinarias, computadoras, fax, entre otros.

Un circuito muy simple formado por una fuente (una pila), un interruptor, una lamparita, y cables, tiene todas las características de una instalación eléctrica elemental.

La pila alimenta el circuito con una cierta tensión (voltaje), cuando el interruptor esta cerrado (hay continuidad eléctrica) en el circuito circula cierta corriente, que esta limitada por la resistencia del circuito, en el circuito se disipa cierta potencia (calor y luz en este caso).

Las formas normales de distribución de energía eléctrica son con corriente alterna (la pila es de corriente continua), la tensión varia en el tiempo asumiendo en cada instante un valor distinto con una ley sinusoidal (representada por la función trigonométrica seno - forma ondulada, con máximos en un sentido y otro, alrededor del cero).

¿Por que se utiliza esta forma de distribución de energía? Las maquinas que generan corriente alterna (generadores sincrónicos) son de diseños más simples y tienen ventajas técnicas que facilitan la generación, también se presentan ventajas en la transmisión y distribución, particularmente por la facilidad de cambiar la tensión mediante transformadores y entonces se puede transmitir con menor costo de conductores.

Los aparatos utilizadores tienen la función de transformar la energía eléctrica en energía utilizada en iluminar, calentar o trabajo mecánico, la máquina generadora de energía eléctrica a mecánica más simple es el motor *asíncrono trifásico*, la energía eléctrica distribuida en forma trifásica es conveniente para la utilización en motores, también para su producción y distribución.

Desde nuestro punto de vista la distribución trifásica nos presenta tres generadores que nos dan tres tensiones sinusoidales desfasadas entre sí en el tiempo, esta fuente equivalente tiene tres puntos en tensión llamados fases (vivos) y, un punto llamado neutro, a veces no accesible.

Esta fuente también nos sirve como fuente de alimentación monofásica cuando nos conectamos a una fase y el neutro, la alimentación de algunas cargas muy particulares se hace entre dos fases (se llaman bifásicas).

Los aparatos eléctricos se conectan a la instalación eléctrica en derivación, quedan conectados a los conductores de la distribución en paralelo entre sí, a la misma tensión, esta forma de distribución tiene la ventaja que independiza la alimentación de los distintos aparatos eléctricos.

Se llama sistema eléctrico a la parte de una instalación eléctrica que se encuentra a una misma tensión (voltaje) y que por lo tanto guarda similitud desde el punto de vista constructivo.

Desde el punto de vista constructivo los sistemas eléctricos se clasifican en categorías:

- Sistemas de baja tensión
- Sistemas de mediana tensión
- Sistemas de alta tensión

Esta clasificación sirve para ligar a normas constructivas para la realización de los proyectos, a normas de seguridad, su utilización, el cómo utilizar los aparatos etc.

II.I.I. COMPONENTES

Son todos los elementos de nuestra instalación desde la fuente de alimentación hasta la alimentación de las cargas. Observemos una instalación eléctrica real, a partir de la red eléctrica de distribución, encontramos:

- Cables conductores,
- Fusibles de protección,
- Medidor de energía,
- Tablero de distribución,
- Ramales de distribución,
- Circuitos utilizadores.

Si miramos en detalle algunos componentes, como los tableros encontramos:

- Interruptores,
- Fusibles,
- Instrumentos,
- Lámparas de señalización.

Los componentes de la instalación se pueden clasificar por su función:

- Transformación (transformadores),
- Transmisión (cables, barras),
- Maniobra (interruptores, seccionadores, contactores),
- Protección (relevadores, interruptores, fusibles),
- Utilización (lámparas, calefactores, motores, aparatos en general),
- Medición (instrumentos, amperímetros, voltímetros, medidores).

La instalación debe satisfacer dos exigencias fundamentales:

- *Eficiencia funcional*
- *Duración (vida útil)*

Con el termino *eficiencia funcional* sintetizamos:

- Garantizar continuidad en el suministro de energía, dentro del área de responsabilidad de la instalación de que se trata.
- Mantener dentro de límites tolerables los parámetros característicos de la distribución (la tensión por ejemplo).
- Protección frente a fallas, adecuada para mantener la integridad de la instalación, y selectividad adecuada para minimizar el área afectada por la actuación de las protecciones.

La *vida útil* de la instalación, es el tiempo durante el cual la instalación mantiene su eficiencia funcional, la realización de la instalación implica un costo que debe ser amortizado en un periodo de varios años y, que debe corresponder a la duración real de la instalación.

La instalación debe estar proyectada para hacer frente a su vida útil, pero también se debe mantener y utilizar de manera adecuada para que esto ocurra.

Ligados al proyecto y realización esta la cuidadosa selección de los materiales (de calidad adecuada a las exigencias) y su racional utilización y conservación (dentro de sus límites de prestaciones, actuando con operaciones de mantenimiento necesarias en tiempo oportuno y forma adecuada).

A veces ocurre que un proyecto fue concebido para ciertas condiciones de carga que han cambiado y han sido superadas por la realidad, por ejemplo se agregan nuevas cargas y la vieja instalación eléctrica resulta inadecuada, estas situaciones deben señalarse a fin de que no se produzca el colapso total de la instalación, que podría también llegar a dañar a las cargas.

En cualquier instalación eléctrica civil o industrial, todos los materiales y los aparatos deben responder a las normas y unificaciones reconocidas, cuando existen. Esta situación está indicada para hacer notar la calidad que otorga una institución competente.

II.II. ENVEJECIMIENTO Y OBSOLESCENCIA

Es natural que a medida de que pasa el tiempo la instalación envejece, y cuando se supera su vida útil se hace obsoleta, pudiendo comenzar a ser peligrosa.

Aparecen corrientes de fuga por la pérdida de aislamiento, incrementos de pérdidas por bornes flojos y contactos gastados donde solo la renovación permite recuperar la instalación.

Sabemos que el desgaste que sufre la instalación es acumulativo, frecuentemente las pérdidas y daños por fallas de la instalación cuestan más que su reparación oportuna.

II.III. FUNCIÓN DE LOS CONDUCTORES Y CABLES EN LA INSTALACIÓN

Para realizar una instalación eléctrica debemos determinar los puntos de alimentación y distribución de energía con forme a nuestras necesidades, tomando en cuenta la tensión que se utilizará, esto directamente nos hace seleccionar el conductor adecuado.

Los cables o líneas de transmisión en general, se instalan o construyen con la función de llevar energía de un punto a otro. Cuando las distancias son pequeñas se utilizan con la misma finalidad los conductos de barras.

Como la distribución de energía se hace (normalmente) conectando las cargas en derivación, los cables deben transmitir la correspondiente corriente, que varía y consecuentemente se presenta una variación de tensión que debe ser mínima, además los cables deben soportar las situaciones que se presentan cuando hay fallas en la red.

Los cables representan una cierta inversión en la red eléctrica, que es relativamente importante, y en ellos se producen pérdidas de energía (efecto Joule) que asumen importancia económica y deben tenerse en cuenta en la selección del cable apropiado.

II.III.I. CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES DE CABLES Y LÍNEAS

Las líneas, cable o barras deben ser capaces de transportar la corriente normal de funcionamiento, y la que se presenta en situaciones de emergencia, si el cable es relativamente corto deberá soportar desde el punto de vista térmico esta corriente.

Si el cable es relativamente largo, la caída de tensión (diferencia entre la tensión en sus extremos) asume importancia y puede ser necesario verificar estas condiciones, no olvidemos que la distribución de energía eléctrica se hace a tensión constante.

En caso de emergencia puede ser admisible sobrecargar el cable, el límite de carga del cable esta dado por la temperatura que alcanza el material conductor, que puede degradar sus características mecánicas, y en los cables con aislante afecta la duración de éste, reduciendo su vida útil. La temperatura del cable depende del ambiente, por lo que su capacidad de sobrecarga esta ligada a estas condiciones (temperatura, velocidad del aire, etc.).

Todo sistema eléctrico tiene el propósito común de proporcionar energía eléctrica al equipo de utilización, en forma segura, confiable y económica.

El sistema se debe diseñar para entregar en el punto de localización de cada equipo, la energía necesaria sobre una base de continuidad, sin causar sobrecalentamiento o produciendo caídas de voltaje inaceptables.

La planeación inicial de un sistema involucra la preparación de un diagrama unifilar que muestre las interconexiones entre las componentes básicas.

Una parte importante de cualquier sistema eléctrico es el alambrado que conecta todas las componentes, que se puede dividir entre secciones y que se denominan genéricamente, el servicio de entrada, alimentadores y circuitos derivados.

Debemos tener en cuenta que existen diferentes secciones en instalaciones eléctricas a la sección que llega a nuestro lugar de empleo se le llama servicio de entrada que esta formada por los conductores que entregan energía del sistema de alimentación de energía eléctrica a la subestación o al tablero de distribución de la industria o instalación a ser alimentada. El equipo de servicio es el control principal y puede ser en ciertos casos el cortocircuitos de la compañía suministradora. Cuando la alimentación de la compañía suministradora se haga en media o alta tensión, se requiere frecuentemente del uso de una subestación reductora, para poder tener el nivel del voltaje de utilización.

En otra sección más adentro de nuestra industria tenemos los elementos alimentadores, estos son los conductores desde el punto de entrega en el equipo de servicio hasta el último dispositivo de protección de sobrecorriente del circuito derivado. El alimentador principal tiene su origen en la localización del equipo de servicio y los subalimentadores se originan en el tablero principal o los centros de distribución y hacia la localización de los equipos.

Y posteriormente contamos con los circuitos derivados que son los conductores que entregan la energía desde el punto de localización del dispositivo de sobrecorriente final hasta el equipo de utilización.

Cada alimentador, subalimentador o circuito derivado requiere de su propia protección de sobrecorriente, ya sea con un interruptor o bien con fusibles.

II.III.II. CARACTERÍSTICAS DE CONDUCTORES Y CABLES

La selección correcta del tamaño de los conductores para circuitos alimentadores, circuitos derivados depende de lo siguiente:

- Capacidad continua (permanente) de corriente,
- Capacidad a la corriente de cortocircuito,
- Máxima caída de voltaje permisible.

Los conductores y cables instalados en los tubos conduit y canalizaciones, se podrían considerar como las arterías, venas por las cuales circula la corriente eléctrica. Esto forma la parte más importante del sistema eléctrico por sus características conductoras. El material conductor es por lo general cobre o aluminio, el aislamiento puede cambiar dependiendo de las aplicaciones que se tengan en los distintos tipos de instalaciones eléctricas. Existe también una interacción del campo magnético, producido por la circulación de corriente en el conductor, con las características magnéticas de la canalización.

Por ejemplo, los conductores instalados en canalizaciones de acero tendrán una impedancia más alta que la de conductores semejantes en canalizaciones no metálicas, como es el caso del PVC.

Para instalaciones eléctricas, se fabrican de sección circular con material sólido (cables), dependiendo la cantidad de corriente por conducir (ampacidad) en su utilización, aunque en algunos casos se fabrican en secciones rectangulares o tubulares para altas corrientes. Desde el punto de vista de las normas, los conductores se han identificado por un número, que corresponden a lo que comúnmente se conoce como el calibre, normalmente se sigue el sistema americano de designación **AWG** (American Wire Gage); siendo el más grueso el número 4-0, siguiendo, en orden descendente del área del conductor, los números 3-0, 2-0, 1-0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 que es el más delgado usado en instalaciones eléctricas. Para conductores con un área mayor del designado como 4-0, se hace una designación que está en función de su área en pulgadas, para lo cual se emplea una unidad denominada el Circular Mil, siendo un conductor de 250 corresponderá a aquel cuya sección sea de 250,000 Circular Mil, así sucesivamente.

(1) Se denomina Circular Mil a la sección de un círculo que tiene un diámetro de un milésimo de pulgada (0.001 pulg).

II.III.III. AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES

Existe una amplia variedad de aislamientos para conductores para satisfacer los requerimientos de las distintas aplicaciones. Estos tipos de aislamientos están diseñados sobre una forma estándar y todos los cables están marcados con información sobre su tamaño, ya sea expresado en **AWG** o **KCMIL** (de acuerdo a la designación americana), su voltaje y su tipo de aislamiento.

El aislamiento de los cables se designa como:

- A** Aislamientos de asbesto,
- MI** Aislamiento mineral,
- R** Aislamiento de hule,
- SA** Aislamientos de silicio-asbesto,
- T** Aislamiento termoplástico,
- V** Aislamiento de cambray barnizado,
- X** Aislamiento de polímero sintético barnizado.

Los cables también se designan por su medio de operación como:

- H** Resistente al calor hasta 75°C,
- HH** Resistente al calor hasta 90°C,
Si no hay designación, significa 60°C,
- W** Resistente a la humedad,
- UF** Para uso subterráneo,

Muchos cables están diseñados y certificados para ser usados en varias condiciones ambientales, dichos cables son de multiuso y están marcados. Por ejemplo, un cable marcado **TW**, indica 60°C, con aislamiento termoplástico capaz de ser usado en ambientes húmedos.

El tipo **THW**, indica 75°C, con aislamiento termoplástico para uso en ambientes húmedos.

El tipo **XHHW**, representa un cable con aislamiento sintético de polímero trenzado para operar hasta 90°C.

La ampacidad de un cable es su capacidad de conducción continua de corriente bajo condiciones específicas. Estos datos sobre ampacidad o capacidad de conducción de corriente se dan en las tablas siguientes y, se basan en una temperatura ambiente de 30°C, por lo que se dan factores de corrección para temperaturas diferentes a 30°C.

Para instalaciones eléctricas prácticas, el menor calibre de conductor recomendado es el No.14 **AWG**, y la máxima protección contra sobrecorriente para los calibres No.14, No.12 y No.10 **AWG** es: 15, 20 y 30 A, respectivamente.

TABLA 1

CALIBRE (AWG O MCM)	ÁREA (CMIL)	NÚMERO DE HILOS	DIÁMETROS DE CADA HILO (PULG).	RESISTENCIA EN C.D.	
				COBRE	ALUMINIO
18	1.620	1	0.0403	6.51	10.7
16	2.580	1	0.0508	4.10	6.72
14	4.110	1	0.0641	2.57	4.22
12	6.530	1	0.0808	1.62	2.66
10	10.380	1	0.1019	1.018	1.67
8	16.510	1	0.1285	0.6404	1.05
6	26.240	7	0.0612	0.410	0.674
4	41.740	7	0.0772	0.259	0.424
3	52.620	7	0.0867	0.205	0.336
2	66.360	7	0.0974	0.162	0.266
1	83.690	19	0.0664	0.129	0.211
0	105.600	19	0.0745	0.102	0.168
0	133.100	19	0.0837	0.0811	0.133
0	167.800	19	0.0940	0.0642	0.105
0	211.600	19	0.1055	0.0509	0.0836
250	250.000	37	0.0822	0.0431	0.0708
300	300.000	37	0.0900	0.0360	0.0590
350	350.000	37	0.0973	0.0308	0.0505
400	400.000	37	0.1040	0.0270	0.0442
500	500.000	37	0.1162	0.0216	0.0354
600	600.000	61	0.0992	0.0180	0.0295
700	700.000	61	0.1071	0.0154	0.0253
750	750.000	61	0.1109	0.0144	0.0236
800	800.000	61	0.1145	0.0135	0.0221
900	900.000	61	0.1215	0.0120	0.0197
1000	1.00.000	61	0.1280	0.0108	0.0177

La capacidad de conducción de corriente para un conductor dado está determinada por varios factores: en primer lugar, el calentamiento producido por las pérdidas RI^2 eleva la temperatura del conductor. El aislamiento del conductor tiene un límite térmico, naturalmente después del cual se reduce la vida del mismo; en segundo lugar, está el efecto del ambiente en el cual el conductor se instala y que debe ser considerado; si por ejemplo, un conductor diseñado para operar a una temperatura de 75°C en una temperatura ambiente de 30°C , se instala en un ambiente con temperatura mayor, la diferencia de temperatura entre el conductor y el medio circundante es menor, como un resultado el calor generado en el conductor se disipa al ambiente más lentamente.

II.III.IV. CONSIDERACIONES POR CORTO CIRCUITO

El cortocircuito puede tener un efecto de deterioro en los cables aislados, de igual forma que cualquier otra componente de la instalación eléctrica. Aún cuando el estudio de cortocircuito sea aprobatorio, es apropiado discutir el efecto de las corrientes de alta intensidad sobre los conductores.

En la operación normal de un circuito, el flujo de corriente está limitado por la impedancia del circuito. El nivel de energía disipado en las componentes del sistema, tales como los cables, es proporcional al cuadrado del flujo de la corriente, por supuesto que la tendencia es a tener pérdidas tan pequeñas como sea posible y también minimizar la caída de voltaje. Como resultado de esto, la impedancia de los cables sólo resulta una parte pequeña de la impedancia total. La impedancia de la carga puede ser varias veces mayor que la del cable.

Bajo condiciones de cortocircuito, las impedancias de la carga son reemplazadas por otras de valor menor y la corriente resultante es entonces varias veces mayor y, estas corrientes que circulan, pueden producir efectos térmicos tremendos en el aislamiento del conductor.

Afortunadamente, los dispositivos de protección contra sobrecorriente pueden reducir el tiempo de circulación de esta corriente a unos pocos ciclos, dependiendo del dispositivo de que se trate (interruptor o fusible).

Se han desarrollado técnicas para determinar la capacidad de soporte al cortocircuito en cables aislados, basadas en las limitaciones térmicas del aislamiento, la duración de la corriente y las características del material conductor. En las ecuaciones siguientes, se da la relación entre la máxima corriente de falla asimétrica y la máxima temperatura del cobre por cortocircuito y también para el aluminio.

$$Z_2 = \frac{KVA_{base}}{KVA_1} (Z_1)$$

KVA_1 = KVA nominales (base 1)

Z_2 = impedancia referida a la base 2

Para sistemas de tres fases:

$$I_1 = \frac{100 (KVA_{base2})}{\sqrt{3} Z_{eq} KV}$$

La corriente de cortocircuito simétrica se puede definir por medio de las siguientes formula:

$$I_{c.c.} = \frac{100 KVA_{base}}{\%(\sqrt{3}KV)}$$

Y la potencia simétrica de cortocircuito en KVA se obtiene:

$$P_{c.c.} = \frac{100 (KVA_{base})}{\%X_{p.u}}$$

Para sistemas que operan a menos de 1,000 V, los interruptores operan en alrededor de 2 ciclos, los tiempos típicos de interés varían de 1 a 90 ciclos.

Para el cable aislado **THW**, T1 es 75°C y T2 es 150°C. Para el cable **XHHW**, T1 es 90°C y T2 es 250°C. Con estos datos, se pueden resolver las ecuaciones anteriores y dan lugar a una familia de curvas que relacionan el área o sección transversal, el tipo de aislamiento y material del conductor y la duración de la máxima corriente de falla.

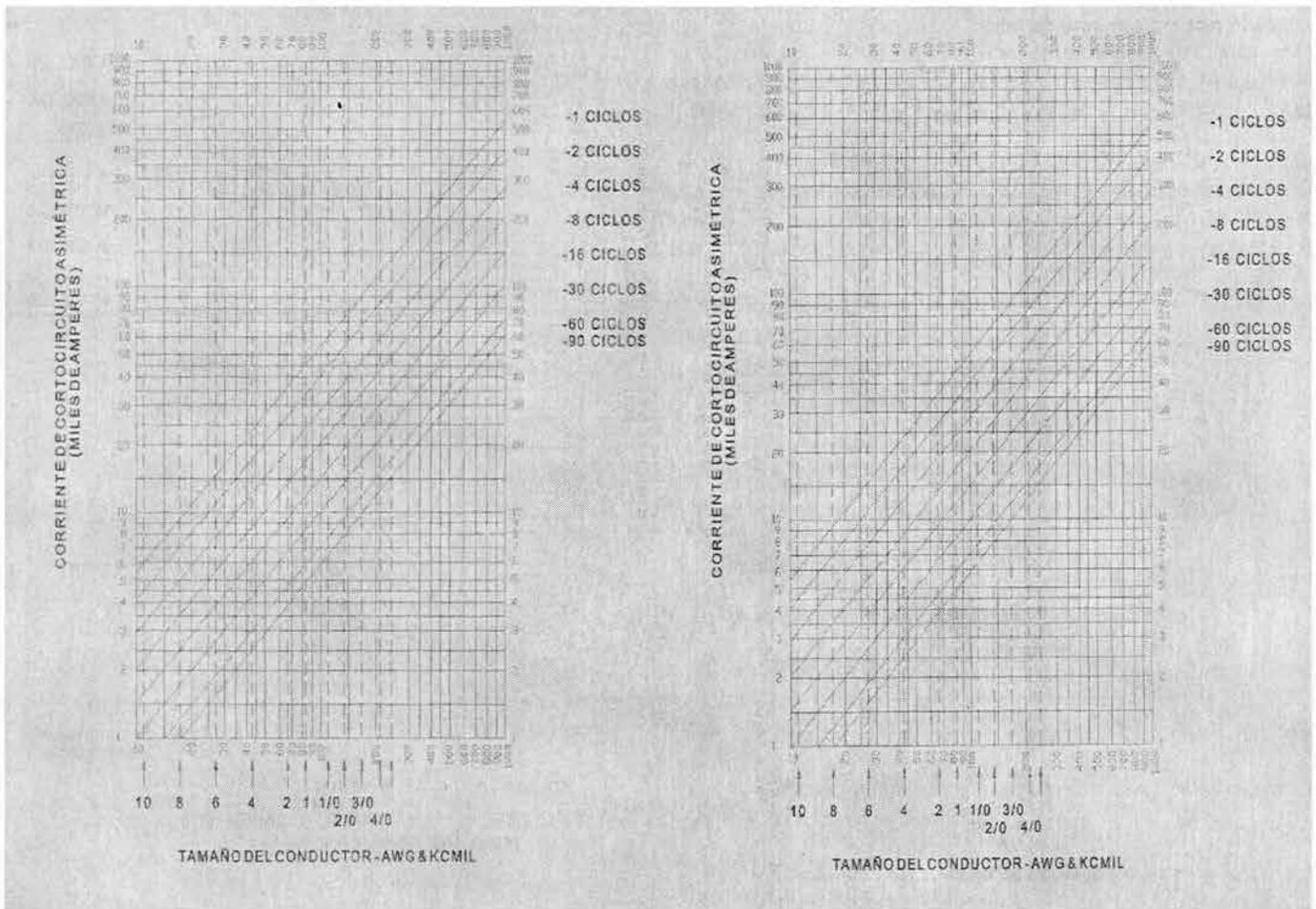


Figura.1 Máxima corriente de cortocircuito permitida para conductores aislados **THW** y **XHHW**

Los conductores usados en las instalaciones eléctricas deben cumplir con ciertos requisitos para su aplicación, como son:

1. Límite de tensión de aplicación, en el caso de las instalaciones residenciales es: 1,000 V.
2. Capacidad de conducción de corriente (ampacidad), que representa la máxima corriente que puede conducir un conductor para un calibre dado y que está afectada principalmente por los siguientes factores:
 - a) Temperatura,
 - b) Capacidad de disipación del calor producido por las pérdidas en función del medio en que se encuentre el conductor, es decir, aire o en tubo conduit.
3. Máxima caída de voltaje permisible, de acuerdo con el calibre del conductor y la corriente que conducirá, se debe respetar la máxima caída de voltaje permisible recomendada por el reglamento de obras e instalaciones eléctricas, que es del 3% del punto de alimentación al punto más distante de la instalación.

II.III.V. NÚMEROS DE CONDUCTORES EN UN TUBO CONDUIT

Normalmente, los conductores en las instalaciones eléctricas se encuentran alojados, ya sea en tubos conduit o en otros tipos de canalizaciones. Como se ha mencionado, los conductores están limitados en su capacidad de conducción de corriente por el calentamiento, debido a las limitaciones que se tienen en la disipación de calor ya que el aislamiento mismo presenta también limitaciones de tipo térmico.

Debido a estas restricciones térmicas, el número de conductores dentro de un tubo conduit se limita de manera tal que permita un arreglo físico de conductores, de acuerdo a la sección del tubo conduit o de la canalización, facilitando el alojamiento de aire necesario para disipar el calor. Se debe establecer la relación adecuada entre la sección del tubo y la de los conductores, para esto, se puede proceder en la forma siguiente:

Si A es el área interior del tubo en mm^2 o pulg^2 y A_c el área total de los conductores, el factor de relleno es: F

Este factor de relleno tiene los siguientes valores:

$$F = \frac{A_c}{A}$$

Establecidos para instalaciones en tubos conduit.

- 53% Para un conductor,
- 51% Para dos conductores,
- 43% Para tres conductores,
- 40% Para cuatro o más conductores.

Este factor tiene su mayor utilidad en instalaciones de conductores de distinta sección o denominación en un mismo tubo conduit, donde se podría incurrir en algún error al no considerar el espacio necesario para la disipación de calor dentro del tubo. Cuando se trata de conductores de la misma sección o calibre, el espacio requerido generalmente está implícito.

Como ejemplo podemos calcular el tamaño de tubo conduit requerido para alojar 3 conductores **THW** del No.10 **AWG**. Para conductores **T**, **TW** y **THW**, entrando con el No.110 **AWG** para 3 conductores, se requiere tubo conduit de 38 mm. Calcular el tamaño de tubo conduit necesario para contener a los siguientes conductores de cobre vinicon: 3 No.10 **AWG**, 3 No.6 **AWG**, 3 No.12 **AWG**.

Como se trata de distintos conductores de diferente calibre, se aplica el concepto de factor de relleno, para lo cual es necesario conocer el área de cada conductor

$$A = A_c / f = 65.601 / 0.40 = 164.0025 \text{ mm}^2$$

El factor de relleno es del 40%, por lo que el área necesaria del tubo conduit: el área disponible para los conductores corresponde a un diámetro de 25 mm.

TABLA 2

DIÁMETRO NOMINAL		DIÁMETRO INTERIOR	ÁREA INTERIOR TOTAL	ÁREA DISPONIBLE PARA CONDUCTORES (mm) ²	
mm	pulg.	(mm)	(mm) ²	40% (PARA 3 CONDUCTORES O MAS)	30% (PARA 2 CONDUCTORES)
13	½	15.81*	196	78	59
19	¾	21.30*	356	142	107
25	1	26.50*	552	221	166
32	1 ¼	35.31*	979	392	294
38	1 ½	41.16*	1 331	532	399
51	2	52.76*	2 186	876	656
63	2 ½	62.71**	3 088	1 235	926
76	3	77.93**	4 769	1 908	1 431
89	3 ½	90.12*	6 378	2 551	1 913
102	4	102.26**	8 213	3 285	2 464

* Corresponde al tubo metálico tipo ligero.
 ** Corresponde al tubo metálico tipo pesado.

II.IV. CANALIZACIONES

Debemos entender por el termino *canalización, tuberías y accesorios en general que forman en diversos sistemas de instalación, una red de utilización eléctrica.*

Las canalizaciones, pueden ser en línea abierta, ocultas, en ductos y por cualquier otro medio, siempre y cuando se sujeten al reglamento de obras e instalaciones eléctricas.

Vamos a tratar sobre las canalizaciones más empleadas actualmente, ya que las líneas abiertas, ya casi no se usan y sólo en casos especiales se puede recurrir a alguna de ellas, pero en cada caso daremos las normas que deberán seguirse.

II.IV.I. POR MEDIO DE TUBO CONDUIT

El tubo conduit, como sabemos, está fabricado por una combinación de hierro y acero rígido, cuyo interior y exterior están dotados de una pintura anticorrosiva, teniendo en sus extremos cuerdas para conexiones o cajas de registro o ampliación con otros tubos.

El tubo conduit, puede utilizarse en instalaciones visibles u ocultas y en toda clase de edificios y su diámetro menor será de 13 mm pudiéndose utilizar en lugares húmedos, siempre y cuando las cajas de registro, tapas y demás se encuentren protegidos por algún medio que no nos permita la entrada de agua, por lo que se colocarán en tal forma que el agua escurra por los lados.

En las canalizaciones de tubo conduit, los conductores no deberán ocupar más de un 40% de su espacio interior, esto es con el objeto de facilitar su introducción sin averiar sus aislamientos, lo cual se evita aún más, si cada entrada o salida de los conductores, el tubo ha sido escariado, es decir que se ha quitado cualquier filo o rebaba que pudiera ocasionar una avería.

Para acoplar los tubos conduit, deberá hacerse esta operación, por medio de coples de rosca o bien con aditamentos especiales que hay en el mercado. Al acoplar un tubo a una caja común y corriente, deberá integrarse si tiene rosca, con un monitor y contratuerca y en el caso de utilizarse otros aditamentos especiales que hay en el mercado. Al acoplar un tubo a una caja común y corriente, deberá integrarse si tiene rosca, con un monitor y contras al tubo.

Cuando el diámetro de los tubos es de 25 mm en adelante, se utilizan condulets o cajas metálicas con tapa.

Cuando en una instalación industrial, es necesario hacer curvas en el conduit, deberán observarse las siguientes indicaciones:

- Utilizar si es posible curvas ya hechas que pueden roscarse al tubo,
- Condulets que faciliten la dirección deseada con su respectiva tapa con tornillos,
- Hacer la curva, teniendo cuidado de no maltratarla, pues en un caso así la introducción de los cables resultara difícil y podrá ocasionar raspaduras en los cables que a la larga provocaran cortos-circuitos, sin contar desde luego el mal aspecto que ofrece una curva mal hecha,
- De acuerdo a la **NMX-B-208-SCFI-1984** (Tubos de acero para la protección de conductores eléctricos).

II.IV.II. BAJO LOS PISOS

Todas las instalaciones que vayan en el piso, deberán llenar las condiciones que marca el Reglamento de Obras Eléctricas el cual exige que las canalizaciones que vayan en el piso, deberán tener cualidades principales, como son las siguientes:

- *Protección contra corrosión*
- *Protección contra daños mecánicos*

Cualquier método que se siga para la instalación bajo piso, ya sea tubería conduit, ductos con asbesto cemento, ductos metálicos, etc., deberán estar contruidos con medios de protección adecuados.

Los conductores que vayan alojados en los ductos, no deberán tener conexiones dentro de los mismos, pues será indispensable que los tramos sean completos hasta las salidas de las cajas de conexión, dejando por lo menos tramos del conductor con unos 15 a 20 centímetros de largo para verificar aumentos o conexiones.

Las tapas de las cajas serán las apropiadas para evitar la entrada de agua o simple humedad.

Hay que tener muy presente, que en los ductos o tubos, sólo se colocarán cables que no ocupen un espacio mayor de 40%, exceptuando los casos en que vayan conductores de comunicación o control, los cuales cuando mucho, deberán ocupar un espacio de 60%, con objeto de facilitar cambios o adaptaciones.

II.IV.III. POR MEDIO DE DUCTOS

Para proyectar una instalación industrial, es necesario analizar los diferentes tipos de ductos que vamos a utilizar para así mismo solicitar precios, ver calidades y evitar desniveles económicos tanto para no tener pérdidas, como para economizar costos de la misma.

Comenzaremos por los ductos metálicos para la instalación general, en la que tenemos necesidad de obtener:

- Bajo costo del ducto y accesorios,
- Facilidad de instalación del mismo,
- Facilidad para la instalación de conductores,
- Buena presentación y seguridad,
- Menor costo de instalación de cable,

Que el ducto esté provisto de salidas para colocar tubos conduit para evitar, salidas de luz, fuerza o calefacción y verificar conexiones de arrancadores, interruptores o circuitos de control.

II.IV.IV. POR MEDIO DE ARMAZONES Y CHAROLAS METÁLICAS

Otro sistema de instalación para grandes obras industriales, plantas generadoras, etc., es el hacer el montaje de cables y alambre, descansando en armazones o estructuras de fierro o láminas de suficiente grueso, que se ha dado por llamar sistema de charolas.

Se trata de lámina de acero en forma de U que sirve para colocar en tramos apropiados, barroses para el sostén de los conductores; como la construcción de un equipo de esta naturaleza por parte del contratista, resultará bastante caro, se recurre a los fabricantes de charolas entre los que tenemos charolas en tres tipos que corresponden como sigue:

El número 1, corresponde a charolas prefabricadas normales, cuya construcción es ligera y puede utilizarse para su colocación en pisos, es decir, una arriba de otra.

El número 2, corresponde a charolas prefabricadas reforzadas, estas charolas se emplean para soportar el peso de cables y a la vez el peso del montador para su colocación.

El número 3, corresponde a charolas para tramos ascendentes.

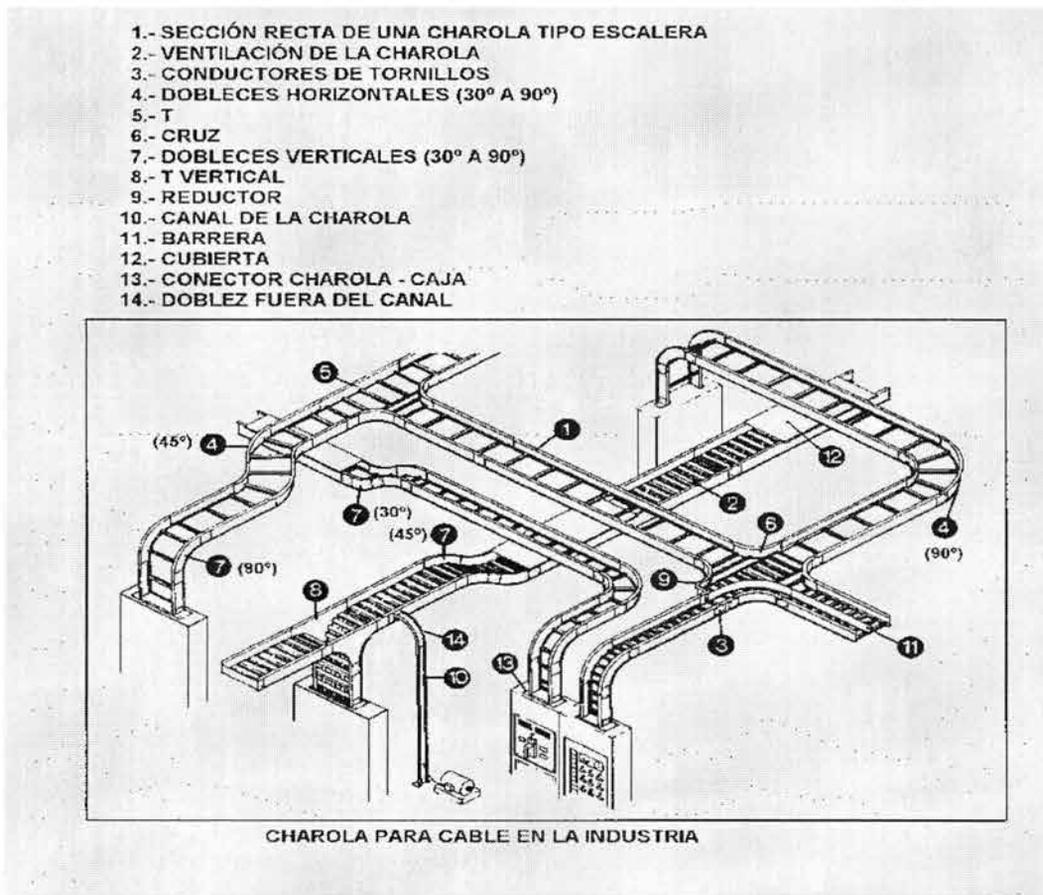


Figura. 2 Armazones y charolas metálicas

Estas charolas se entregan semifabricadas en la obra y deben ser atornilladas ahí mismo, pues el fabricante entrega los largueros, accesorios y demás para ser montados a las distancias que se requieran.

Algunas ventajas que se obtienen con el uso de charolas en las instalaciones eléctricas industriales, son:

Facilidad de colocación simétrica de los cables y alambres.

Como las charolas, llevan ya un tornillo listo para apretarse, el montaje es sumamente sencillo, pues basta ensamblar los tramos y apretar el tornillo en el lugar que le corresponda.

Debido a la gran variedad de formas, es fácil hacer la distribución de los cables a otras direcciones.

En las uniones, hay unos tornillos que facilitan sostener las charolas al techo por medio de soleras comerciales.

II.V. CONTACTORES

Podemos definir un contactor *como un dispositivo electromecánico de control el cual permite la conexión o desconexión de cualquier circuito eléctrico; accionado por cualquier forma de energía, menos manual, capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales del circuito, incluso las de sobrecarga.*

Las energías utilizadas para accionar un contactor pueden ser muy diversas: mecánicas, magnéticas, neumáticas, etc. Los contactores comúnmente utilizados en la industria son accionados mediante la energía magnética proporcionada por una bobina y, a ellos nos referiremos mas adelante.

Un contactor accionado por energía magnética, consta de un núcleo magnético y de una bobina capaz de generar un campo magnético suficientemente grande como para vencer la fuerza de los muelles antagonistas que mantienen separada del núcleo una pieza, también magnética, solidaria al dispositivo encargado de accionar los contactos eléctricos.

Al igual que en los casos anteriores la selección de este dispositivo es de suma importancia para los principios de seguridad, esto es, para la selección de un contactor debemos tomar en cuenta las corrientes con las que operará, la tensión de funcionamiento así como identificar el tipo de área en el que éste va a operar; también es recomendable establecer periodos de mantenimiento preventivo para evitar que el contactor funcione fuera de sus condiciones de diseño, lo que podrá ocasionar sobrecalentamiento en las bobinas y en el material del contactor pudiéndose provocar arcos en los puntos de contacto eléctrico o terminales, considerando el envejecimiento.

A continuación se presentan algunas características de los contactores:

Según sea el fabricante, dispondremos de una extensa gama de tensiones de accionamiento, tanto en continua como en alterna siendo las más comúnmente utilizadas, 24, 48, 220, y 380. La intensidad y potencia de la bobina, naturalmente dependen del tamaño del contador.

El tamaño de un contactor depende de la intensidad que es capaz de establecer, soportar e interrumpir, así como del número de contactos de que dispone (normalmente cuatro). El tamaño del contactor también depende de la tensión máxima de trabajo que puede soportar, pero esta suele ser de 660 V para los contactores de normal utilización en la industria.

Referente a la intensidad nominal de un contactor, sobre catálogo y según el fabricante, podremos observar contactores dentro de una extensa gama, generalmente comprendida entre 5 A y varios cientos de amperios.

A continuación se muestra un diagrama de circuito de un contactor utilizado para alimentar a un motor.

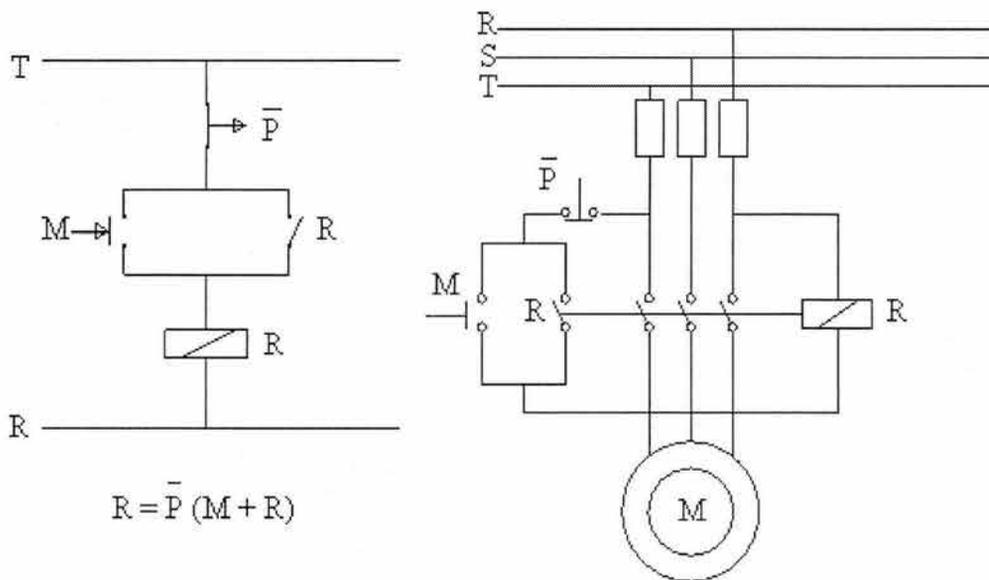


Figura. 3 Diagrama de circuito de un contactor.

II.VI. SECCIONADORES

Existen llaves cuya función solo es aislar una parte de la instalación de otra, para poder acceder a ella en condiciones de seguridad. Estos dispositivos reciben el nombre de seccionadores (de seguridad) y en media y alta tensión son la mayor cantidad de dispositivos empleados.

Su operación principalmente es aislar una sección del circuito mediante cuchillas, bornes mecánicos, magnéticos, electromecánicos, entre otros, siempre y cuando no circule corriente alguna con el fin de que éste permita manipular la instalación y tenga la función de garantizar la seguridad cuando se accede a la parte de la instalación que se ha seccionado, ya sea para brindar algún mantenimiento preventivo, correctivo o simplemente para realizar una supervisión.

Se debe seleccionar el seccionador tomando en cuenta el tipo de área en el cual éste va a operar con el fin de cumplir con las normas de seguridad.

II.VII. INTERRUPTORES.

Un interruptor es un dispositivo mecánico cuya función es interrumpir o restablecer una o repetidas veces, en condiciones normales (tensión nominal o vacío) y anormales (cortocircuito), la continuidad en un circuito eléctrico donde va asociado.

Para interrumpir la corriente en un receptor monofásico, es suficiente abrir éste en un solo punto, por medio de un interruptor unipolar, pero procediendo así no lograremos aislar el receptor de la línea, puesto que éste queda al potencial de la fase no cortada.

Para lograr aislar por completo un receptor o una instalación cualquiera, es necesario abrir el circuito por tantos puntos como conexiones tenga con la línea que lo alimenta. Así pues, los interruptores unipolares solamente se utilizarán en pequeños receptores de uso doméstico, debiendo utilizar en los demás casos interruptores con tantos polos como conductores lo alimentan.

En las instalaciones de baja tensión, los interruptores deberán estar adentro de cajas metalizadas con cubierta y manija o botones exteriores para su conexión y desconexión. Cuando los interruptores son para más de 150 V, sus cajas deben conectarse a tierra.

Existen diferentes clases de interruptores para las instalaciones industriales pero los más usuales son los siguientes tratándose de voltajes no mayores de 600volts:

- *Interruptores de seguridad normales de navajas y con un portafusibles con base de caucho 240 volts.*
- *Interruptores de seguridad para servicio pesado para fusibles tipo cartucho hasta 600 volts.*

Las condiciones exigidas a un buen interruptor deberán ser inicialmente las siguientes:

- 1). Que las superficies de las piezas que realizan el contacto eléctrico, sean suficientes para dejar paso a la intensidad nominal prevista en el circuito donde ha de ser colocado, sin provocar excesivas elevaciones de temperatura.

2). Que el arco de ruptura, que sin duda se formará cuando abramos el circuito, se extinga lo más rápidamente posible, de manera que no forme arco permanente, ya que de lo contrario se destruirían rápidamente los contactos.

La primera condición se logra dimensionando ampliamente la superficie de las piezas que forman el contacto eléctrico, procurando que sea lo más perfecta posible y haciendo que exista una cierta presión entre dichas piezas. Así, podremos decir que la intensidad nominal que puede circular por los contactos de un interruptor, es directamente proporcional a la superficie de los contactos y a la presión ejercida sobre ellos.

La rápida extinción del arco se logra con gran sencillez cuando la tensión e intensidad nominal del interruptor son pequeñas. Por el contrario, en interruptores para elevadas tensiones e intensidades, la dificultad en extinguir el arco crece enormemente según estas dos variables.

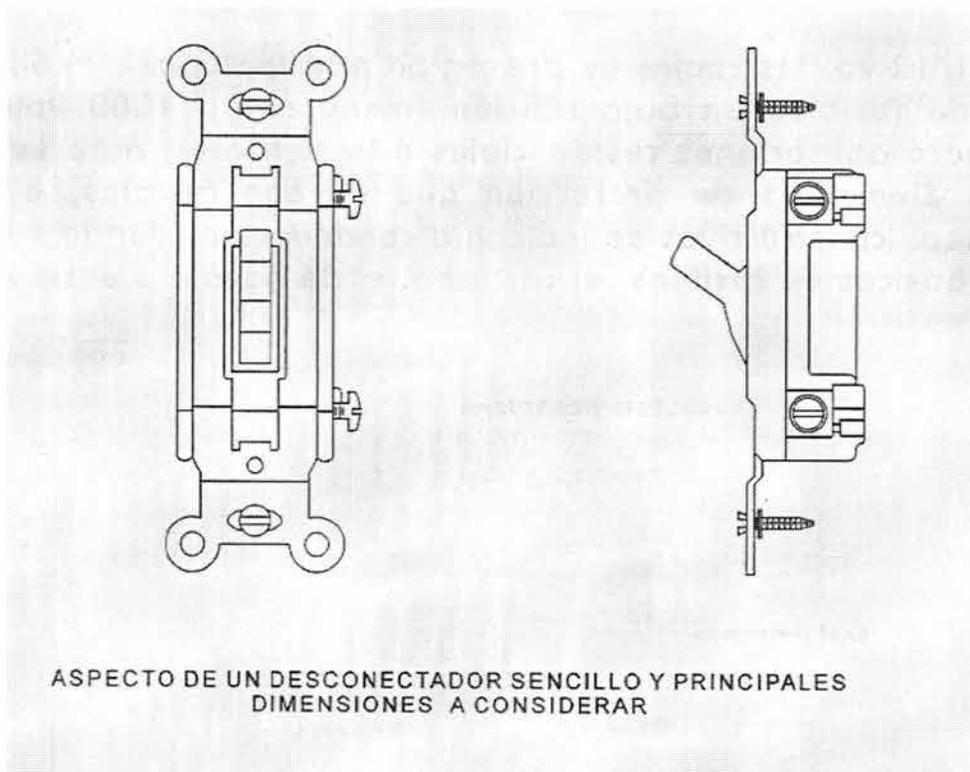


Figura. 4 Interruptores de seguridad normal

Cuando un interruptor en servicio está cerrado, existe una cierta presión entre sus contactos que hace que la superficie de contacto sea máxima y por tanto la corriente que por él circula lo hará con una densidad de corriente mínima (mínima elevación de la temperatura). En la maniobra de apertura, al iniciarse el despegue de los contactos, lo primero que se obtiene es una disminución de presión con lo consiguiente aumento de la densidad de corriente. En el instante de la separación de los contactos, la finísima capa de aire que los separa es atravesada por la corriente, provocando una rápida elevación de temperatura que da lugar a un resplandor azulado extremadamente brillante de la chispa, a la vez que se tiene un elevado campo eléctrico entre los contactos capaz de producir una fuerte emisión de electrones en el contacto que hace el papel del cátodo.

En la mayor parte de los interruptores, la velocidad de separación de los contactos la dan muelles antagonistas capaces de imprimir a los contactos velocidades de separación relativamente grandes, y por lo tanto, tiempos de corte pequeños del orden de centésimas de segundos.

Si en lugar de un único par de contactos, disponemos de dos pares de contactos en serie, mecánicamente unidos, conseguimos duplicar el arco, lo cual equivale a decir que la velocidad de corte se ha duplicado, o lo que es igual, el tiempo y el trabajo de ruptura se han reducido a la mitad. Esta es la disposición que adoptan la mayor parte de los interruptores denominados "contactores".

La separación necesaria para que los contactos puedan cortar el arco, depende del medio donde éste se produce. El medio es generalmente el aire, sobre todo en interruptores de baja tensión, pero encontraremos casos en los que el medio es el vacío, aceite mineral, exafluoruro de azufre, etc.

Por otra parte, dada la gran facilidad de desplazamiento del arco eléctrico, en algunas ocasiones veremos como ciertos interruptores disponen de dispositivos para alargar artificialmente el arco, consiguiendo una longitud del arco mayor que la que correspondería en condiciones normales. El soplado de aire a presión o magnético, son los procedimientos más comúnmente utilizados.

II.VII.I. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS O DISYUNTOR

Los interruptores automáticos son aparatos destinados a restablecer e interrumpir circuitos eléctricos, con la particularidad de que precisan una fuerza exterior que los conecte pero que se desconectan por sí mismos, sin deteriorarse, cuando el circuito en que se hallan presenta ciertas anomalías a las que son sensibles.

Normalmente dichas anomalías son:

- Sobreintensidades,
- Cortocircuito,
- Sobretensiones o bajas tensiones,
- Descargas eléctricas a las personas.

Los automáticos que reaccionan ante estas anomalías se denominan respectivamente: térmicos, magnéticos, de máxima o mínima tensión y diferenciales.

II.VIII. CORTACIRCUITOS FUSIBLES DE BAJA TENSIÓN

Los cortacircuitos fusibles son el medio más antiguo de protección de los circuitos eléctricos y se basan en la fusión por efecto de Joule de un hilo o lámina intercalada en la línea como punto débil.

Los cortacircuitos fusibles o simplemente fusibles son de formas y tamaños muy diferentes según sea la intensidad para la que deben fundirse, la tensión de los circuitos donde se emplean y el lugar donde se coloquen.

El conductor fusible tiene sección circular cuando la corriente que controla es pequeña o está formado por láminas si la corriente es grande. En ambos casos el material de que están formados es siempre un metal o aleación de bajo punto de fusión a base de plomo, estaño, zinc, etc.

II.IX. SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

Una subestación eléctrica es el conjunto de elementos o dispositivos (máquinas, aparatos y circuitos), que tienen la función de modificar los parámetros de energía eléctrica (voltaje, corriente y frecuencia) en corriente alterna o continua o bien conservarla dentro de ciertas características, además de proveer un medio de interconexión y despacho entre las diferentes líneas del sistema

Las estaciones por su construcción se clasifican en subestaciones de intemperie, de interior, blindadas y rurales.

Las subestaciones eléctricas, no obstante su elevado costo, son convenientes al usuario, debido a que las cuotas de consumo son altas, el uso de alta tensiones resultan mucho más económicas que cuando los servicios son suministrados por la empresa en baja tensión, por lo cual, el gasto inicial se compensa en poco tiempo, quedando un ahorro permanente al propietario.

La selección de una subestación tendrá que estar regida por los criterios principalmente de seguridad que permitirán tomar la decisión final de elegir una subestación exterior o interior; una subestación exterior presenta en términos de seguridad mayores ventajas que una interior debido a que se le destina una área específica aislada regularmente del personal aunque el deterioro de sus elementos es mayor y requiere de un mayor mantenimiento; en el caso de una subestación interior los riesgos son mayores debido a que este tipo de subestación se ubica dentro de las instalaciones de la planta por lo que en caso de una explosión por un corto circuito o incendio expone más al personal; para este caso es recomendable seguir las normas eléctricas y además redoblar las medidas de seguridad cercanas al área donde esta la subestación.

Dentro de los componentes más importantes de una subestación se encuentran los transformadores, interruptores de potencia, restauradores, cuchillas fusibles, pararrayos, tableros de control y equipo diverso de medición, todos estos componentes deberán ser seleccionados cuidadosamente bajo las normas eléctricas, (**NOM-001-SEDE-1999 y las mencionadas en el Capítulo III.II**) de igual forma deberán ser cuidadosamente supervisadas sus diferentes etapas de construcción y finalmente deberá contarse con un programa de mantenimiento preventivo y correctivo, todo esto con el propósito de contar con una subestación eléctrica de calidad que proporcione un servicio adecuado y brinde seguridad al operario.

Entre las múltiples medidas que se recomiendan para tomar acción en caso de averías en una subestación a continuación se da un ejemplo de los pasos a seguir, cabe aclarar que este tipo de recomendaciones deben ser aprendidas de tal manera de que el operario cree conciencia y habilidad en las medidas señaladas, y aplicadas en el siguiente orden.

Primero. Y como paso más importante, desconectar toda la carga de baja tensión. Jamás desconecte cuchillas con carga.

Segundo. Colóquese los guantes y tome la pértiga parándose en la tarima con el tapete de hule para retirar las cuchillas principales, indique si hay algún defecto en los circuitos de baja tensión.

Tercero. Revise los fusibles y reponga el dañado, pero antes de volver a conectar las cuchillas principales indique si hay algún defecto en los circuitos de baja tensión.

Cuarto. Seguro de que no hay defectos en baja tensión, antes de conectar la carga, meta las cuchillas principales.

Cuando la subestación esta dotada de interruptor automático proceda en la misma forma: desconecte el circuito de alimentación para poder revisar el interruptor, en el caso de que se desconecte al conectarlo por segunda vez.

II.X. SEGURIDAD

Ahora tocaremos el tema de seguridad en las instalaciones eléctricas, la seguridad y riesgo son palabras muy usadas, pero su significado se presta a manipulaciones y deformaciones, por lo que trataremos de aclarar que quieren decir para nosotros.

Estamos expuestos a ciertos riesgos, un evento desfavorable puede ocurrir, el tiempo de exposición al riesgo es el tiempo durante el cual el evento desfavorable ha podido ocurrir. El tiempo es acumulativo y la seguridad contra un evento es la probabilidad de que en condiciones preestablecidas en un tiempo determinado, el evento no se presente.

La seguridad así definida como probabilidad (de que un evento desfavorable no se produzca) se representa por un número comprendido entre cero y uno; uno es certeza de que el evento no se producirá, cero es lo contrario, certeza de que se producirá.

Otro concepto ligado a la seguridad es la tasa de falla, que nos indica a lo largo del tiempo como van muriendo los objetos de una población dada, pensemos en que instalamos cierta cantidad de lámparas, que no renovamos y a lo largo del tiempo determinamos como varia el número de éstas quemadas sobre el total.

Es claro que la seguridad se reduce cuando aumenta el tiempo de exposición al riesgo, para tener una seguridad absoluta se debe tener un tiempo de exposición al riesgo nulo, o una tasa de falla nula, imposibilidad de que ocurra el evento.

Pero si un evento no se puede producir el concepto de seguridad contra esa situación pierde totalmente el significado.

Al definir seguridad hemos usado las palabras: en condiciones preestablecidas, no tiene significado hablar de seguridad en cualquier condición, se deben definir las condiciones de empleo, de instalación y de mantenimiento.

Es así, que algo no peligroso en determinadas circunstancias se convierte en fatal en otras. La falta de atención a cualquier condición arriba indicada, implica decadencia del nivel de seguridad.

Estas condiciones se tiene en cuenta que el grado de adiestramiento que una persona requiere para operar en áreas eléctricas peligrosas resulta de vital importancia, así mismo se recomienda ser evaluado periódicamente con el fin de reafirmar y recordar la importancia de las medidas de seguridad que no deberá omitir bajo ninguna circunstancia.

Se puede considerar que un hombre es una máquina poco confiable para la seguridad, ajusta mal un tornillo de cada 10,000 hace mal una lectura de cada 200 y, después de leer las instrucciones se equivoca una de cada 20 veces. Y hay aparatos en los cuales el peligro es imposible de eliminar sin impedir al aparato su función, pensemos en un cuchillo.

Confiabilidad es un concepto parecido a seguridad, pero que tiene que ver con el funcionamiento, con la prestación requerida, un equipo puede fallar y no necesariamente se presenta una situación peligrosa.

Al realizar una instalación eléctrica ésta debe cumplir con varios factores, debe haber un grupo de personas capacitadas para realizar y supervisar la construcción de la red eléctrica y sus componentes, esto con el fin de tomar en cuenta las recomendaciones de esta tesis; localizadas al final de este trabajo y, en algunos casos siguiendo la metodología que el fabricante especifica en su manual de instalación.

II.XI. CONTROL Y MANTENIMIENTO

Mientras hemos ido exponiendo los temas, frecuentemente hemos citado el término de mantenimiento, a continuación lo trataremos con mayor detalle.

Es importante recalcar que con el mantenimiento adecuado a las instalaciones eléctricas, se proporciona seguridad para el personal y la vida de la instalación se prolonga, para lo cual previamente la instalación debió ser debidamente diseñada, considerando factores de crecimiento futuro, así como las condiciones del área en que operará él o los equipos, un factor de riesgo en las instalaciones se encuentra en ampliaciones hechas sin haber sido planeadas y con criterio de abaratamiento, lo cual puede plantear sobrecargas eléctricas generando elevada probabilidad de falla.

Para organizar el mantenimiento se deben realizar controles periódicos, observando en detalle la instalación, su estado de limpieza, si hay presencia de oxido, si hay humedad, si hay flameos o quemaduras en los aislamientos, ennegrecimiento, roturas, puntos calientes, tornillos flojos, lámparas quemadas, reactancias, que pudieran dañar a los diferentes elementos eléctricos como pueden ser capacitores, arrancadores, llaves, tomacorrientes dañado, etc.

Las acciones de corrección y arreglo se planean y ejecutan de acuerdo a los requerimientos de las áreas de trabajo y a los agentes externos que puedan plantear degradación en los componentes de una instalación eléctrica, también se deberá tener en cuenta la importancia y uso de la instalación y, de la urgencia. Frecuentemente el personal de mantenimiento está obligado por las circunstancias a realizar arreglos de emergencia, para este caso se deberán tener previstas acciones que saquen del servicio al menos parte de la instalación eléctrica para reparar el daño, para estos casos previamente en los diseños se utilizan los circuitos derivados, todo esto con el propósito de restablecer a la brevedad la operación del servicio.

Las instalaciones provisionales son y serán causa de grandes riesgos, por lo que están fuera de norma y nunca deberán de realizarse.

Es sumamente conveniente llevar un registro (anotar en una bitácora) los resultados de la inspección, las fallas importantes y las acciones que se ejecutan.

Un repaso de estos registros muestra muchas veces, por la frecuencia de las fallas, situaciones que requieren acciones de mayor envergadura que el simple mantenimiento y reparación.

Estas anotaciones también sirven cuando otra persona debe hacerse cargo de algunos trabajos y, para tener clara idea de la carga de trabajo en épocas de mantenimiento, no olvidando las cosas menores que resueltas a tiempo no se conviertan en mayores.

Cuando se hace el mantenimiento es buena norma conservar también aquellas indicaciones útiles, por ejemplo identificación de conductores, fases, neutros, de manera de ayudarse en las futuras intervenciones.

II.XII. REPRESENTACIÓN GRÁFICA

Los planos, gráficas, croquis o esquemas de una instalación eléctrica bien organizados traen ventajas en términos de seguridad ya que el lenguaje gráfico aporta mucha información no visible fácilmente, esta información permite prever riesgos cuando periódicamente se revisa y se compara lo planeado contra lo real.

Los planos de la instalación muestran ubicación de los elementos, cajas, tableros, canalizaciones, recorridos de cables, conexiones, y deben ser conservados y actualizados periódicamente a fin de que siempre sean útiles y representen la verdad.

Para representar la instalación se utilizan símbolos y convenciones que se han difundido generando un lenguaje gráfico ya muy usual entre los electricistas.

Distintas representaciones cumplen distintas funciones y tienden a facilitar el trabajo de construcción, montaje y posterior mantenimiento.

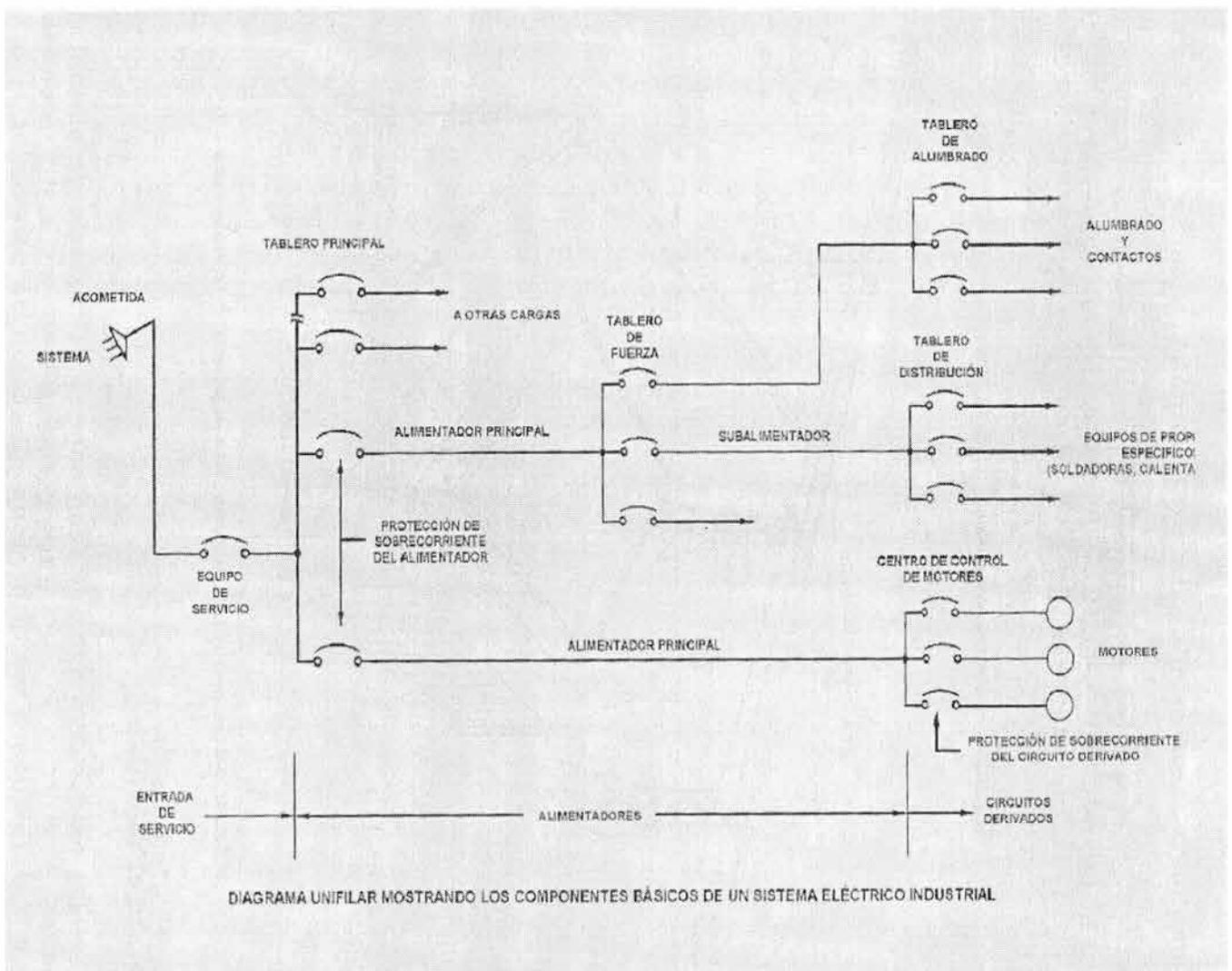
El diagrama unifilar es una representación muy simplificada de la red eléctrica que muestra en general en distintos niveles los tableros, nodos de la red, y los cables que los unen (ramas). Una sola línea, representa un cable (o un grupo de cables que conectan dos puntos) sin distinción entre las distintas fases y el neutro.

En estos esquemas en general no se respeta la ubicación física relativa de los elementos, sino simplemente su ubicación jerárquica, son muy útiles para razonar sobre el flujo de energía, los dispositivos de protección, los cortes de energía, etc. Los esquemas trifilares en forma análoga representan los tres conductores de fase y cuando corresponde el neutro mostrando toda la conectividad, son útiles para controlar la conexión de los dispositivos de medición, la repartición de cargas, etc.

Una representación que sirve para entender como funciona un automatismo es el llamado esquema funcional, en el cual los conductores se representan con líneas rectas y, en ellas se intercalan los contactos, las bobinas, las lámparas, etc. los componentes se dividen en sus elementos que se dibujan separados en las posiciones útiles para describir la función.

En estos esquemas los contactos y la bobina de un relé particular aparecen distribuidos por el plano, la dificultad de encontrar todos los elementos de un dispositivo esta ampliamente compensada por la claridad de descripción del funcionamiento.

Otro esquema es el llamado topográfico, que describe la conectividad de todos los dispositivos de una instalación, de un tablero respetando sus ubicaciones relativas, y describiendo en particular el cableado y conexionado del mismo, manteniendo la integridad de los dispositivos, representados.



CAPÍTULO III

NORMATIVIDAD EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Como inicio de este capítulo aclararemos que las normas existen con el propósito primordial de reducir el riesgo de accidentes del personal que instala, opera o utiliza el sistema, refiriéndonos como sistema a cualquier elemento que sea parte, en este caso, de nuestra instalación eléctrica; pero no solo es el único objetivo por el cual las normas existen, las normas son lineamientos que nos van a permitir mejorar la confiabilidad de los sistemas, además de que por medio de estas se logra establecer un estándar industrial de calidad en la selección de componentes en trabajos de ejecución de las instalaciones, así como el mantenimiento tanto preventivo como correctivo requerido.

Las normas son producto de muchos años de trabajo experiencia y a medida que va pasando el tiempo se pueden convertir en códigos o reglamentos, los cuales no son mas que normas que han sido probadas y aprobadas por organismos preocupados para lograr reducir al máximo las situaciones que sean peligrosas y que puedan provocar algún tipo de accidente.

Es conveniente aclarar que los reglamentos, leyes o códigos son avalados por instituciones que han puesto a prueba las diferentes normas, de igual forma sabemos que existen infinidad de normas y reglamentos en cada país, de acuerdo a sus necesidades; así mismo alguna de estas normas pueden ser aprovechadas por otros países que de acuerdo a su estructura normativa en esta materia así lo ven conveniente, de esta forma es como surgen normas internacionales.

Para este trabajo de tesis solo mencionaremos aquellas normas que están estrechamente relacionadas con el diseño, instalación, mantenimiento y operación de las instalaciones eléctricas de baja 110 Volts a 13 Kilo Volts y mediana tensión 13 Kilo Volts a 86 Kilo Volts. Ya que la alta tensión es manipulada por la Comisión Federal de Electricidad, con el propósito de tener en primer orden la seguridad del trabajador.

III.I. FUNDAMENTO LEGAL DE LA NORMA

La Secretaría de Energía, por conducto de la Dirección General de Gas L.P y de Instalaciones Eléctricas, con fundamento en los artículos 33 fracción IX de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 38 fracciones II y III, 40 fracciones VIII, X y XIII, 47 fracción IV, 51 y 53 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, así como 12 Bis del Reglamento Interior de la Secretaria de Energía, expide y publica la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999 "Instalaciones eléctricas (utilización)", aprobada por unanimidad por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas, en su cuarta sesión ordinaria del 20 de abril de 1999.

Se cancela la NOM-001-SEMP-1994 “Relativa a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica”, publicada el 10 de octubre de 1994 en el Diario Oficial de la Federación, esta es sometida a revisión cada seis años para ser mejorada, actualizada y no se vuelva obsoleta.

Objetivos y Alcance

- Reducir el riesgo de accidentes al personal y daños a la propiedad relacionados con las instalaciones eléctricas,
- Se aplica a todos los sistemas eléctricos autónomos o conectados a la red.
 - Excepto automóviles, trenes, aviones, barcos, equipo electrónico sin contactos externos o equipo de uso exclusivo de compañías eléctricas y telefónicas.

Aplicación de la Norma

- El reglamento NOM-001-SEDE-1999 es definitivo y de carácter obligatorio en México,
- Existe una autoridad competente para verificar el cumplimiento de la Norma,
 - Secretaría de Energía; Dirección General de Gas LP y de Instalaciones Eléctricas, a través de Unidades de Verificación (UV).

Requerimientos Clave: Equipo Permitido

- Sólo se permite el uso de componentes “aprobados” para el uso que se le asigne,
- El equipo se considera “aprobado” si se demuestra que se adhiere a un estándar reconocido de seguridad,
 - Está etiquetado por un laboratorio reconocido,
 - Aparece en el “listado” de un laboratorio reconocido indicando que cumple con estándares aplicables,
 - Pasa una prueba de campo por un laboratorio reconocido en caso de no estar listado o etiquetado.

ARTÍCULO 110 - Requisitos de las instalaciones eléctricas

- Aprobación. En las instalaciones eléctricas a que se refiere la presente NOM se aceptará la utilización de materiales y equipos que cumplan con las normas oficiales mexicanas, normas mexicanas o con las normas internacionales. A falta de éstas con las especificaciones del fabricante.
 - Deben contar con un certificado expedido por un organismo de certificación de productos acreditados y aprobados,
 - En caso de no existir norma oficial mexicana o norma mexicana aplicable al producto de que se trate, se podrá requerir el dictamen de un laboratorio de pruebas que haya determinado el grado de cumplimiento con las especificaciones técnicas internacionales con que cumplen, las del país de origen o a falta de éstas, las del fabricante.

Laboratorios de Prueba Reconocidos

- ANCE (Asociación Nacional de Certificación y Estandarización del Sector Eléctrico)
- UL (Underwriter's Laboratories) (por acuerdo de reconocimiento mutuo).
- CSA (Asociación Canadiense de Estándares) (por acuerdo de reconocimiento mutuo).

Estándares de Seguridad

- Estándares desarrollados por los laboratorios (**UL, CSA y ANCE**),
- **IEC** (Consejo Electromecánico Internacional),
- **CE** (Estándar Europeo),
- Otros estándares de conformidad,
- **ISO, IEEE, ANSI, NEMA**, etc.

Armonización de Estándares

- **CANENA** (Consejo de Armonización de las Normas Eléctricas Nacionales de América) trabaja en la armonización de:
 - Estándares de calidad y conformidad de productos electromecánicos,
 - Metodología de prueba y certificación (listado),
 - Requisitos de instalaciones eléctricas (códigos).

Reglamentos Para Sistemas Foto Voltaicos

- El Artículo 690 del NEC y NOM-SEDE se aplica específicamente a los sistemas FV autónomos y conectados a la red,
- Todos los demás artículos deben observarse:
 - Circuitos ramales (Artículo 210),
 - Protección contra sobrecorriente (Artículo 240),
 - Puesta a tierra (Artículo 250),
 - Métodos de cableado (Artículo 300),
 - Muchos otros...

- **ARTICULO 690 SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS**
 - Disposiciones generales,
 - Requisitos para los circuitos,
 - Medios de desconexión,
 - Métodos de alambrado,
 - Puesta a Tierra,
 - Marcado,
 - Interconexión a otras fuentes de energía,
 - Baterías de acumuladores.

A continuación se señalan algunas de las normas internacionales con las cuales las normas mexicanas (NOM) se encuentran ligadas.

III.II. NORMAS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

1) Código Eléctrico Nacional, emitido por la Asociación Nacional de Protección Contra Incendios (NFPA) desde 1911.

- Se aplica en EE.UU., pero se usa como documento base para las normas nacionales sobre instalaciones eléctricas en varios países (Canadá, México),
- Se usa como documento base en otros países (países de Europa).
- Se revisa cada 3 años.

Códigos Aplicables por Ley

En México

- Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SEDE-1999** “Instalaciones Eléctricas (Utilización)” (En adelante nos referimos a este como “la Norma”),
- Emitida por **SEDE** (Secretaría de Energía), Dirección General de Gas L.P. e Instalaciones Eléctricas,
- Texto basado en el **NEC-96**.

En Estados Unidos

- Reglamentos estatales y/o municipales basados en el Código Eléctrico Nacional,
- **NEC-99** vigente; **NEC-02** salio a finales del 2002.

Puesta a Tierra

➤ TIERRA DE LOS EQUIPOS

- Todas las partes metálicas del sistema susceptibles de hacer contacto con personas u otros elementos deberán ser puestas a tierra:
 - Incluye gabinetes de interruptores, cajas de conexión, estructuras, marcos de los módulos.

➤ TIERRA DEL SISTEMA

- Los sistemas 50 V o más deben tener un conductor de corriente puesto a tierra:
 - Se requiere poner el conductor negativo a tierra en sistemas FV con 3 o más módulos en serie.

➤ **CONDUCTOR PUESTO A TIERRA**

- El cable puesto a tierra nunca debe desconectarse del electrodo de tierra.
 - En los sistemas FV, el conductor negativo se pone a tierra, entonces no debe haber ningún interruptor o fusible en el conductor negativo.

➤ **CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA**

- Calibre no inferior a **8 AWG**, desnudo o de color verde o verde/amarillo

➤ **ELECTRODO DE TIERRA: ALTERNATIVAS**

- Barra metálica de **5/8"** de diámetro mínimo y resistente a la corrosión, enterrada por lo menos **8 ft** en la tierra a un ángulo con la vertical no superior a 45 grados,
- Ademe metálico del pozo,
- 20' de cable de cobre desnudo de tamaño **4 AWG** enterrado 30" o más.

Apartarrayos

- Elección del apartarrayos aprobados y listados para ese fin,
- Instalación en sistemas FV,
- Los conductores protectores deben conectarse al conductor positivo y negativo,
- El conductor de tierra del apartarrayos debe conectarse a la tierra del sistema, tierra de los equipos o conductor negativo puesto a tierra.

Nomenclatura de Conductores

Interconexión de los Módulos

- Monoconductores resistentes a la luz solar con aislante de 90°C en lugares mojados.
- **NEC-99** acepta los tipos **USE-2** Y **UF** resistente a la luz solar,
- **NOM-99** además de los anteriores permite los tipos **TWD-UV** (cable plano para sistemas fotovoltaicos), con aislante de 60°C en lugares mojados.

Interconexión de los Módulos

- Cables monoconductores o policonductores en tubos con aislante de 90°C en lugares mojados.
 - **NEC-99, NOM-99** acepta tipos **RHW-2, THW-2, THWN-2,**
 - Cabe aceptar tipos **RHW, THW, THWN,** (aislante de 75°C en LM) si hay suficiente ventilación.

Conexiones Sumergibles

- Bomba
 - Cable listado y etiquetado para uso con bombas sumergibles: “Submersible Pump Cable”,
 - Se pueden enterrar directamente o instalar en ductos.
- Sensores de nivel y flotadores
 - Resistentes a la luz solar y/o sumergibles.

Otras Conexiones

- No se permite usar cables monoconductores sin ductos, excepto en el arreglo FV
 - Todo el cableado multiconductor (ej., **NM** para interiores) o monoconductores en ductos.

Calibre de Conductores

- En ningún momento se debe exceder la ampacidad del conductor,
- La ampacidad depende de la temperatura de operación y el aislante del conductor,
- Para el conductor del arreglo eléctrico, se toma como referencia la corriente de corto circuito multiplicada por 1.56 (**NEC-99**),
- Para cualquier otro conductor, se toma como referencia la corriente máxima de operación multiplicada por 1.25,
- Ejemplo
 - El arreglo de un sistema de bombeo FV tiene 15 módulos conectados 5S x 3P, $I_{sc} = 4 \text{ A}$,
 - Corriente **FV** total de referencia: $4\text{A} \times 3 \times 1.56 = 18.7\text{A}$ Use cable monoconductor calibre 10 **AWG**, 90°C entre el arreglo y el controlador,
 - Corriente de referencia de cada cadena **FV**: $4\text{A} \times 1.56 = 6.2\text{A}$ Use 14 **AWG**, 90°C (75°C si hay suficiente ventilación).

Código de Colores

- Sistemas de corriente alterna:
 - Blanco o Gris para el neutro (puesto a tierra),
 - Negro para el conductor no puesto a tierra.
- Sistemas de corriente continúa:
 - Blanco o Gris para el negativo (puesto a tierra),
 - Se puede usar otro color con marcas blancas en los extremos si el conductor es 6 **AWG** o menor,
 - Se permite usar negro para conexiones en el arreglo,
 - Negro o Rojo para el positivo.
- Conductores de tierra:
 - Verde,
 - Verde con Amarillo,
 - Desnudo, o aislante transparente.

Dispositivos de Sobrecorriente

- Deben operarse a una corriente menor al 80% de la ampacidad del conductor,
- Deben estar listados para uso en corriente continua (c.c.), con rango de voltaje apropiado. No se aceptan fusibles automotrices.

Uso de Fusibles

- No use Fusibles para electrónica y automotrices, ya que estos están diseñados para su aplicación específica.
- Use fusibles y portafusibles referidos en tablas para c.c.

Desconexión

- Todo arreglo **FV** debe tener un medio de desconexión,
 - El(los) conductor(s) no puesto(s) a tierra debe tener un interruptor manual,
 - El conductor puesto a tierra (si existe) debe tener una desconexión tipo tornillo.
- Cada componente del sistema debe tener una manera de desconectarlo de todas las fuentes de potencia como arreglo **FV**.

Etiquetado de los Módulos

- Polaridad de las terminales,
- Tensión a circuito abierto,
- Tensión de funcionamiento,
- Corriente de funcionamiento,
- Corriente de cortocircuito,
- Potencia máxima,
- Tensión máxima permitida en el sistema,
- Poder de corte del dispositivo de sobrecorriente para la protección del módulo.

Gabinetes y Cajas

- Todos los gabinetes deben ser listados o identificados para uso en el ambiente de trabajo:
 - Tipo **NEMA 1** o **2** - Para uso en interiores solamente,
 - Tipo **NEMA 3** o **3R** - Para uso en intemperie, resistente a la lluvia y al polvo,
 - Tipo **NEMA 4** o **4X** - Para uso en intemperie, resistente a la corrosión polvo y entrada de agua desde cualquier dirección,
 - Tipo **NEMA 6** – Sumergibles.

Otros Requerimiento

- Todas las conexiones eléctricas deben tener alivio de tensión,
- Se debe tapar cualquier orificio que no se esté usando en las cajas y gabinetes. Hay que usar tapones apropiados,
- Todas las cajas que contengan conexiones eléctricas deben ser accesibles para mantenimiento.

Terminales y Uniones

- Use terminales y uniones listadas para uso en c.c.
Uniones,
Terminales.

Avisos

- Todos los equipos que puedan ser accedidos por personas no calificadas deben llevar un aviso como el siguiente:

ATENCIÓN – RIESGO DE DESCARGA ELÉCTRICA – TENSIONES Y CORRIENTES PELIGROSAS – NO CONTIENE PARTES MANEJABLES POR USUARIOS – CONTACTAR CON PERSONAL DE MANTENIMIENTO CUALIFICADO PARA ASISTENCIA.

NOTA:

- Los códigos y reglamentos son el producto de muchos años de experiencia,
- En la actualidad, se siguen instalando sistemas que no cumplen con los reglamentos,
- Las instalaciones que cumplen con los reglamentos son más seguras y duraderas,
- La aplicación de los reglamentos impacta en el costo del sistema.

Adicionalmente es importante señalar para un mayor conocimiento del campo de las normas que la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999, relativa a las Instalaciones Eléctricas.

El objetivo de esta **NOM-001-SEDE-1999**, es establecer las disposiciones y especificaciones de carácter técnico que deben satisfacer las Instalaciones destinadas a la utilización de la Energía Eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas e instalaciones, en lo referente a la protección contra choque eléctrico, efectos térmicos, sobrecorriente, corrientes de falla, sobretensiones, fenómenos atmosféricos e incendios, entre otros. El cumplimiento de las disposiciones indicadas en esta **NOM-001-SEDE-1999**, garantizarán el uso de la Energía Eléctrica en forma segura.

III.III. CAMPO DE APLICACIÓN

- a) Propiedades industriales, comerciales, residenciales y de vivienda, institucionales, cualquiera que sea su uso, públicas y privadas, y en cualquiera de los niveles de tensiones eléctricas de operación, incluyendo las utilizadas para equipo eléctrico conectados por los usuarios. Instalaciones en edificios utilizados por las Empresas suministradoras, tales como edificios de oficinas, almacenes, estacionamientos, talleres mecánicos y edificios para fines de recreación.
- b) Casa móvil, vehículos de recreo, edificios flotantes, ferias, circos y exposiciones, establecimientos, talleres de servicio automotriz, estaciones de servicio, lugares de reunión, teatros, salas y estudios de cinematografía, hangares de aviación clínicas y hospitales, construcciones agrícolas, marinas y muelles, entre otros.
- c) Plantas generadoras de emergencia o de reserva, propiedad de los usuarios.
- d) Subestaciones, líneas aéreas de energía eléctrica y de comunicaciones e instalaciones subterráneas.

III.IV. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Como podemos observar esta Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SEDE-1999**, es de uso obligatorio para todas las instalaciones eléctricas que se realicen en el país, por lo tanto es importante que las consideremos a la hora de realizar:

- Proyectos Eléctricos,
- Instalaciones Eléctricas.

Es importante hacer de lo anteriormente dicho una cultura en los usuarios, para que en un futuro las instalaciones eléctricas sean cada vez más seguras y de mejor calidad.

Se recomienda que en cada empresa, instituto o negocio se le asigne la responsabilidad a una persona o más, que se hagan cargo de especializarse en la normatividad correspondiente para hacer uso mas adecuado de las normas para que todo redunde favorablemente en los mecanismos de seguridad tanto del personal como del equipo.

CAPÍTULO IV

CLASIFICACIÓN DE LOS RIESGOS ELÉCTRICOS

La clasificación de los riesgos eléctricos depende de tres factores, el tiempo de exposición, la tensión (intensidad de corriente) y la resistencia que presenta el cuerpo y, éstos determinan la clase de riesgo al cual podemos estar expuestos y en éste capítulo se describen.

IV.I. RIESGOS ELÉCTRICOS

Es de suma importancia el hacer conciencia de las consecuencias que puede ocasionar la corriente eléctrica por un incidente en el cuerpo humano.

La gran utilización de la energía eléctrica en la industria y en el hogar, unida al hecho de que no es detectable fácilmente, hacen caer a las personas en una rutina de despreocupación y falta de prevención en su uso.

Por otra parte dada su naturaleza y los efectos, muchas veces mortales, que ocasiona su paso por el cuerpo humano, hacen que la corriente eléctrica sea una fuente de accidentes de tal magnitud que no se debe regatear esfuerzos para lograr las máximas previsiones contra los riesgos eléctricos.

Efectos de la corriente eléctrica pasando a través del cuerpo humano.

Resulta de gran interés tener algunos datos sobre la resistencia (impedancia) que el cuerpo humano manifiesta con el paso de la corriente eléctrica, para lo cual a continuación se dan algunos datos:

Valores estadísticos de la impedancia total, válidos para seres humanos vivos y para conducción de corriente mano a mano o mano a pie, para voltajes de contacto hasta de 700V.

Mediciones realizadas sobre humanos vivos y muertos y análisis estadísticos de los resultados.

Procedimiento:

1) Las mediciones fueron hechas sobre una muestra de 50 personas vivas con voltaje de contacto de 15 V. y 100 personas con 25 V. Utilizando una corriente de paso mano a mano y con superficie de contacto de aproximadamente 80 cm² en condiciones secas.

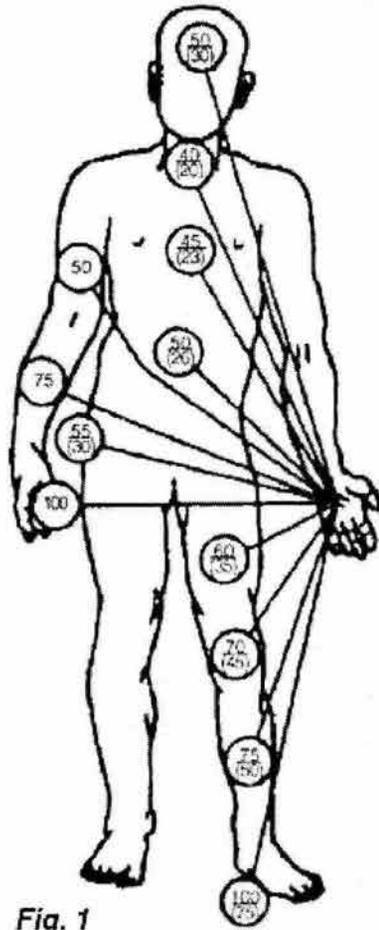
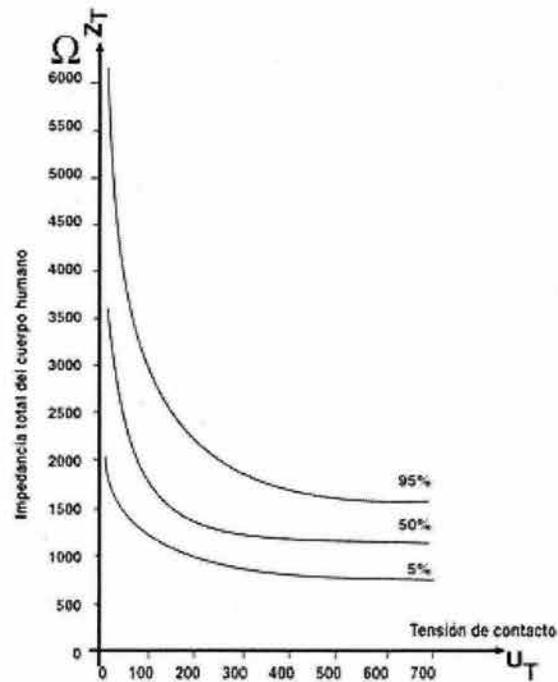


Fig. 1



Z_T = IMPEDANCIA TOTAL U_T = UNIDAD DE TENSION EN VOLTS

Figura 5.a Porcentajes en el cuerpo

Figura 5.b Grafica de impedancia en el cuerpo

Los valores de la gráfica Figura 5.a, de impedancia total del cuerpo para rangos de porcentaje de 5%, 50% y 95% de la población fueron determinados por dos métodos estadísticos los cuales dieron casi igual. Las mediciones fueron hechas 0.1 segundo después de aplicado el voltaje.

A continuación se describen los resultados obtenidos en las pruebas efectuadas.

Descripción de Zonas	
Zonas	Efectos Fisiológicos.
Zona I	Normalmente sin reacción.
Zona II	Usualmente sin efectos fisiológicos.
Zona III	Usualmente no se esperan daños orgánicos. Aparecen contracciones musculares y dificultad en la respiración, disturbios reversibles de impulsos en el corazón. Paros cardiacos transitorios sin fibrilación ventricular se incrementan con la corriente y el tiempo.
Zona IV	En adición a los efectos de la Zona III, la probabilidad de fibrilación ventricular se incrementa hasta un 5% (curva C2), y hasta un 50% (curva C3), y arriba de un 50% por encima de la curva c3. Los efectos de paros cardiacos, respiratorios y quemaduras pueden ocurrir con el incremento de la corriente y el tiempo .

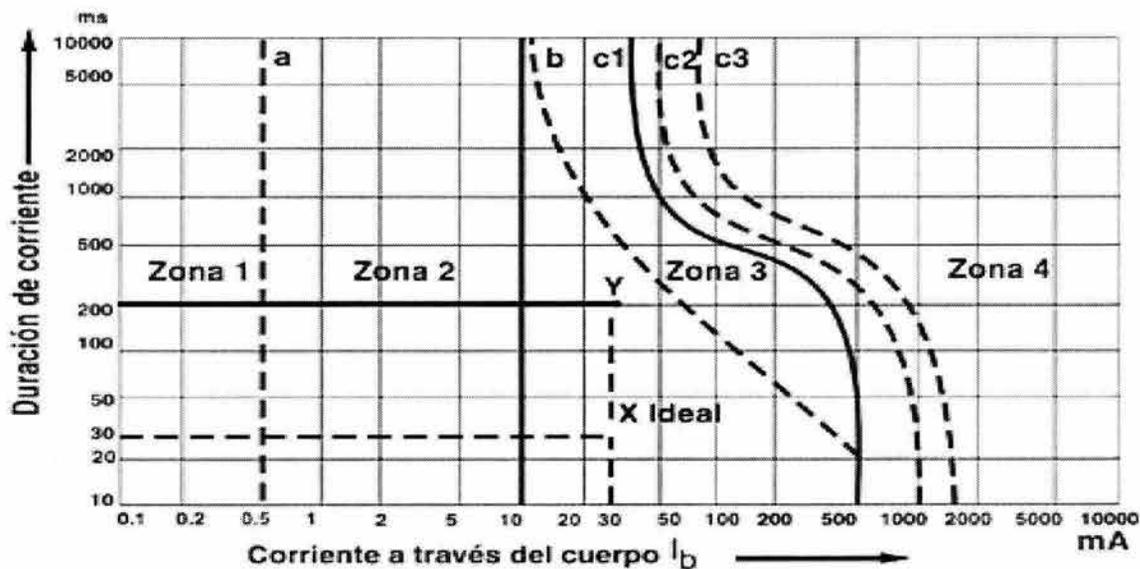


Figura 6 Curva de tiempo / Corriente de efectos de la corriente sobre las personas (15 a 100Hz.). X: Punto de accionamiento de los Interruptores Automáticos de Corriente Diferencial. 30 mA - Y - Accionamiento.

Datos indicativos de accidentes de origen eléctricos:

- 0.30% del total de los accidentes de trabajo con baja tensión,
- 1% de los accidentes que provocan una incapacidad permanente.

En empresas dedicadas a la producción y transporte de energía eléctrica.

- 3% de los accidentes que causan baja,
- 50% de los accidentes mortales.

IV.I.I. ELEMENTO PRINCIPAL DETERMINANTE DEL ACCIDENTE

- 1° - Descuido,
- 2° - Instalaciones peligrosas de uso permanente,
- 3° - Instalaciones con defectos temporales,
- 4° - Debidos a otra persona,
- 5° - Olvido de normas o peligro,
- 6° - Ignorancia,
- 7° - Falta de vigilancia,
- 8° - Error,
- 9° - Otros casos,

El 15% de los accidentes eléctricos son mortales.

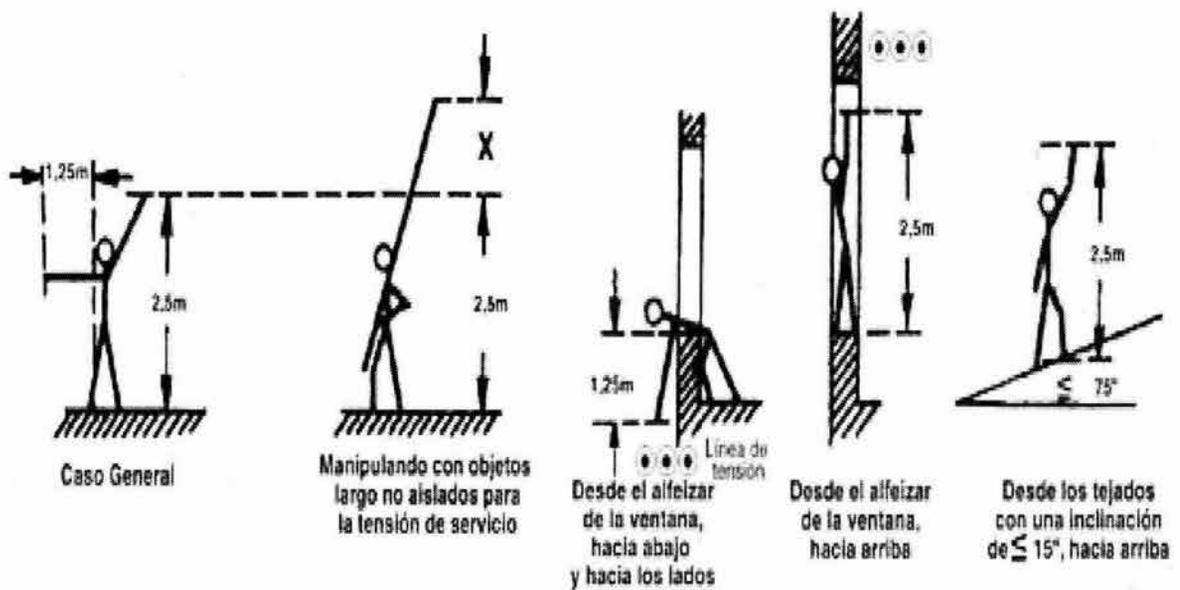


Figura 7 Concepto de la tensión fuera del alcance de la mano, lo cual es un factor determinante de accidentes por falta de métodos bien establecidos.

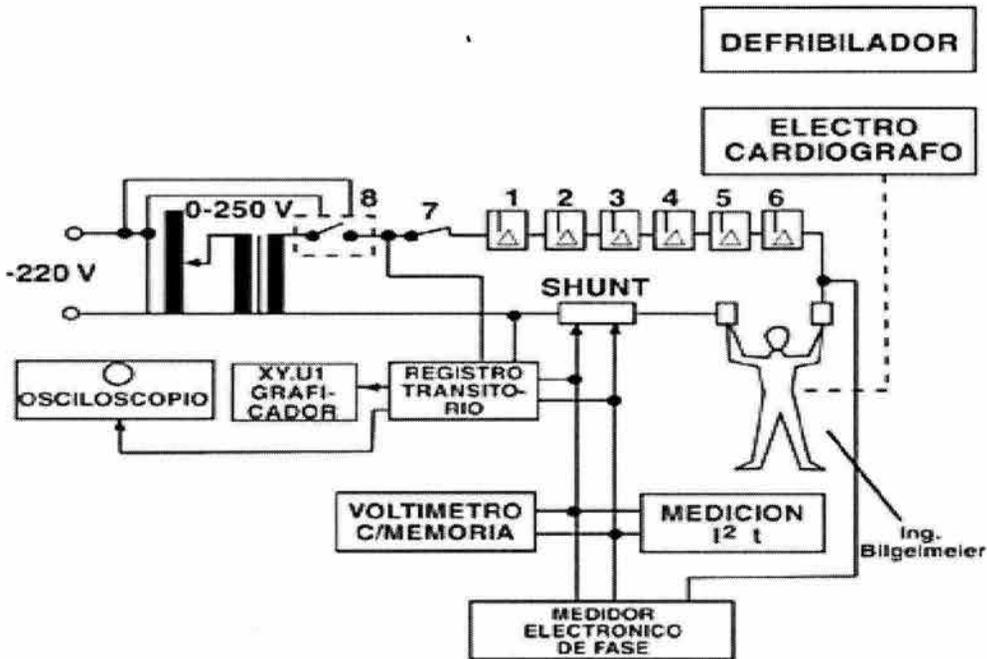


Figura 8 Esquema de conexión del circuito de protección

1 al 6- Interruptores diferenciales 2x10 mA; 2x30 mA; 2x100 mA.

7- Interruptor manual de emergencia.

8- Interruptor electrónico para la determinación del punto. Instante de conexión, con limitación del paso de la corriente a un máximo de 30 ms.

IV.II. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL EFECTO ELÉCTRICO

El cuerpo humano al ser atravesado por la corriente eléctrica, se comporta como un conductor siguiendo la ley de Ohm. Donde: La Intensidad es igual a la Diferencia de potencial / Resistencia

Realizando un análisis detenido determinamos que los factores que intervienen en un accidente por causas eléctricas son:

- Intensidad,
- Resistencia,
- Frecuencia,
- Tiempo de contacto,
- Recorrido de la corriente a través del cuerpo,
- Capacidad de reacción de la persona.

Cabe mencionar que todos estos factores son variables y, en conjunto nos dan el grado de severidad del accidente.

IV.II.I INTENSIDAD

La intensidad de corriente que circula por el cuerpo humano en la unidad de tiempo es la causa determinante de la gravedad.

Esta comprobado que intensidades comprendidas entre: 1 – 3 mA. No ofrecen peligro alguno y su contacto puede ser mantenido; de 3 – 25 mA pueden dar lugar a:

- Contracciones musculares,
- Dificultad para separarse del punto de contacto,
- Quemaduras,
- Peligros secundarios,
- Aumento de la tensión sanguínea.

De 25 – 75 mA dan lugar:

- Parada de los músculos respiratorios (asfixia),
- Fibrilación ventricular (tiempo de contacto mayor de 3 minutos),
- Colapso.

De 75 – 3000 mA ocasiona:

- Parálisis total de respiración,
- Fibrilación ventricular irreversible.

Mayor de 3A puede producir fibrilación ventricular y grandes quemaduras.

IV.II.II. RESISTENCIA

La intensidad que circule por el cuerpo humano a causa de un contacto accidental, dependerá única y exclusivamente de la resistencia que se ofrezca al paso de la corriente, siendo esta resistencia la suma de:

- Resistencia del punto de contacto (piel),
- Resistencia de los tejidos internos que atravesase la corriente,
- Resistencia de la zona de salida de la corriente.

Así mismo, la resistencia del cuerpo humano al paso de la corriente se reduce si se ha ingerido alcohol, si la persona se encuentra sudando o si se encuentra en un estado nervioso o deprimente.

El punto de contacto con la fuente de tensión siempre es la piel y, su resistencia puede variar entre 100 ohmios para piel fina y húmeda y 1,000,000 ohmios en piel rugosa y seca, tejidos internos 500 ohmios. En la mayoría de los casos, la zona de salida de la corriente son los pies, así que la resistencia dependerá también del tipo de calzado y del material del que este fabricado el suelo.

IV.II.III. TIEMPO DE CONTACTO

Cifras aproximadas para que llegue a producirse - fibrilación ventricular:

- 15 mA. durante 2 minutos,
- 20 mA. " 1 minuto,
- 30 mA. " 35 segundos,
- 100 mA. " 3 segundos,
- 500 mA. " 0,10 segundos,
- 1 A " 0,03 segundos.

La fibrilación ventricular son contracciones anárquicas del músculo cardíaco que se produce por el paso de la corriente eléctrica de una cierta intensidad y duración a través del corazón.

IV.III. TENSIÓN DE SEGURIDAD.

Considerando que intensidades menores de 25 mA. no causan trastornos graves al organismo y, que la resistencia humana es de 1,000 a 2,000 ohmios, tendremos como tensión de seguridad:

- $0.025 * 1,000 = 25V$ en ambiente conductor o húmedo,
- $0.025 * 2,000 = 50V$ en ambiente seco.

IV.III.I. TRABAJOS SIN TENSIÓN

Con el fin de reducir los riesgo por contacto eléctrico a continuación se dan algunas recomendaciones:

Aislar la parte en que se vaya a trabajar de cualquier posible alimentación mediante la apertura de los aparatos de seccionamiento más próximos a la zona de trabajo.

Bloquear en posición de apertura cada uno de los aparatos de seccionamiento colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobra.

Comprobar mediante un verificador la ausencia de tensión.

Señalizar adecuadamente la prohibición de restituir tensión debido a la realización de trabajo.

No se establecerá el servicio al finalizar los trabajos sin comprobar que no existe peligro alguno.

En el propio lugar de trabajo.

- Verificación de la ausencia de tensión.
- En el caso de redes aéreas se procederá a la puesta en cortocircuito.
- Delimitar la zona de trabajo señalizándola adecuadamente.

IV.III.II. TRABAJOS CON TENSIÓN

Colocarse sobre objetos aislantes como son: (tarimas de madera, alfombras, banquetas, escaleras aislantes, etc.).

Utilizar equipo de protección: cascos, guantes aislantes, gafas protectoras, herramientas aisladas y ropas apropiadas sin accesorios metálicos.

Aislar previamente los demás conductores en tensión, próximos al lugar de trabajo, incluso el neutro.

Cuando se realice la instalación de un conductor con tensión, además del equipo de protección personal, es necesario comprobar la procedencia del mismo identificando la fase al que corresponda.

IV.IV. CLASE DE RIESGOS ELÉCTRICOS

Los accidentes eléctricos se producen por el contacto de una persona con una parte de la instalación que no lleva aislante por su diseño y naturaleza, como interruptores, terminales, conductores en barras entre otros llamadas partes vivas las cuales pueden ser de dos tipos:

- Clase A Contactos directos,
- Clase B Contactos indirectos.

IV.IV.I CLASE A CONTACTOS DIRECTOS

Se llaman así, aquellos en que la persona entra en contacto con una parte viva de la instalación.

Los contactos directos pueden establecerse de tres formas:

- Contacto con dos conductores activos,
- Contacto con un conductor activo y masa o tierra,
- Descarga por inducción.

Se llama parte activa al conjunto de conductores y piezas conductoras bajo tensión en servicio normal. Las descargas por inducción son aquellos accidentes en los que se produce un choque eléctrico sin que la persona haya tocado físicamente parte metálica o en tensión de la instalación, como puede ser el caso de un relámpago.

Protección contra contactos directos. En las instalaciones, pueden lograrse de tres formas:

a) **Distancia de protección y volumen de seguridad.** Alejamiento de las partes activas de la instalación a una distancia tal del lugar donde las personas habitualmente se encuentren o circulan y, que sea imposible un contacto fortuito con las manos, considerándose zona de alcanzable con la mano o volumen de seguridad, que es medida a partir del punto donde la persona pueda estar situada, distancia límite:

- 2.5 m hacia arriba,
- 1 m hacia abajo,
- 1 m en horizontal.

b) **Interposición de obstáculos.** Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Estos deben de estar fijados de forma segura y resistir los esfuerzos mecánicos a que estén sometidos. Pudiendo ser: Tabiques, bayas, pantallas, cubiertas aislantes, etc.

c) **Aislamiento.** Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado, capaz de conservar sus propiedades con el tiempo, y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1mA, siendo considerada la resistencia del cuerpo humano de 2,500 ohms.

Medidas complementarias

- Evitar el empleo de conductores desnudos,
- Cuando se utilicen, deberán estar eficazmente protegidos,
- Sé prohíbe el uso de interruptores de cuchillas que no estén debidamente protegidos,
- Los fusibles no deberán estar al descubierto.

Contactos directos Protección

- Fase + fase - Alejamiento de las partes activas,
- Fase + tierra - Interposición de obstáculos,
- Inducción - Recubrimiento de las partes activas.

Empleo de medidas complementarias por medio de protecciones para cuerpos o agentes externos sólidos y líquidos.

Tabla 3 Protección para cuerpos sólidos:

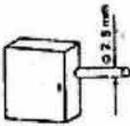
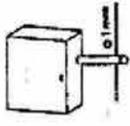
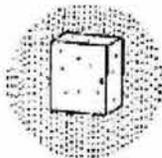
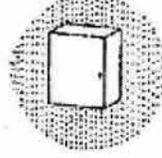
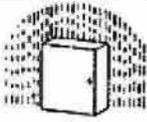
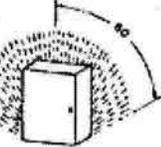
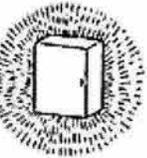
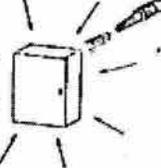
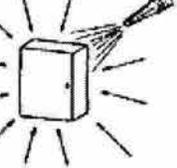
Casos	Protección
	<p>Protege a cuerpos mayores de 50 mm (contacto involuntario de las manos)</p>
	<p>Protege a cuerpos mayores de 12mm (dedo de la mano)</p>
	<p>Protege a cuerpos mayores de 2.5mm (destornillador, etc.)</p>
	<p>Protege a cuerpos mayores de 1mm (clavos, etc.)</p>
	<p>Protege contra polvo. Se admite el ingreso que no perjudica el funcionamiento.</p>
	<p>Protege contra polvo. No se admite el ingreso de polvo.</p>

Tabla 4 Protección para líquidos:

2da. Cifra	Protección
	<p>Protege contra caída vertical de gotas de agua</p>
	<p>Protege contra caída vertical de gotas hasta 15° de la vertical</p>
	<p>Protege contra caída vertical de gotas hasta 60° de la vertical</p>
	<p>Protege contra proyección de agua en todas las direcciones</p>
	<p>Protege contra chorros de agua en todas las direcciones</p>
	<p>Protegido contra olas o chorros potentes</p>

IV.IV.II. CLASE B CONTACTOS INDIRECTOS

Son aquellos en que la persona entra en contacto con algún elemento que no forma parte del circuito eléctrico y que en condiciones normales no deberían tener tensión como:

- Corrientes de derivación,
- Situación dentro de un campo magnético,
- Arco eléctrico.

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales o emplazamientos, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, que obligarán en cada caso a adoptar la medida de protección más adecuada. Se tendrá en cuenta:

a) Instalaciones con tensiones de hasta 250V con relación a tierra:

➤ En general, con tensiones hasta 50V con relación a tierra en locales o emplazamientos secos y no conductores o de 24V en locales o emplazamientos húmedos o mojados, no es necesario establecer sistema de protección alguno.

➤ Con tensiones superiores a 50V es necesario establecer sistemas de protección para instalaciones al aire libre; en locales con suelo conductor como por ejemplo, de tierra, arena, piedra, cemento, baldosas, madera dura e incluso ciertos plásticos. En cocinas públicas o domésticas con instalaciones de agua o gas, aunque el suelo no sea conductor, salas clínicas y en general en todo local que incluso teniendo el suelo no conductor presente la posibilidad de tocar simultáneamente e involuntariamente elementos conductores puestos a tierra y masas de aparatos de utilización.

b) Instalaciones con tensiones superiores a 250V con relación a tierra:

➤ En estas instalaciones es necesario establecer sistemas de protección cualquiera que sea el local, naturaleza del suelo, particularidades del lugar, etc., de que se trate.

Clases de protección contra contactos indirectos:

Clase A.- Esta medida consiste en tomar disposiciones destinadas a suprimir el riesgo mismo, haciendo que los contactos no sean peligrosos, o bien impidiendo los contactos simultáneos entre las masas y elementos conductores, entre los cuales pueda aparecer una diferencia de potencial peligrosa. Los sistemas de protección de la Clase A son:

- Separación de circuito,
- Empleo de pequeñas tensiones de seguridad,
- Separación entre las partes activas y las masa accesibles por medio de aislamiento de protección,
- Inaccesibilidad simultánea de elementos conductores y masas,
- Recubrimiento de las masas con aislamiento de protección,
- Conexiones equipotenciales.

Clase B.- Esta medida consiste en la puesta a tierra directa o la puesta a tierra de las masas, asociándola a un dispositivo de corte automático, que origine la desconexión de la instalación defectuosa. Los sistemas de protección de la Clase B, son:

- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto,
- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por tensión de defecto,
- Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.

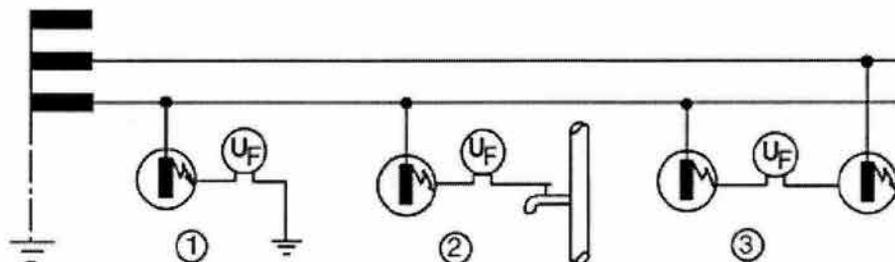


Figura. 9 Tensiones de defecto. (1): entre una masa y tierra. (2): entre una masa y la tubería de agua. (3): entre dos masas.

Actuación en caso de Accidentes

- Cortar la corriente.
- Provocar un cortocircuito; manteniendo la serenidad y contando con un plan emergente, esto en el caso de que sea factible.
- Separar a la víctima del conductor y aislar la corriente con respecto a tierra.
- Comenzar la reanimación (boca a boca y masaje cardíaco), procurando que el tiempo de actuación sea el mínimo ya que cuando más se tarde en reaccionar menos posibilidades de salvar al accidentado habrá.

IV.V. MATERIAL DE SEGURIDAD

Además del equipo de protección individual (gafas, cascos, calzado, etc.) se considera como material de seguridad para los trabajos en instalaciones de baja y mediana tensión el siguiente:

- Guantes aislantes,
- Banquetas o alfombras aislantes,
- Báinas y caperuzas aislantes,
- Comprobadores de tensión,
- Herramientas aisladas,
- Material de señalización (discos, barreras, banderines, etc.),
- Lámparas portátiles,
- Transformadores de seguridad,
- Transformadores de separación de circuitos.

IV.V.I. LA PROTECCIÓN PERSONAL

Adicionalmente se presenta este material de seguridad que podrá complementar las medidas de seguridad hacia el personal.

Cualquier tipo de protección individual debe reunir una serie de características:

- Debe ser fácil de manejar,
- Deberá permitir la realización del trabajo, sin suponer una merma en las posibilidades de actuación,
- Debe ser cómodo procurando que le asiente bien.

Clasificación del material de protección personal

Según la zona del cuerpo que va a proteger distinguiremos los siguientes tipos de equipos:

- La ropa de trabajo,
- Protección de extremidades superiores,
- Protección de la cabeza,
- Protección de extremidades inferiores,
- Protección del aparato visual,
- Protección del sistema respiratorio,
- Protección del aparato auditivo,
- Cinturón de seguridad.

La ropa de trabajo

Los uniformes de trabajo proporcionan una protección indudable contra manchas, polvos, productos corrosivos, etc,... Debe cuidarse que la ropa de trabajo esté limpia y en buenas condiciones de conservación, sin roturas que puedan ser motivo de enganches con la máquina provocando el accidente. Existen ropas especiales para trabajos especiales tales como:

- Los uniformes ignífugos que protegen contra los riesgos de inflamación,
 - Los uniformes de caucho para proteger contra las radiaciones,
 - Los uniformes de amianto para trabajos próximos a fuentes de calor,
- También se utiliza el cuero para la confección de mandiles y delantales.

La ropa que debe utilizarse en invierno bajo condiciones climáticas extremas ha de reunir las siguientes cualidades:

- 1- Retención de calor,
- 2- Capacidad de eliminación del calor,
- 3- Facilidad de ventilación.

Protección de la cabeza

La necesidad de llevar un casco protector, resulta de la gravedad que conllevan los accidentes producidos por caídas de objetos. Existe en el mercado una gran variedad de cascos protectores contruidos a base de materias plásticas y tela impregnada o cartón endurecido, aluminio, fibra de vidrio, etc.

En cuanto a la forma existen cascos con rebordes más o menos salientes, hasta aquellos que no tienen más que una visera. Los primeros protegen las orejas, el cuello y parte de la cara, empleándose especialmente en trabajos de perforación, canteras, etc,... siendo los segundos más comunes en trabajo de fábricas, industrias, etc,... A fin de acompletar la acción protectora del casco, pueden añadirse otros accesorios suplementarios tales como pantallas, cubrenuca o cascos contra ruido procurando en todo momento conjugar eficacia con comodidad.

Protección de aparato visual

Los accidentes de ojos pueden ser evitados mediante el uso de gafas o caretas protectoras. Cualquier gafa de seguridad debe reunir una serie de requisitos como son:

- Se han de limpiar con facilidad por lo que no deben tener pliegues ni ranuras de difícil acceso,
- Deben tener un campo de visión amplio,
- No han de estar contruidas con material inflamable,
- No debe producir irritaciones ni ningún otro tipo de molestia al usuario.

Protección del aparato auditivo

La **O.G.S.H.T** (Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo) en su artículo No. 147 establece:

- Cuando el nivel de ruido en un puesto o área de trabajo sobrepase los 80 (db) decibeles será obligación el uso de elementos o aparatos individuales de protección auditiva,
- Para los ruidos de muy alta intensidad se dotará a los trabajadores que hayan de soportarlos de auriculares con filtro, orejeras de almohadillas, discos antirruidos o dispositivos similares,
- La protección de los pabellones del oído se combinará con la del cráneo y la cara por los medios vistos anteriormente,
- Los elementos de protección auditiva serán siempre de uso individual.

Protección de extremidades superiores

La protección generalmente aceptada por su eficacia es el guante independientemente de la existencia de manguitos, dediles, cremas, etc., que pueden emplearse en casos especiales. Suelen fabricarse en goma, caucho, cuero, etc. Según el trabajo a desarrollar utilizaremos los siguientes tipos de guantes:

De tejido. Son adecuados para trabajos que requieran una protección ligera (Sector de la construcción).

De cuero. Son resistentes a las chispas, al calor y a los objetos rugosos proporcionando además amortiguación a los choques (soldaduras).

De amianto. Aíslan del calor y son incombustibles protegiendo contra quemaduras. Presentan el inconveniente de deteriorarse con facilidad (Bomberos).

De caucho. Son utilizados cuando sea necesario el aislamiento eléctrico. Presentan el inconveniente de no permitir la transpiración ni proteger contra la acción mecánica.

De materia plástica. Son utilizados en la industria química por resistir a los productos químicos corrosivos, así como a los disolventes industriales.

De corta de malla. Son indicados para trabajos con elementos cortantes (carniceros).

La protección de manos y brazos contra productos agresivos puede realizarse mediante pastas, pomadas o cremas especiales que forman una película protectora sobre la piel sin reducir la sensibilidad táctil del usuario.

Protección de extremidades inferiores

La protección puede lograrse mediante calzado con puntera de acero, para prevenir la caída de material pesado sobre los dedos. También se suelen utilizar plantillas metálicas que impidan las heridas cortantes o punzantes en la planta de los pies. Para completar dicha protección es aconsejable utilizar botas que protejan los tobillos. La protección de las extremidades inferiores puede completarse con rodilleras, polainas, etc.,

Protección del aparato respiratorio

Para proteger el aparato respiratorio se debe seguir un procedimiento que debe incluir los siguientes puntos:

- 1º.-Identificar la sustancia contra la que se necesita protección,
- 2º.-Valorar el riesgo que conlleva cada una de las sustancias identificadas estableciendo su grado de peligrosidad,
- 3º.-Determinar las condiciones de exposición a esos riesgos tales como proximidad con los puntos de alta concentración, existencia o falta de oxígeno, etc.,
- 4º.-Estudiar las posibilidades personales de utilización del equipo.

La clasificación de los aparatos de protección respiratoria la podemos establecer en dos grandes grupos, que son los siguientes:

Aparatos con provisión de aire

- Autónomos,
- Con tubo flexible.

Aparatos con filtro

- Filtro mecánico,
- Filtro químico,
- Combinación de filtro mecánico y químico.

Cinturones de seguridad

Constituyen un elemento básico de protección y debe ser obligatorio en los trabajos que presentan riesgos de caídas, deben estar homologados.

CAPÍTULO V

CLASIFICACIÓN DE ÁREAS PARA LA SELECCIÓN DE EQUIPO ELÉCTRICO

En vista de la importancia de las actividades que se realizan en una instalación eléctrica Industriales, Comerciales y Residenciales, es necesaria la participación de las diversas disciplinas de la ingeniería, a fin de estandarizar criterios, metodología, procesos y especificaciones.

Se tiene como finalidad garantizar la calidad de los materiales, equipos e instalaciones, a fin de que éstas operen de manera eficiente y segura, tomando en cuenta la preservación de las vidas humanas, las instalaciones y el medio ambiente.

Cabe mencionar que es de suma importancia tomar en cuenta los posibles riesgos para poder determinar las áreas de trabajo, para lo cual es de uso común el análisis de las clasificaciones de áreas peligrosas que cumplan con la norma tal es el caso de las que se citan, entre otras.

Referencias.

NOM-001 SEDE 1999. Aclaración en el año 2000 “Instalaciones Eléctricas (Utilización)”,
NOM-008-SCFI-1993. Sistema General de Unidades de Medida.
NMX-B-208-SCFI-1984. Tubos de Acero para la Protección de Conductores Eléctricos (Tubo Conduit) Tipo Pesado.
IEC – 79-10-1995. Electrical Apparatus for Explosive gas Atmospheres. (Aparatos Eléctricos para Atmósferas de gases Explosivos).

V.I. ÁREAS NO PELIGROSAS

En todas las instalaciones, existen áreas en que la liberación de sustancias inflamables ocurre raramente en algunas operaciones, que no justifica considerarlas como áreas peligrosas para una instalación eléctrica como pueden ser:

Áreas libremente ventiladas en las que se tengan las sustancias inflamables dentro de sistemas cerrados de tubería, y que estén formados únicamente por los tubos, conexiones, bridas, medidores y válvulas pequeñas, siempre y cuando se proporcione un mantenimiento adecuado. En áreas en donde pueda tenerse un mantenimiento deficiente debe considerarse a las conexiones, bridas, medidores y válvulas pequeñas como fuentes de peligro.

Áreas con ventilación restringida, en las que los sistemas de tubería para las sustancias inflamables que no contengan válvulas, conexiones, bridas ni otros accesorios.

Áreas de almacenamiento de gases licuados o comprimidos o líquidos inflamables, en recipientes sellados, o adecuados a lo establecido, siempre que tales recipientes no estén expuestos a otras condiciones peligrosas.

Áreas donde existen permanentemente fuentes de ignición, tales como calentadores de fuego directo o quemadores, entre otros, se debe evitar la instalación de equipo eléctrico en las áreas adyacentes.

Para clasificar las áreas peligrosas debido a la presencia de concentraciones de gases o vapores explosivos o combustibles, para definir los espacios en donde estas concentraciones tienen posibilidades de explotar o inflamarse, a fin de seleccionar adecuadamente la instalación y el equipo eléctrico y electrónico, así como dar soporte a la identificación de riesgos para designar instrucciones de seguridad durante la planeación de los trabajos de mantenimiento en las áreas peligrosas que se utilizan en sus instalaciones para extraer, procesar, transportar y almacenar sus productos; considerar otras recomendaciones para poder definir correctamente el equipo a utilizar.

V.II. ÁREAS PELIGROSAS

Áreas peligrosas se consideran, aquéllas 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 inflamables, a continuación se menciona una clasificación de áreas peligrosas:

V.II.I. ÁREAS CLASE I

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

V.II.II. ÁREAS CLASE II

Son áreas que son peligrosas debido a la presencia de polvos combustibles.

V.II.III. ÁREAS CLASE III

Son áreas que son peligrosas por la presencia de fibras o partículas volátiles fácilmente inflamables, pero en las cuales es poco probable que dichas fibras o partículas estén suspendidas en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas inflamables.

Es de hacer notar que las Clases II y III son inusuales en la industria, por lo cual solo haremos referencia a las áreas de mayor peligrosidad que se mencionan en las Áreas Clase I.

También se dice que para decidir, en que grado un área contiene concentraciones que pudieran ser peligrosas, se requiere habilidad y buen juicio. Hay muchos factores que entran en esta decisión incluyendo temperatura, presión barométrica, humedad, ventilación y distancia de la fuente que origina los vapores.

V.II.I.I. ÁREA CLASE I, DIVISIÓN 1

Es el área en la cual continuamente pueden existir condiciones normales de operación, concentraciones de gases o vapores explosivos o inflamables. Existencia intermitentemente o periódicamente de concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables, en condiciones normales de operación. Pueden existir frecuentemente concentraciones de gases o vapores explosivos o inflamables debidos a trabajos de reparación o mantenimiento, o por causa de fugas. Una interrupción o una falla en la operación de los equipos o del proceso que pueda provocar la formación de concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables y simultáneamente provocar también la falla del equipo eléctrico.

V.II.I.II. ÁREA CLASE I, DIVISIÓN 2

Son lugares en donde se manejan, procesan o usan líquidos volátiles, gases o vapores inflamables, que están normalmente confinados en recipientes o sistemas cerrados, pero de los cuales puedan escapar en caso de ruptura o avería accidental de los recipientes o sistemas, o en caso del funcionamiento anormal de los equipos por medio de los cuales se manejan dichos líquidos, gases o vapores.

Una adecuada ventilación de presión positiva impide normalmente la concentración de gases o vapores inflamables, pero que pueden convertirse en peligrosos por falla o funcionamiento anormal del equipo de ventilación. Están contiguos a los de Clase I, División 1, a los cuales puedan llegar ocasionalmente concentraciones de gases o vapores inflamables, a menos que pueda evitarse tal comunicación por medio de un adecuado sistema de ventilación de presión positiva de una fuente de aire limpio y se provean dispositivos seguros para evitar las fallas del sistema de ventilación.

V. II.I.III. ÁREA CLASE I, ZONAS 0, 1 Y 2

Área Clase I, Zona 0

Es un lugar en donde están presentes continuamente concentraciones inflamables de gases o vapores inflamables. Las concentraciones inflamables de gases o vapores inflamables están presentes por largos periodos de tiempo.

Área Clase I, Zona 1

Es un lugar en el cual las concentraciones inflamables de gases o vapores inflamables se encuentran probablemente bajo condiciones normales de operación. Las concentraciones de gases o vapores inflamables pueden existir frecuentemente debido a trabajos de reparación o mantenimiento, o por causa de fugas. Una interrupción o una falla en la operación de los equipos o del proceso que puedan provocar la formación de concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables y simultáneamente provocar también la falla del equipo eléctrico de tal modo que cause que el equipo se convierta en una fuente de incendio. Sea una área adyacente a una área **Clase 1, Zona 0**, desde la cual concentraciones inflamables de vapores puedan ser comunicadas, a menos que la comunicación sea prevista de una adecuada ventilación de presión positiva de una fuente de aire limpio, y sean previstas de dispositivos seguros para evitar las fallas del sistema de ventilación.

Área Clase I, Zona 2

Es un lugar en el cual las concentraciones inflamables de gases o vapores inflamables no ocurren en operación normal y se da el caso en donde existen únicamente por cortos periodos de tiempo. Los líquidos volátiles inflamables, gases o vapores inflamables son manejados, procesados o usados, pero en los cuales, los líquidos, gases o vapores son normalmente confinados dentro de contenedores o sistemas cerrados, pero de los cuales puedan escapar en caso de ruptura o avería accidental de los contenedores o del sistema o en caso de una operación anormal del equipo en el cual son manejados los líquidos o gases. Las concentraciones inflamables de gases o vapores inflamables normalmente son prevenidos por ventilación mecánica positiva, pero la cual puede volverse peligrosa por falla o funcionamiento anormal del equipo de ventilación. Sea adyacente a una área Clase 1, Zona 1, desde la cual concentraciones inflamables de gases o vapores inflamables puedan ser comunicadas, a menos que la comunicación sea prevista de una adecuada ventilación de presión positiva de una fuente de aire limpio y, sean previstas de dispositivos seguros para evitar las fallas del sistema de ventilación.

Área cerrada. Es un espacio tridimensional cerrado en más de 2/3 partes de la superficie del área del plano proyectado, de tamaño suficiente para el acceso de personal autorizado (espacio, edificio o cuarto).

V.III. CLASIFICACIÓN DE GASES Y VAPORES POR SU GRADO DE PELIGROSIDAD

Para la selección de equipo eléctrico, se debe tomar en cuenta la contaminación del aire que le 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.

V.III.I. CONDICIONES DE INCENDIO O EXPLOSIÓN

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

- a) Debe estar presente un gas o vapor inflamable o explosivo.
- b) Debe estar mezclado con aire en proporciones que produzcan una mezcla inflamable, y
- c) Además exista una concentración suficiente de esa mezcla que provea una atmósfera inflamable alrededor de la instalación eléctrica, cuyo equipo produzca chispas al operar o por altas temperaturas de operación.

Para evitar que el equipo o instalaciones eléctricas constituyan posibles fuentes de ignición de mezclas explosivas, las partes que produzcan chispas, arcos o altas temperaturas, no deben tener contacto con éstas, instalándolas fuera de las áreas peligrosas, cuando el proceso lo permita.

V.IV. GRUPOS DE ATMOSFERAS PELIGROSAS

Líquidos, gases y vapores inflamables

Gases más ligeros que el aire. Se considerarán como gases o vapores más ligeros que el aire únicamente aquellos cuya densidad sea menor 1.0 de la densidad del aire, bajo condiciones normales. Los gases o vapores que tengan una densidad mayor de este vapor, deben considerarse como productos más pesados que el aire.

Líquidos inflamables

Se consideran líquidos inflamables aquellos que tengan una temperatura de ignición menor de 310 K (37.8 °C) bajo una presión absoluta de vapor que no exceda de 275 Kpa (40 lbs/pulg² o 2.81 kg/cm²) a 310 K (37.8 °C) los cuales deben ser conocidos como líquidos inflamables.

Líquidos combustibles

Se consideran líquidos combustibles aquellos que tengan una temperatura de ignición de 310.8 °K (37.8 °C) o mayor.

La tabla 5, clasifica aquellos materiales tales como gases inflamables o vapores de líquidos inflamables, que en general producen con el aire a temperatura ambiente mezclas explosivas, por lo tanto en áreas que contengan estos materiales requieren normalmente equipo eléctrico especial.

T A B L A N°5 DE TEMPERATURA DE AUTOIGNICIÓN (AIT) DE GASES Y VAPORES DE LÍQUIDOS INFLAMABLES CON UN PUNTO DE IGNICIÓN MENOR QUE 311 °K (37.8 ° C)

MATERIAL	AIT		
	K	(° C)	° F
Acetaldehído	448.15	175	347
Acetona	738.015	465	869
Acetileno	578.15	305	581
Acroleína (inhibida)	508.15	235	455
Alcohol alílico	651.05	378	713
Amoniaco	771.15	498	928
Benceno	771.15	498	928
Butadieno	693.15	420	788
Butano	561.15	288	550
Butanol	616.15	343	650
Butanol	678.15	405	761
Butilamina	585.15	312	594
Butileno	658.15	385	725
Clorobenceno	866.15	593	1099
Ciclohexano	518.15	245	473
Ciclohexano	517.15	244	471
Ciclopropano	776.15	503	938
Dicloroetileno	773.15	460	860
Eter dietílico	433.15	160	320
Dietilamina	585.15	312	594
Di- Isobutileno	664.15	391	736
Dimetilamina	673.15	400	752
Etano	745.15	472	882
Etanol	636.15	363	685
Acetato etílico	700.15	427	800
Etilbenceno	705.15	432	810
Etileno	723.15	450	842
Etilenimina	593.15	320	608
Óxido de etileno	702.15	429	804
Etil mercaptan	573.15	300	572
Formaldehído (Gas)	702.15	429	795
Gasolina	553.15	280	536
Heptano	477.15	204	399
Hepteno	477.15	204	399
Hexano	498.15	225	437
Hexenos	518.15	245	473
Hidrógeno	793.15	520	968
Isobutiraldehído	469.15	196	385

Isopreno	493.15	220	428
Gas licuado de petróleo	678.15	405	761-842
Gas con más de 30% de hidrógeno en su volumen.	793.15	520	968
Óxido de metililo	617.15	344	652
Metano	903.15	630	1166
Metanol	658.15	385	725
Metil – etil – Cetona	677.15	404	759
Metil isobutil Cetona	713.15	440	840
Petróleo Nafta	561.15	288	550
Octano	479.15	206	403
Octeno	503.15	230	446
Pentano	516.15	243	470
Pentanol	573.15	300	572
Propano	723.15	450	842
Propileno	728.15	455	551
Óxido de propileno	722.15	449	840
n-Propil éter	488.15	215	419
Nitrato de propileno	448.15	175	347
Tolueno	753.15	480	898
Dimetilhidrazina asimétrica (UDMM-1, Dimetilhidrazina)	522.15	249	480
Xilenos	773.15	464	867

Materiales clasificados por prueba.

La tabla 6, clasifica los vapores, líquidos combustibles, que en general no forman mezclas explosivas con el aire a temperatura ambiente, a menos que se calienten arriba de sus puntos de ignición. En áreas que contengan estos materiales se requiere normalmente equipo eléctrico especial sólo para tales circunstancias.

T A B L A N° 6 DE TEMPERATURA DE AUTOENCENDIDO (AIT) DE VAPORES DE LÍQUIDOS SELECCIONADOS, CON SU PUNTO DE IGNICIÓN DE 311 °K (37.8 °C) O MAYOR PERO MENOR DE 333 °K (60° C)

MATERIAL	AIT		
	°K	°C	°F
Ácido acético	737.15	464	867
Caetano	652.15	379	715
Petróleo	483.15-680.15	210-407	410-765
Kerosina	483.15	210	410
Morfolina	583.15	310	590
Nafta (alquitrán de huella)	550.15	277	531
Hidracina	296.15	23	79

Materiales clasificados por prueba.

La tabla 7, clasifica vapores de líquidos combustibles, los cuales no forma mezclas explosivas con el aire a temperatura ambiente, a menos que se calienten arriba de sus puntos de ignición. Además los vapores de tales líquidos se enfrían rápidamente en el aire, por lo que se requiere equipo eléctrico especial solamente en los lugares en los cuales la temperatura del vapor esta arriba de los puntos de ignición del líquido o en los lugares en que los vapores puedan condensarse y formar concentraciones explosivas de vapores fríos.

T A B L A N°7 DE TEMPERATURA DE AUTOIGNICIÓN (AIT) DE VAPORES DE LÍQUIDOS SELECCIONADOS, CON SU PUNTO DE IGNICIÓN DE 333K (60°C) O MAYORES, PERO MENOR DE 366 K (93° C)

MATERIAL	AIT		
	°K	°C	° F
Anilina	888.15	615	1139
Cloruro de Bencil	858.15	585	1085
Ciclohexanol	573.15	300	572
Éter	514.15	241	465
Dodeceno	528.15	255	491
Acetato	613.15	340	645
Hexanol	336.15	63	145
Melilciclohexanol	569.15	296	565
Nitrobenzeno	755.15	482	900
Tetrahidroneftaleno	658.15	385	725
Vinil Tolueno	767.15	494	921

Materiales clasificados por prueba.

V.V. LÍMITES DE LAS ÁREAS PELIGROSAS

Para delimitar las áreas peligrosas se debe determinar las posibles fuentes de peligro, que resultan prácticamente imposibles de evitar en forma absoluta durante la operación del equipo o bien durante las reparaciones, mantenimiento o trabajos de limpieza, como son las fugas por sellos, empaques y uniones mecánicas; así como los sitios en que deliberadamente puede liberarse a la atmósfera productos inflamables, como en las llenaderas, venteos, purgas y válvulas de alivio.

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

División 2. Para fines prácticos, los volúmenes de la División 2 que rodean 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 la planta, pero en ningún caso estos paralelepípedos tendrán dimensiones menores que las especificadas en este capítulo.

Talleres. En los talleres empleados para trabajos de servicio y reparación en los que se manejen cantidades pequeñas de líquidos inflamables, se considera que existe un área Clase 1, División 2 en cualquier plano vertical, hasta una altura de 50 cm sobre el piso, en todo el interior del cuarto o local en donde se manejan los líquidos inflamables.

Edificios. Cuando los edificios tales como cuartos de control, cuartos de equipo eléctrico, oficinas, laboratorios, se localicen dentro de las áreas clasificadas peligrosas y, no sean sitios libremente ventilados, deben clasificarse de la manera siguiente:

a) Cuando una puerta, ventana o cualquier otra abertura en la pared o techo del edificio, quede localizada total o parcialmente dentro del volumen atmosférico considerado como peligroso, todo el interior del cuarto o edificio se considera también peligroso y pertenece a la misma División a que pertenezca el volumen atmosférico exterior peligroso, como se observa en la figura 10.

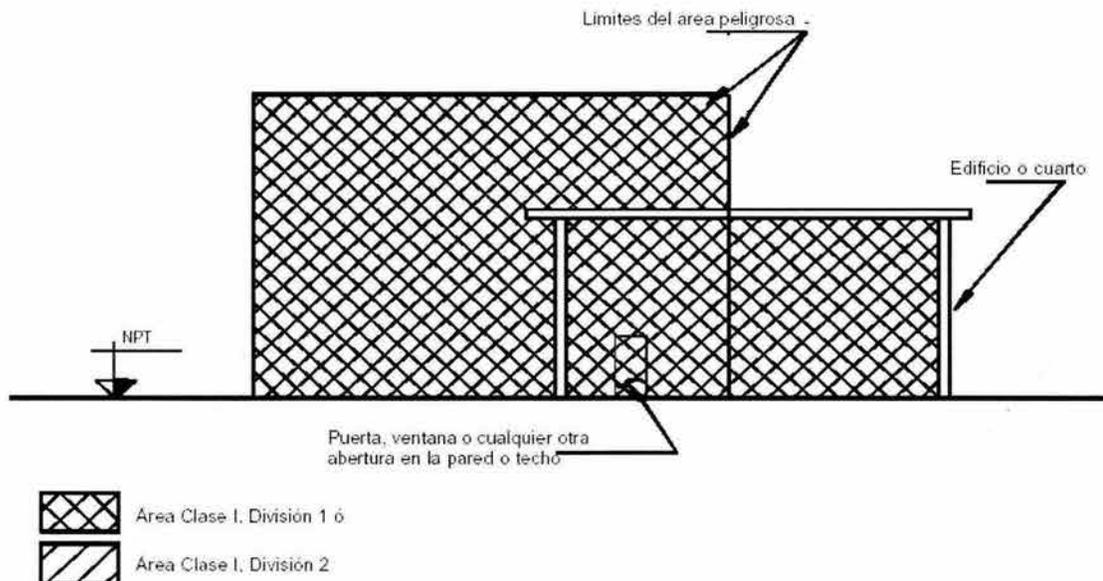


Figura. 10 Edificios con coberturas localizados dentro de áreas peligrosas

b) Cuando no existen puertas, ventanas, ni aberturas en las partes del techo y paredes localizadas dentro del volumen atmosférico considerado como peligroso, todo el interior del cuarto o edificio se clasifica como no peligroso, como se observa en la siguiente figura 11.

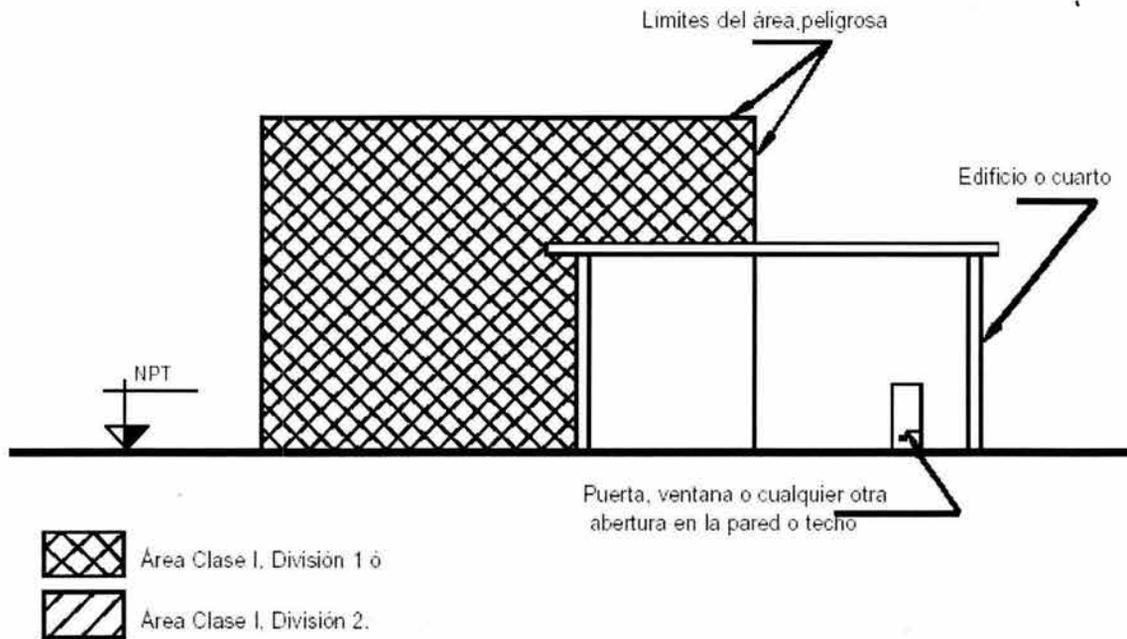


Figura. 11 Edificios sin aberturas, localizados dentro de áreas peligrosas

Fosas. Todas las fosas, trincheras, zanjas y en general depresiones del terreno que se encuentran dentro de áreas de las Divisiones 1 y 2, deben considerarse como áreas de la División 1. Cuando las fosas o depresiones no se localicen dentro de áreas de las Divisiones 1 ó 2, como las definidas anteriormente, pero que contengan tuberías de hidrocarburos, con válvulas o accesorios, deben clasificarse como áreas de la División 1 en su totalidad.

Hangares. En los hangares se considera un área Clase 1, División 1, hasta el nivel del piso, en todas las zanjas, trincheras, fosas o depresiones. Además, existe un área de la División 2, hasta una altura de 60 cm sobre todo el piso, incluyendo cualquier corredor o vía de acceso cubierta que no tenga puerta. Se considera como área de la División 2, en cualquier plano vertical, la comprendida hasta 1.5 m horizontalmente, desde la superficie exterior de los motores, tanques de almacenamiento de combustible de la aeronave, o estructuras que contengan combustible en los aviones y verticalmente desde el piso hasta 1.5 m por encima de la superficie superior de las alas del avión, como se observa en la figura 12.

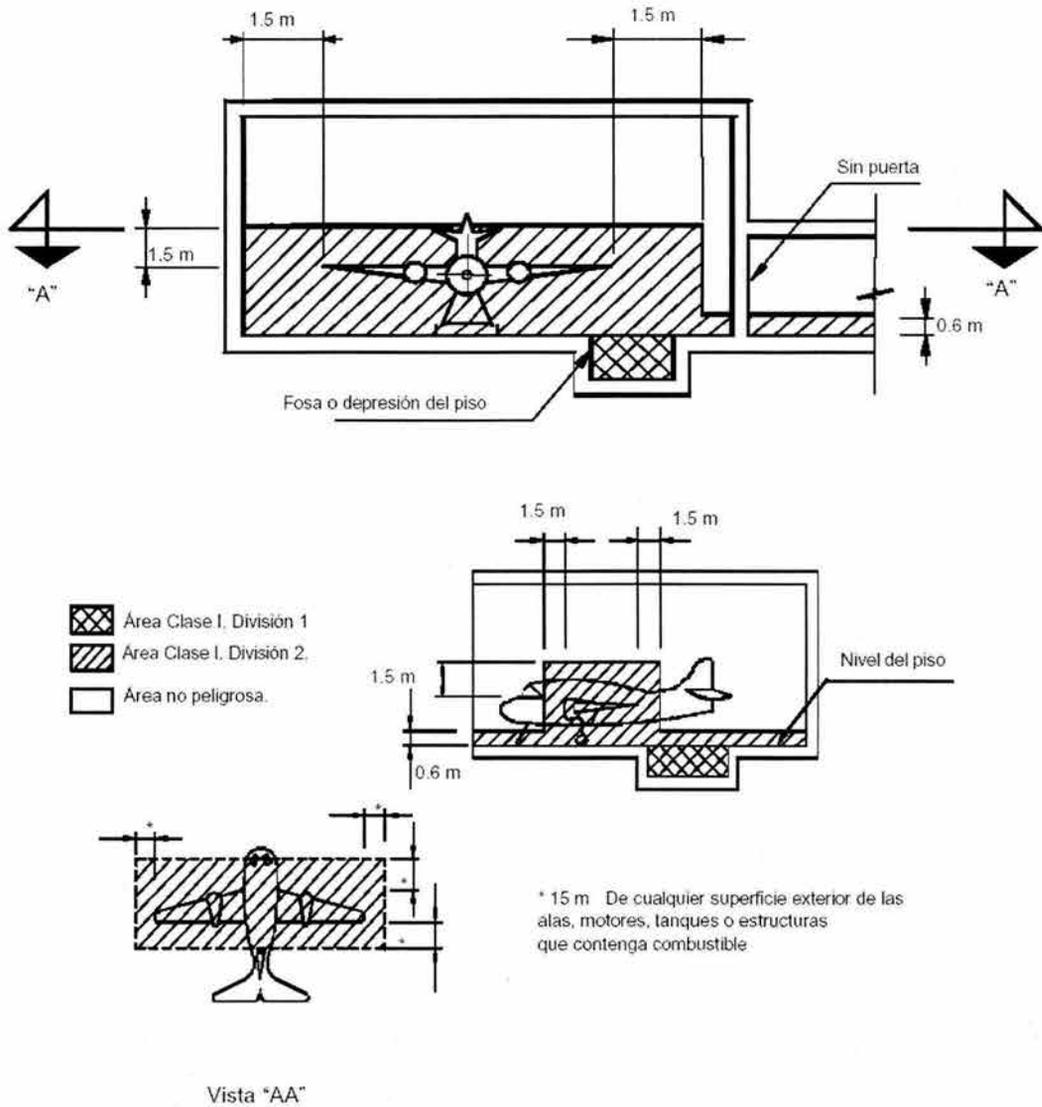


Figura. 12 Áreas peligrosas en hangares

Compresoras. En los cobertizos libremente ventilados de compresoras que manejan productos inflamables más ligeros que el aire y en los que no existe posibilidad de que los gases puedan quedar atrapados en el techo de la construcción, se consideran áreas Clase 1, División 2 los siguientes espacios: en el interior del cobertizo, desde la altura en que se inician las paredes hasta el techo, en un área rectangular que se extiende horizontalmente hacia los lados 5 m de la fuente de peligro, en el plano vertical 5 m hacia debajo de la fuente de peligro o cuando esta se encuentre colocada a menos de 5 m de altura, la distancia hacia abajo será limitada por el nivel del piso y, hacia arriba de la fuente de peligro hasta la altura en que se inician las paredes de la construcción.

En el exterior del techo del cobertizo, un área que se extiende 5 m hacia los lados de las ventanas, ventilas o aberturas existentes en el techo; y en el plano vertical 8 m hacia arriba de estas aberturas y hacia abajo, hasta el nivel exterior del techo, ver la figura 13.

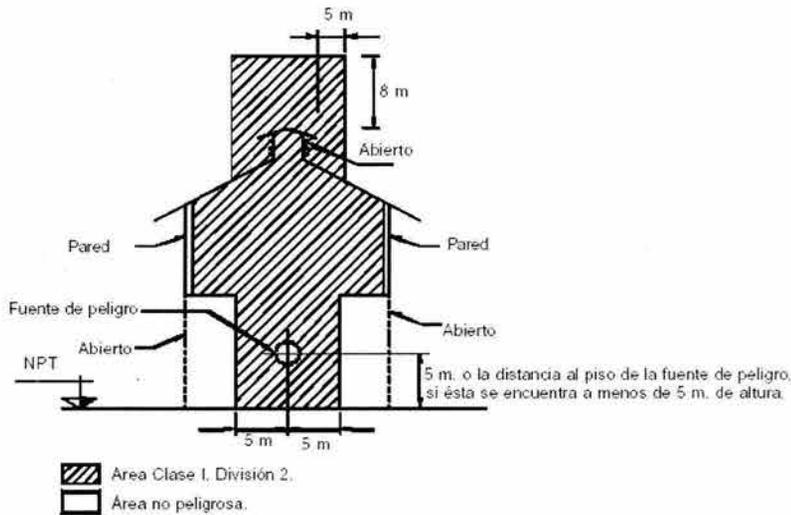


Figura. 13 Áreas peligrosas en las bombas en los ductos de transporte que manejan líquidos inflamables o volátiles.

Bombas. Cuando las bombas o compresores de líquidos volátiles inflamables se encuentren instaladas en lugares a la intemperie sobre el nivel del piso, se debe considerar las siguientes áreas peligrosas: Que existe un área peligrosa de la División 2, hasta una distancia de 8 m en todas direcciones a partir de la superficie exterior de la bomba. Un área de la División 2 que se extiende horizontalmente hasta 15 m de distancia de la bomba y hasta una altura de 60 cm sobre el nivel del piso, como se ilustra en la figura 14. Cuando las bombas o compresores de líquidos volátiles inflamables se encuentren instaladas dentro de locales libremente ventilados.

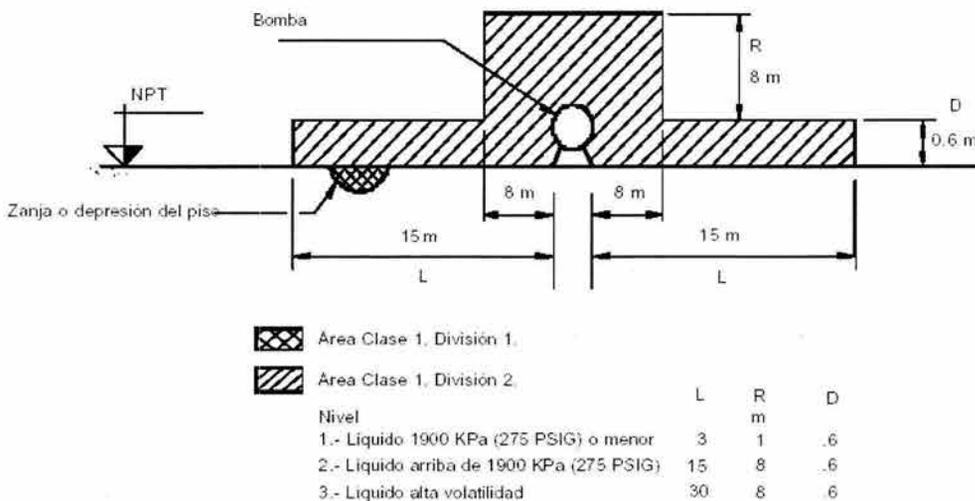


Figura. 14 Áreas peligrosas en las bombas en los ductos de transporte que manejan líquidos inflamables o volátiles, instalados en lugares a la intemperie.

Tanques de almacenamiento elevado. En los tanques de almacenamiento elevados que contengan productos inflamables, se considera que existen las siguientes áreas peligrosas indicadas en la figura 15. Cualquier registro abierto, venteo o válvula de relevo, respiradero en el tanque da origen a un área de la División 1 hasta una distancia de 1.5 m en todas direcciones del límite de la División 1, existe un área de la División 2 hasta 1.5 m en todas direcciones. Debe considerarse como área de la División 2, el espacio comprendido desde la superficie exterior del tanque hasta una distancia de 3 m en todas direcciones, debiendo, además, prolongarse el área peligrosa en el plano vertical, hasta el nivel del piso. Cuando el tanque cuente con el muro de contención, se considera como área de la División 2, en cualquier plano vertical, toda el área situada dentro del muro de contención, desde el nivel del piso hasta la altura del muro.

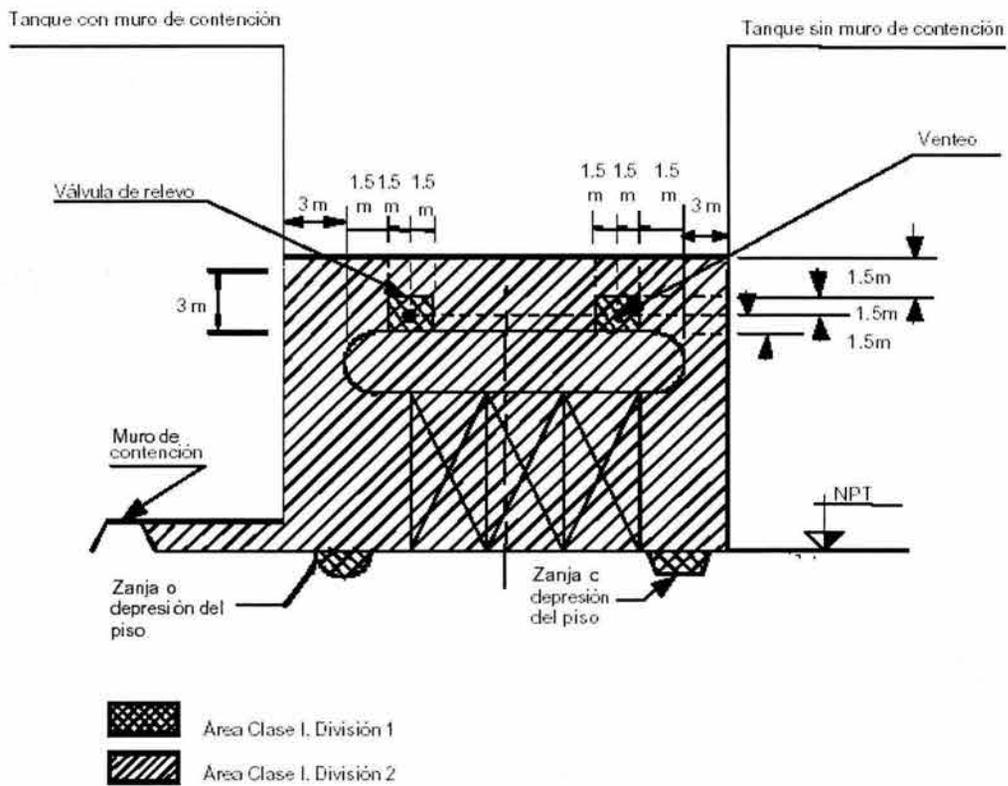


Figura. 15 Áreas peligrosas en tanques de almacenamiento elevados

Tanques de almacenamiento sobre el suelo. En los tanques de almacenamiento a presión atmosférica instalados sobre el piso que contengan líquidos inflamables, se considera que existen las siguientes áreas peligrosas, de acuerdo a lo que se ilustra en las figura 16 .

Tanques de techo fijo. En todo el interior del tanque existe un área de la División 1. Cualquier registro abierto, venteo o salida abierta del tanque da origen a un área de la División 1, hasta una distancia de 1.5 m en todas direcciones, en venteos se agrega un área de la División 2 a partir del límite de la División 1 hasta una distancia de 1.5 m en todas direcciones. Desde la superficie exterior del tanque hasta una distancia de 3 m en todas direcciones, se considera como área de la División 2. Existe un área de la División 2, que comprende en cualquier plano vertical toda el área situada dentro del muro de contención y hasta la altura de éste, y cualquier zanja, canal, fosa o depresión del piso, da origen a un área de la División 1.

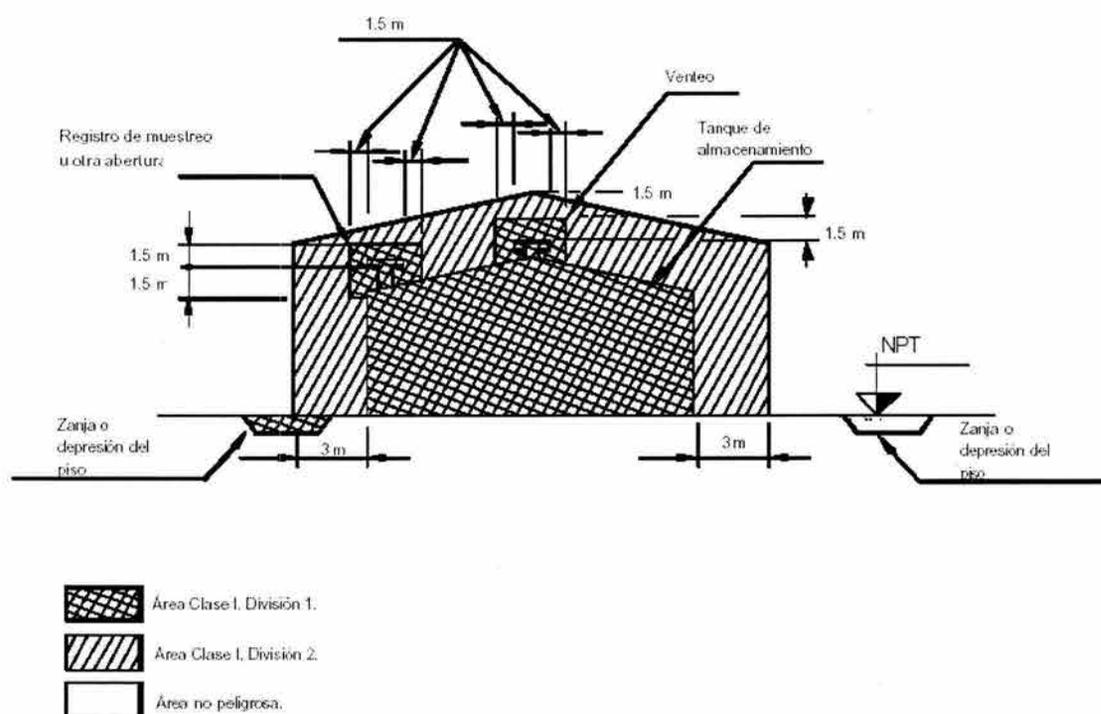


Figura. 16 Áreas peligrosas en tanques de almacenamiento de techo fijo, sin muro de contención

Tanques de techo flotante. En todo el interior del tanque existe un área de la División 1, considerando además el volumen situado entre el techo y el borde superior del tanque. Desde la superficie exterior del tanque hasta una distancia de 3 m en todas direcciones, se considera como área de la División 2. Existe un área de la División 2, que comprende en cualquier plano vertical toda el área situada dentro del muro de contención y hasta la altura de éste, y cualquier zanja, canal, fosa o depresión del piso, da origen a un área de la División 1.

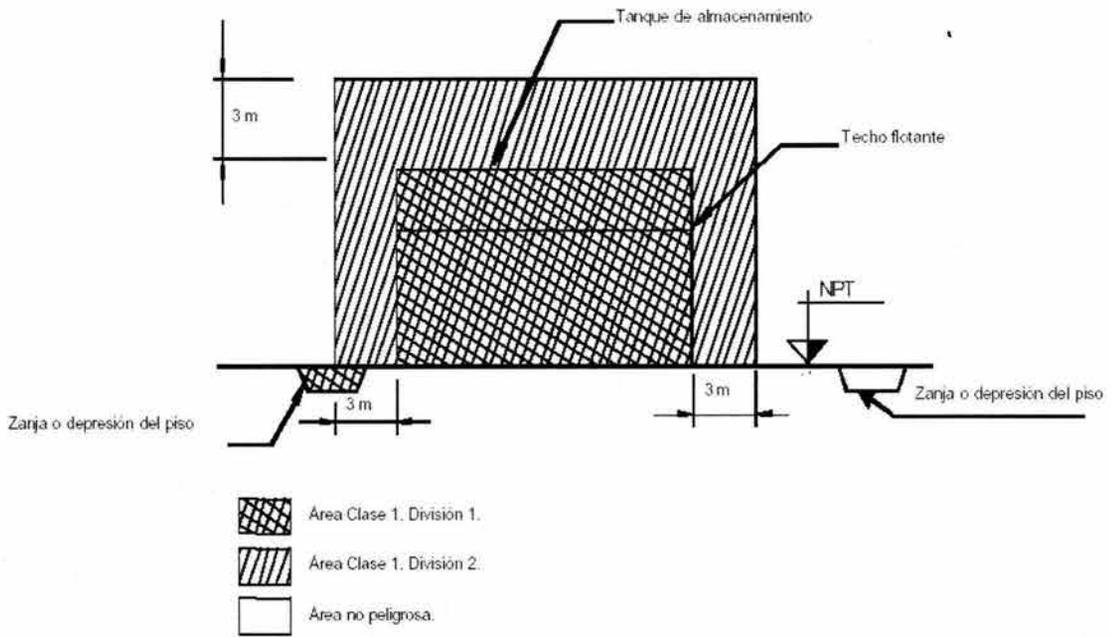


Figura. 17 Áreas peligrosas en tanques de almacenamiento de techo flotante sin muro de contención

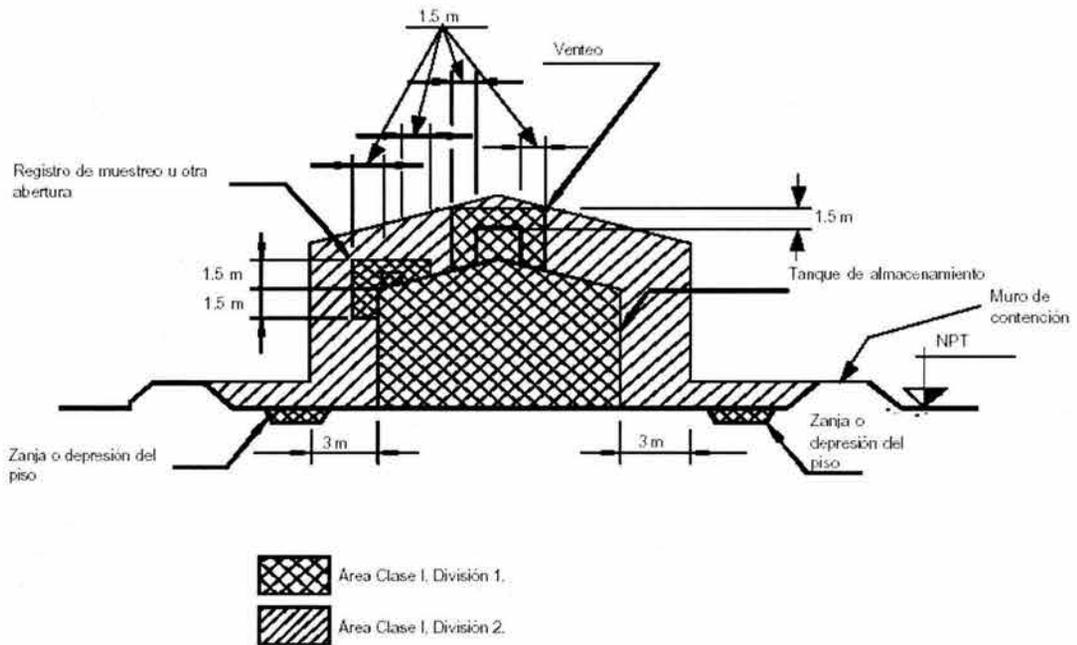


Figura. 18 Áreas peligrosas en tanques de almacenamiento de techo fijo, con muro de contención

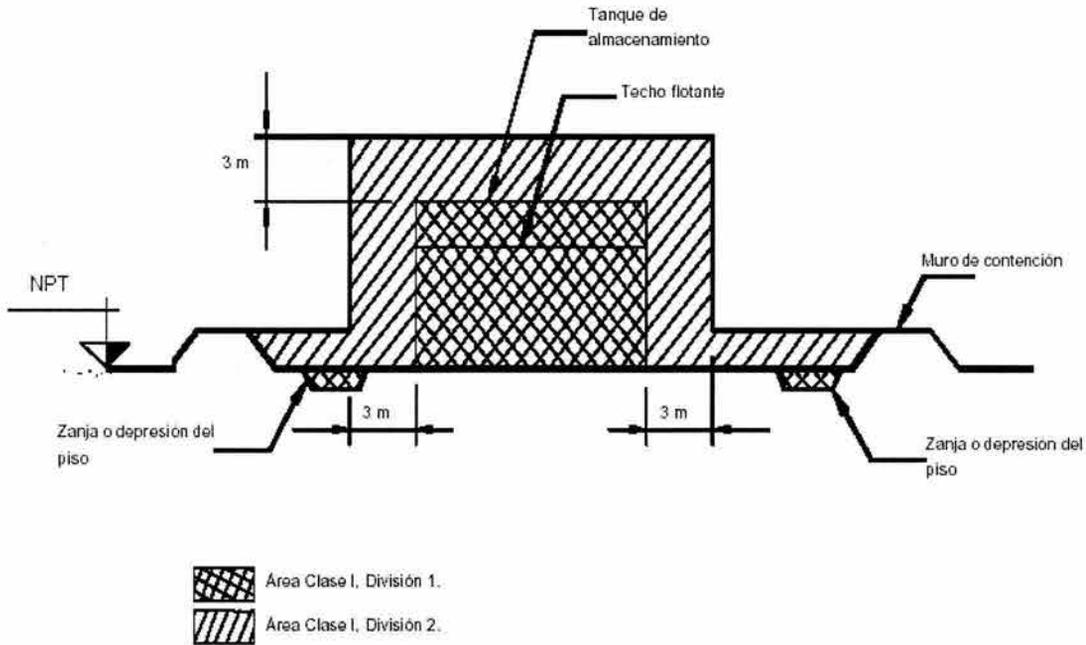


Figura. 19 Áreas peligrosas en tanques de almacenamiento de techo flotante con muro de contención

Tanques de almacenamiento subterráneos. En los tanques de almacenamiento subterráneos de productos inflamables, se considera que existen las siguientes áreas peligrosas: un área de la División 2, hasta una distancia de 3 m en todas direcciones a partir de los puntos de posibles escapes de los tanques subterráneos, que se proyectan en el plano vertical hasta el nivel del piso. Esta área de la División 2 se extiende además horizontalmente, hasta 6 m de distancia de la fuente de peligro y hasta una altura de 60 cm sobre el piso, como se ilustra en la figura. Alrededor de las bocas de respiración (venteos) de los tanques subterráneos se considera que existe un cubo de la División 1, de 2 m por lado, encerrado en otro cubo de la División 2, de 3 m por lado.

Cuando el tanque subterráneo tenga una compuerta de acceso, se debe considerar a nivel de piso terminado un área de la División 1 que se extiende a 1 m de distancia en todas direcciones a partir del límite de la compuerta de acceso y un área de la División 2 que se extiende hasta 0.50 m del límite de esta División 1. El área de la División 2 se extiende además horizontalmente, hasta 3 m de distancia de los límites de la compuerta de acceso y hasta una altura de 0.60 m sobre el piso, como se ilustra en la figura 20.

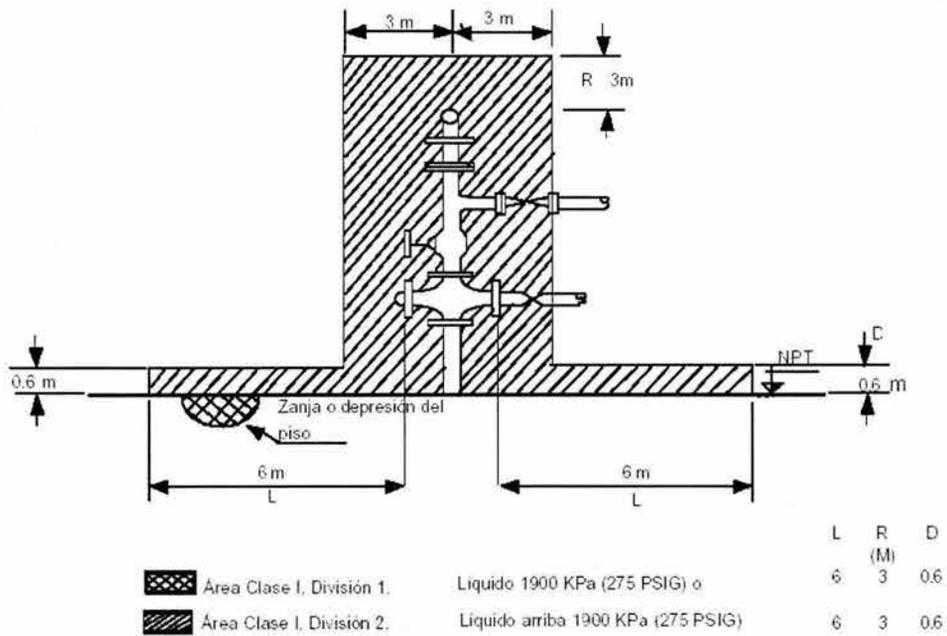


Figura. 20 Áreas peligrosas en los sistemas de llenado y vaciado en tanques de almacenamiento subterráneo

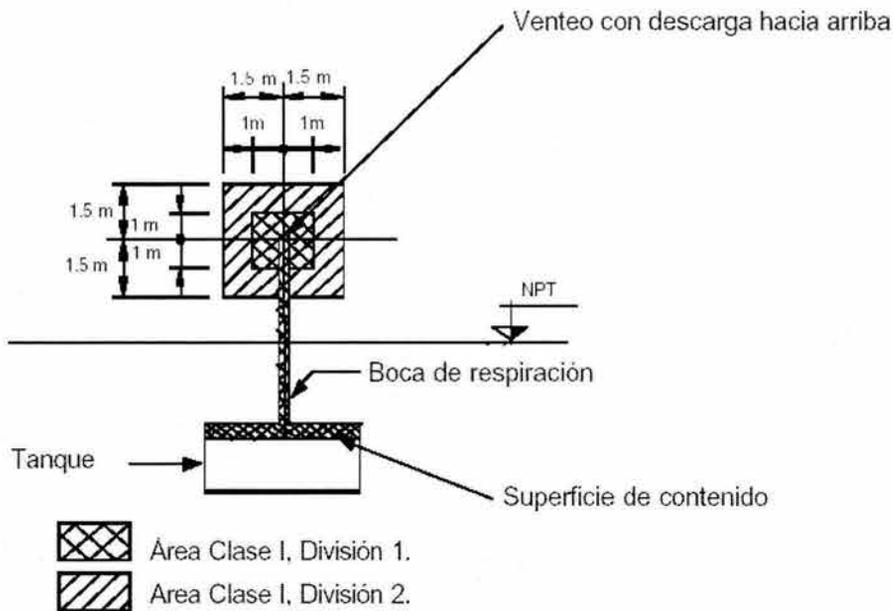


Figura. 21 Áreas peligrosas en los tanques subterráneos con venteo

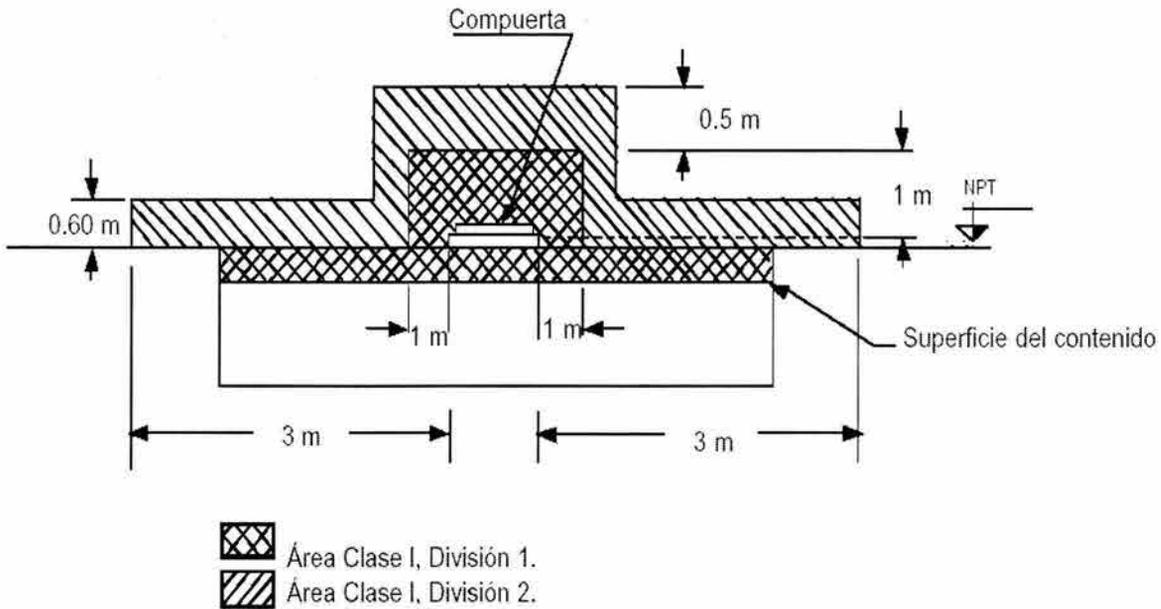


Figura. 22 Áreas peligrosas en tanque subterráneo con compuerta de acceso

Tanques separadores. A los tanques separadores de hidrocarburos a presión instalados en un área libremente ventilada se les considera rodeados por un área de la División 2, hasta una distancia de 3 m de la superficie exterior del tanque y de los dispositivos de control e instrumentación.

Cuando el tanque separador y los dispositivos de control e instrumentación, se instalan en un local cerrado con ventilación adecuada, se considera como área de la División 2 hasta la extensión limitada por el local cerrado, siempre que las válvulas de venteo, alivio o desfogue de gases o vapores inflamables tengan la salida fuera del área cerrada.

El tanque separador y los dispositivos de control e instrumentación, se instalan en un local cerrado con ventilación inadecuada, se considera como área de la División 1 hasta la extensión limitada por el área cerrada.

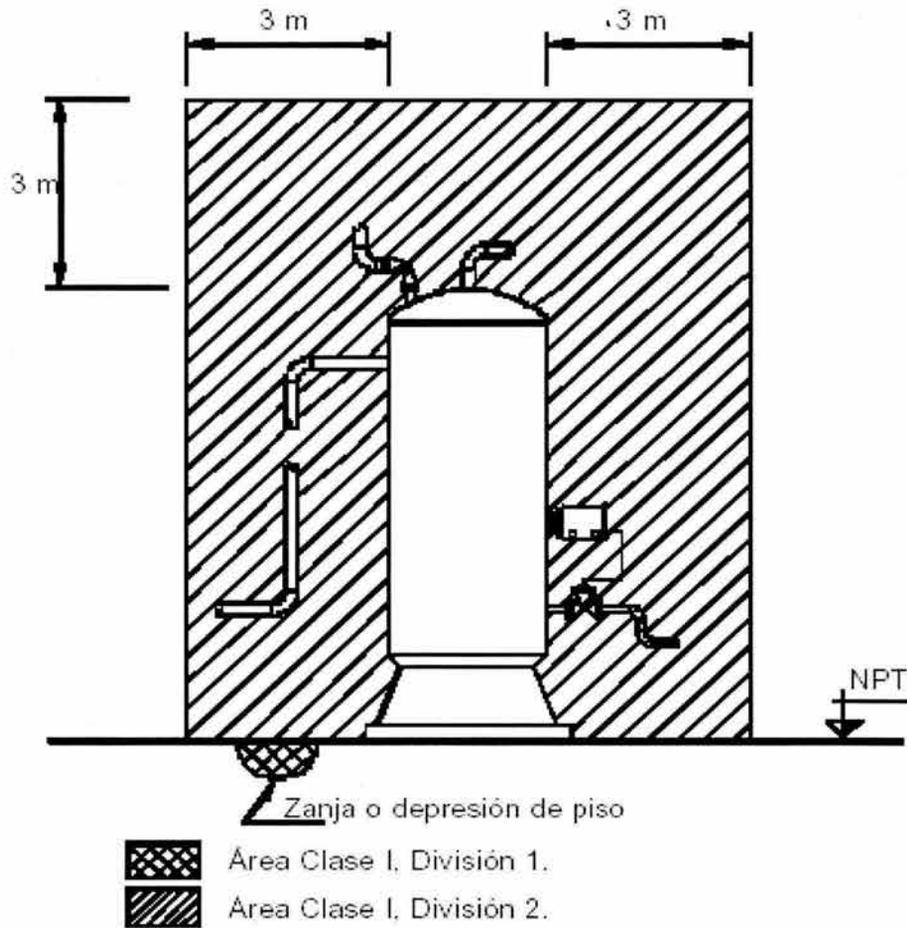


Figura. 23 Tanque separador de hidrocarburos a presión, instalado en área libremente ventilada

Venteos. Debe considerarse alrededor de los venteos o desfuegos y purgas de gases o vapores inflamables en los equipos de proceso, bocas de respiración o de llenado de tanques de almacenamiento subterráneos de productos inflamables o bien, de cualquier dispositivo o mecanismo por medio del cual se obstruyan líquidos inflamables a chorro abierto, que existe a partir de la salida del tubo del venteo, un cubo de la División 1 de 3 m por lado, encerrado en otro cubo de la División 2, de 6 m por lado a partir del mismo sitio, como se ilustra en la figura 24.

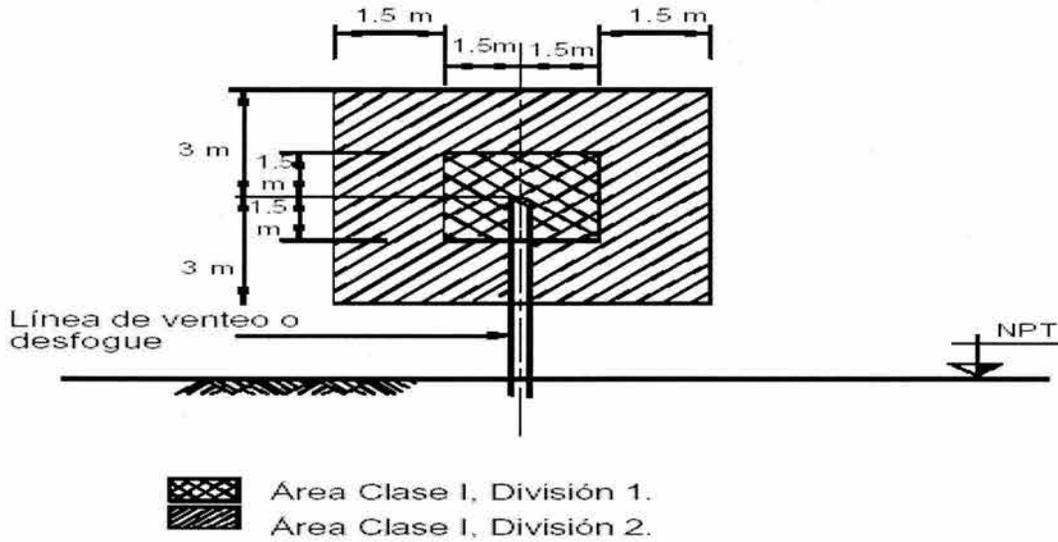


Figura. 24 Áreas peligrosas en los venteos de desfogue ó purgas o vapores inflamables en equipos de proceso

Venteeo en dispositivos de instrumentación y control que utilizan gas inflamable para control. En un venteo de los dispositivos de instrumentación y control que utilizan gas inflamable para control, instalados en un local libremente ventilado, se considera que existe a partir de la salida del tubo del venteo, un cubo de la División 1 de 1 m por lado, encerrado en otro cubo de la División 2 de 2 m por lado. El venteo de los dispositivos de instrumentación y control que utilizan gas inflamable, ubicado en un local cerrado se clasifica División 1 hasta la extensión limitada por el área cerrada, como se ilustra en la figura 25.

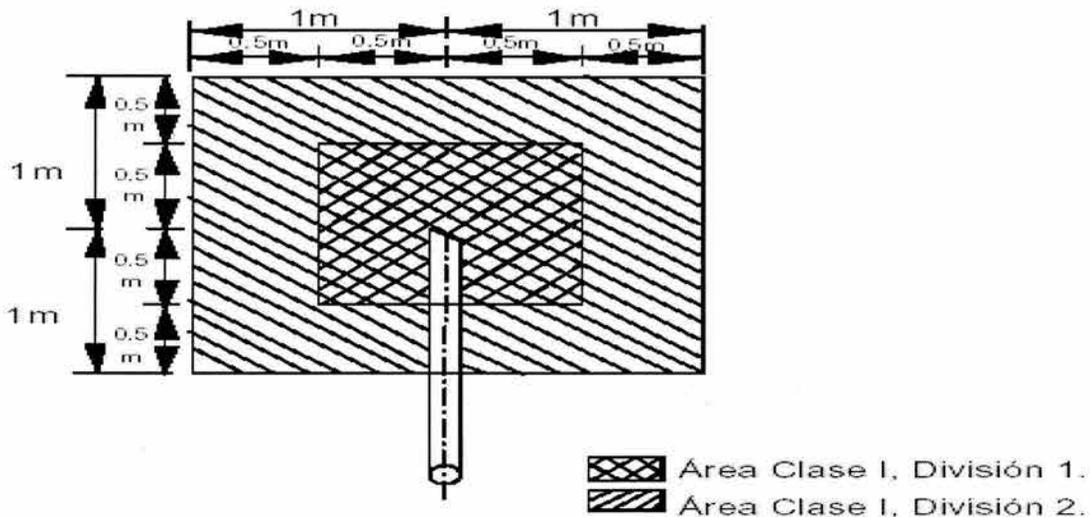


Figura. 25 Áreas peligrosas en venteos de dispositivos de instrumentación y control, que utilizan gases inflamables para control

Ventoe de válvulas de relevo. En un ventoe de una válvula de relevo instalada en un local libremente ventilado, se debe considerar un área de la División 2, que se extiende de la superficie exterior del ventoe hasta 3 m como mínimo en todas direcciones, como se muestra en la figura 26. El área interior de la tubería del ventoe arriba de la válvula de relevo se clasifica como División 2.

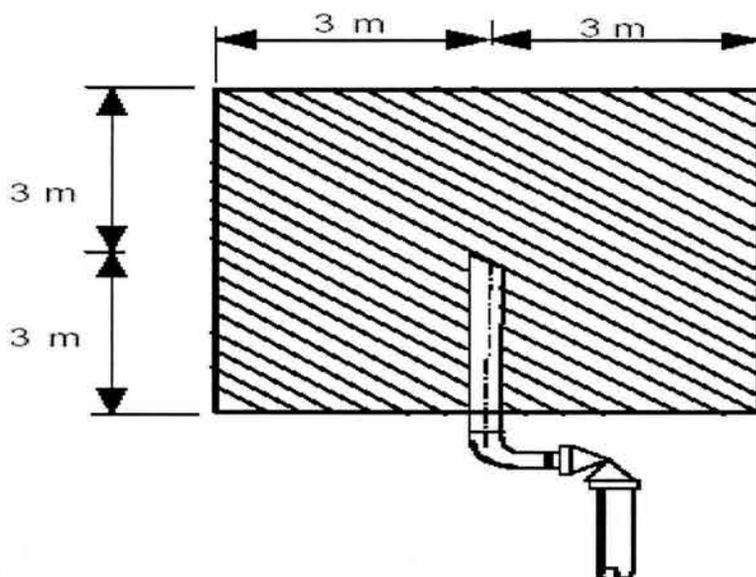


Figura. 26 Áreas peligrosas en ventoe de válvula de relevo

Venteos atmosféricos. (en techos de edificios o tanques atmosféricos):

a) Cuando los gases o vapores inflamables provienen de un área División 2, de la superficie exterior del ventoe atmosférico se debe considerar un área de la División 2 que se extiende en el plano horizontal 1.5 m hacia los lados del ventoe y en el plano vertical 1.5 m hacia arriba del ventoe y hacia abajo hasta el nivel exterior del techo. El área interior del ventoe atmosférico se clasifica como División 2. Figura 27

b) Cuando los gases o vapores inflamables provienen de un área División 1: Se debe considerar un área de la División 1 de la superficie exterior del ventoe que se extiende en el plano horizontal 1.5 m hacia los lados del ventoe y en el plano vertical 1.5 m hacia arriba del ventoe y hacia abajo hasta el nivel exterior del techo; del límite de la División 1, se agrega un área de la División 2 que se extiende en el plano horizontal 1.5 m hacia los lados y en el plano vertical 1.5 m hacia arriba y hacia abajo hasta el nivel exterior del techo. El área interior del ventoe atmosférico se clasifica como División 1, como se ilustra en la figura 28.

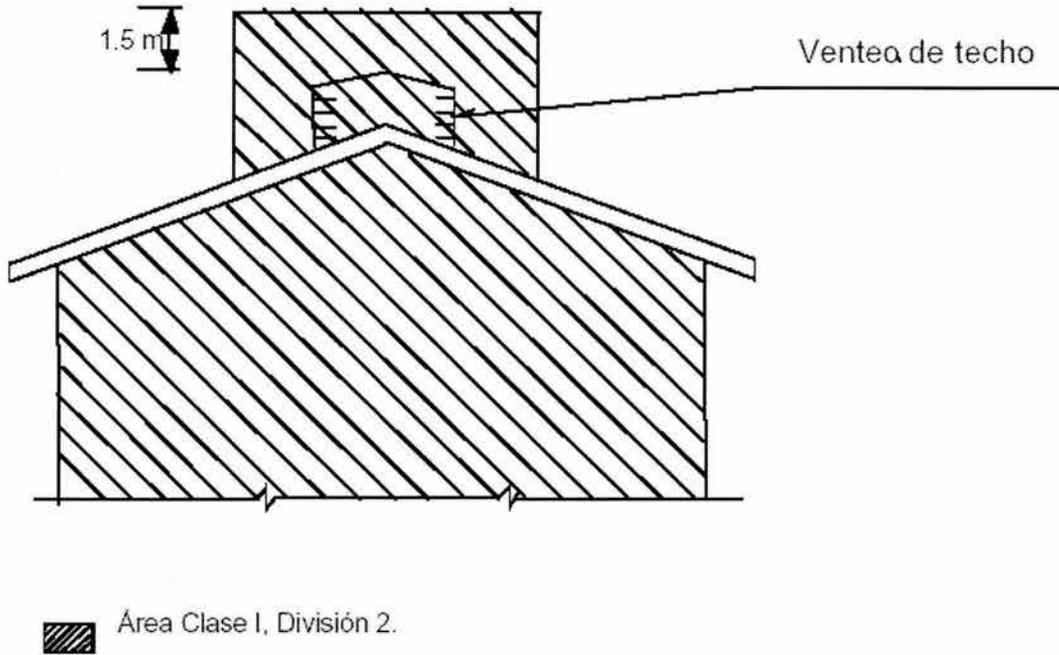


Figura. 27 Área peligrosa en venteo atmosférico con gases ó vapores inflamables provenientes de un área División 2

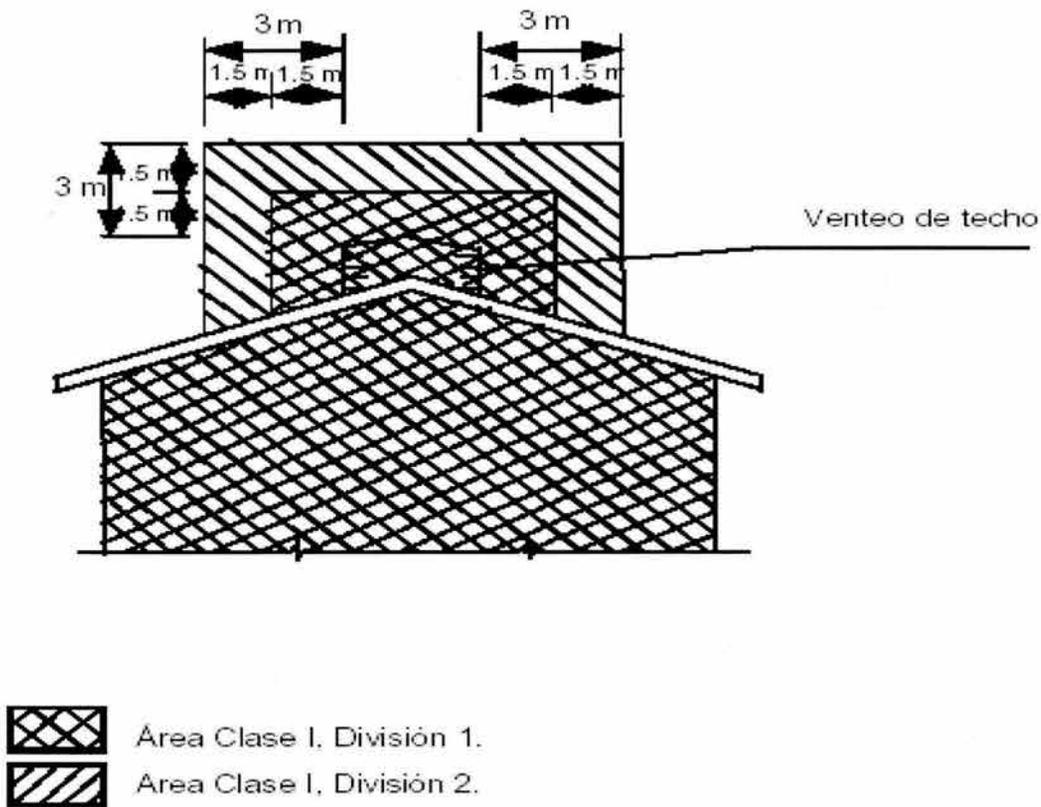


Figura. 28 Área peligrosa en venteo atmosférico, con gases o vapores inflamables provenientes de un área División 1

Trampas recuperadoras de hidrocarburos. En las trampas recuperadoras de hidrocarburos se considera que existe un área de la División 1, a partir de la fuente de peligro, hasta una distancia en todas direcciones, de 3 a 7.5 m, dependiendo del volumen y la volatilidad del contenido. Del límite de la División 1, se considera un área de la División 2 que se extiende en el plano horizontal y vertical, hasta 3 m. Un área adicional de la División 2, que se extiende en el plano horizontal 4.5 m y en el vertical 3 m. Más un área de la División 2, que se extiende horizontalmente hasta 15 m de distancia y hasta una altura de 60 cm sobre el nivel del piso, como se observa en la figura 29.

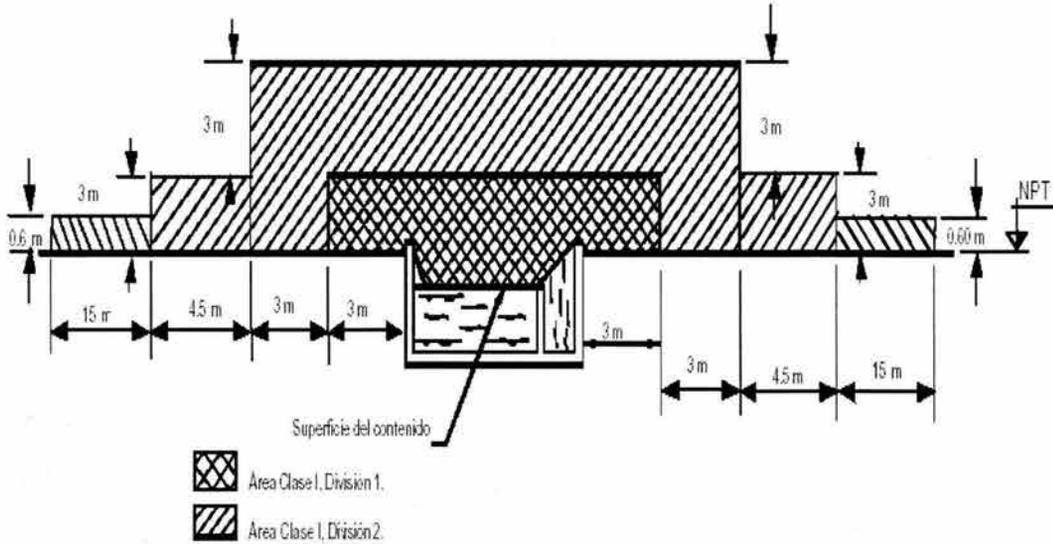


Figura. 29 Áreas peligrosas en trampas recuperadas de hidrocarburos y tinas abiertas

Pozos en producción de petróleo y gas. En los pozos de producción de flujo natural en un área libremente ventilada, cuyo cabezal se encuentre en un contrapozo, se debe considerar un área División 1 dentro del contrapozo. Un área División 2 que se extiende de forma horizontal sobre el piso 3 m de los límites de la fosa y una altura de 50 centímetros del nivel de piso terminado. En la válvula de medición del manómetro se debe considerar un área de la División 2 que se extiende a partir de la conexión inferior de la válvula hasta 50 centímetros en todas direcciones. En las válvulas de muestreo o drenaje se debe considerar un área de la División 2, que se extiende hasta 1.5 m de la válvula en todas direcciones, como.

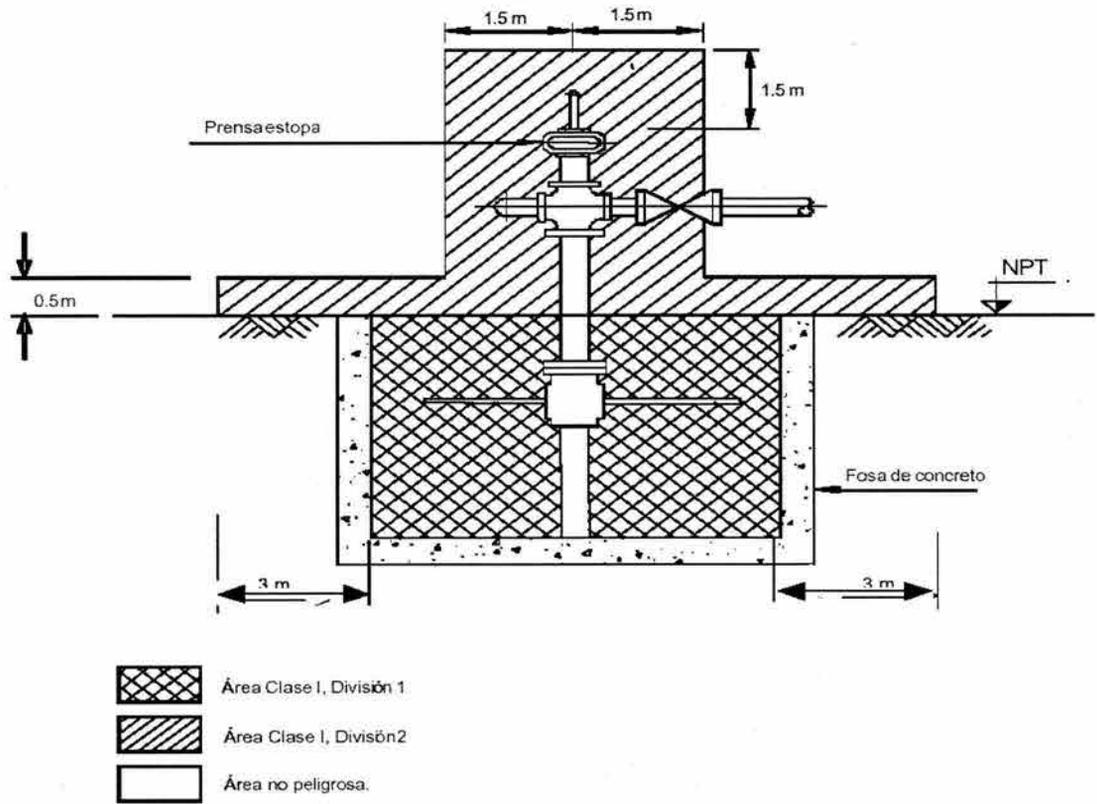


Figura. 31 Áreas peligrosas en un pozo de producción con bombeo mecánico y contrapozo

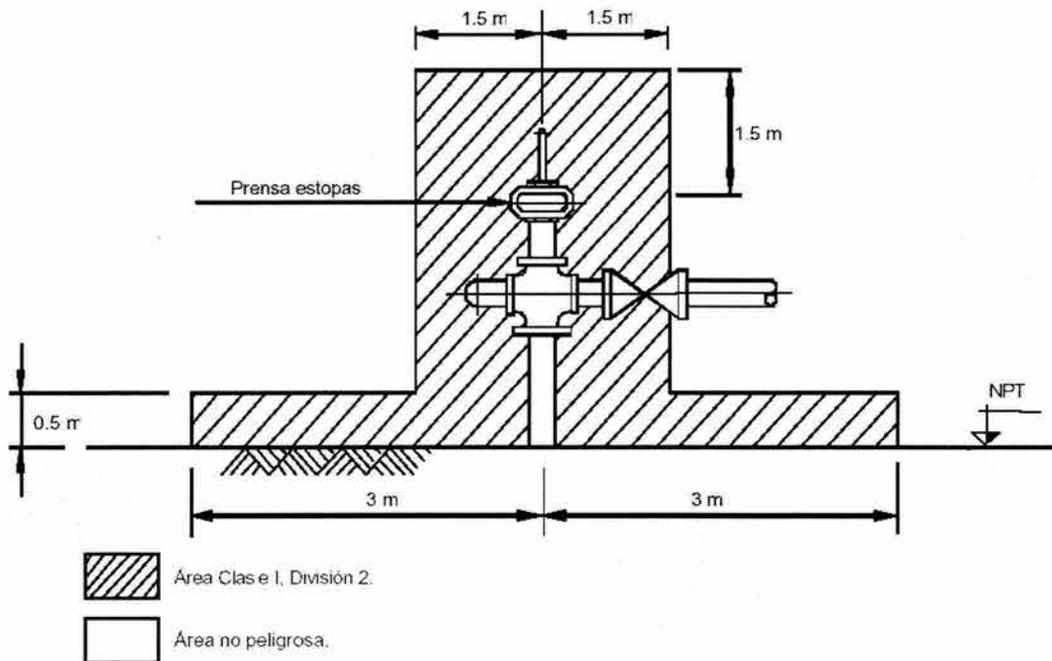


Figura. 32 Áreas peligrosas clasificadas en pozo de producción con bombeo mecánico al nivel de piso

Cabezales, válvulas y controles operados con gas inflamable. Cuando se instala un cabezal con sus válvulas instrumentación y controles operados con gas inflamable dentro de un local cerrado adecuadamente ventilado, el interior del local debe ser División 2 hasta una distancia limitada por el área cerrada. Las válvulas y controles operados con gas deben tener un venteo con salida al exterior, en el cual se debe considerar un área de la División 1 de la superficie exterior del venteo que se extiende en el plano horizontal 50 centímetros hacia los lados del venteo y en el plano vertical 50 cm hacia arriba del venteo y hacia abajo hasta el nivel exterior del techo, del límite de la División 1 se agrega un área de la División 2 que se extiende en el plano horizontal de 50 cm hacia los lados y en el plano vertical 50 cm hacia arriba y hacia abajo hasta el nivel exterior del techo. Cuando los dispositivos de venteo no tengan salida al exterior el local se clasifica como División 1 hasta la extensión limitada por el área cerrada. Áreas clasificadas en zanjas o registros en los que se instalan tuberías de proceso e instrumentación. En los registros o zanjas construidos abajo del nivel de piso, en los que se instalen tuberías con válvulas, uniones roscadas, bridas, sistemas de muestreo, instrumentación y en los que se manejan líquidos inflamables, se considera que existen las siguientes áreas peligrosas indicadas en la figura 33. Como área de la División 1, debe considerarse todo el interior del registro. Debe considerarse un área de la División 2 a nivel de piso en el plano horizontal, hasta una distancia de 3 m a partir del límite de la tapa del registro y hasta una altura de 0.6 m sobre el piso.

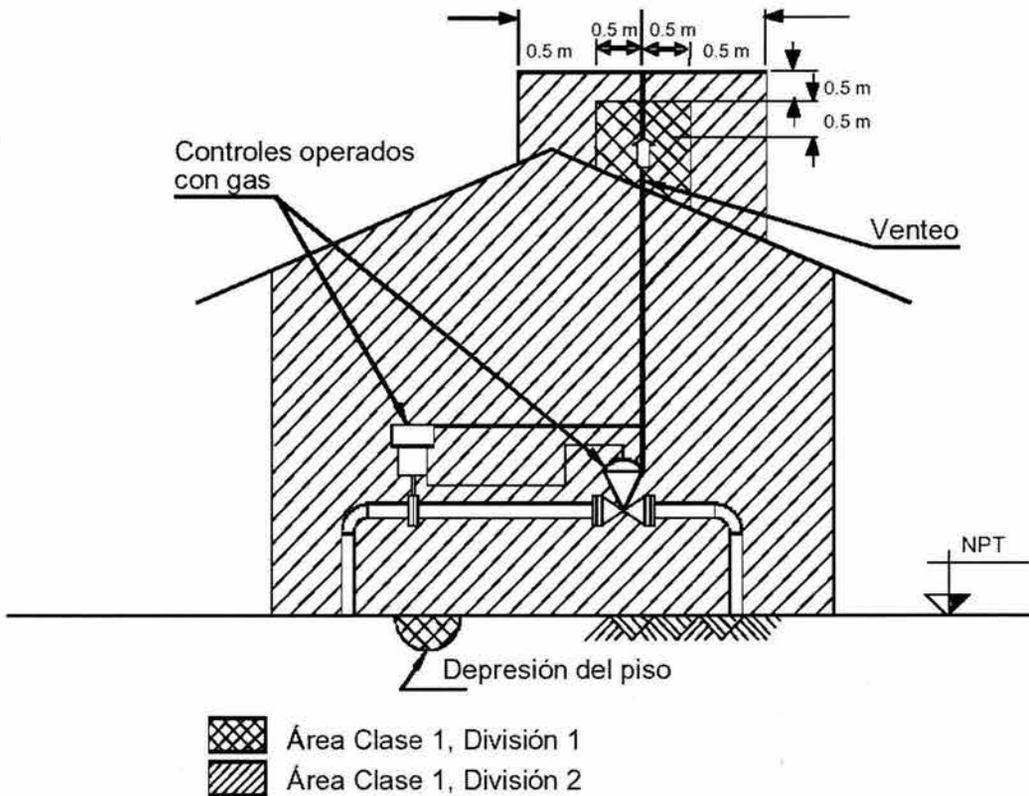


Figura. 33 Áreas peligrosas en cabezal, válvulas y controles operados con gas, instalados en un área cerrada adecuadamente ventilados

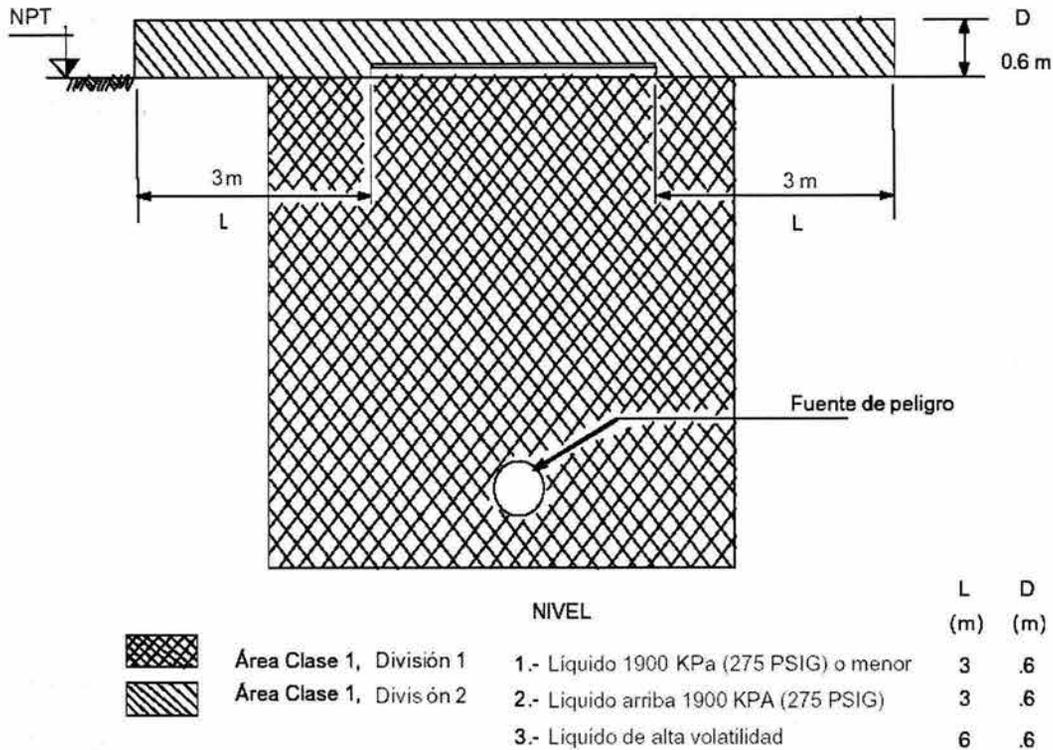


Figura. 34 Áreas peligrosas en registros ó zanjas en donde se instalan tuberías con válvulas, bridas sistemas de muestreo, instrumentación los cuales manejan líquidos inflamables ó de alta volatilidad

Locales de anestesia inflamable. Los locales de anestesia inflamable son las áreas destinadas a la administración durante exámenes o tratamientos médicos, de agentes anestésicos inflamables, e incluyen salas de operación, salas de parto, salas de emergencia, salas de anestesia y otras áreas en que se manejan agentes anestésicos inflamables, tales como fluroxeno, ciclopropano, etileno, éter -etílico y éter-clorhídrico. En cualquier local de anestesia inflamable se debe considerar el área como Clase 1, División 1, extendida en el plano vertical hasta 1.50 m por encima del nivel de piso terminado. Cualquier local o espacio en que se almacenan anestésicos inflamables, se debe considera en todo su volumen como área Clase I, División 1.

Selección de equipo e instalaciones eléctricas en áreas Clase I. Como medida de seguridad, deben evitarse o al menos limitarse al mínimo, las instalaciones eléctricas en las áreas peligrosas clasificadas. La localización de equipo eléctrico en áreas menos peligrosas o no peligrosas, reduce la cantidad de equipo especial requerido en cada caso y proporciona mayor seguridad en la operación del equipo. Cuando por ser indispensable que el equipo o las instalaciones eléctricas quedan localizadas dentro de las áreas peligrosas de la Clase I, División 1 ó 2, deben estar de acuerdo con lo que se especifica para cada uno de ellos en este capítulo.

División 1. En las áreas de la División 1 el equipo y las instalaciones eléctricas deben ser a prueba de explosión. Debe emplearse tubo (conduit) metálico tipo pesado, roscado y los receptáculos y clavijas de los aparatos o instrumentos deben contar con un medio para conectar el conductor de tierra del cable. Las fuentes de ignición que provocan chispas, tales como interruptores, fusibles, contactos y relevadores de un control, deben instalarse en cajas a prueba de explosión. Los aparatos eléctricos, que en condiciones normales de servicio, no provocan chispa o arcos eléctricos, tales como terminales y caja de terminales, transformadores de control, equipo de medición, de señalización y control, construidos bajo el principio de aparatos intrínsecamente seguros, pueden instalarse en cajas de uso general.

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

Marcado a equipo eléctrico. El equipo aprobado para usarse en lugares peligrosos, debe estar marcado, indicando la Clase, el Grupo de atmósfera (gas o vapor), para los que han sido aprobados. Debe tener además, la indicación de la temperatura máxima (o rango de temperatura) de operación para lo que ha sido aprobado. Para esta indicación, pueden usarse los números de identificación.

Se exceptúan de este requisito las partes de la instalación que no producen calor en operación normal como son tubos, cajas de conexiones y sus accesorios. Se exceptúan los conductores, los cuales se marcan de acuerdo con el **Artículo 300**, inciso 310-11 de la **NOM-SEDE -1999**.

El equipo intrínsecamente seguro y el de seguridad aumentado y su alambrado, pueden instalarse en áreas peligrosas para lo que se han sido aprobados y marcados, sin que cubran otros requisitos especiales que se fijan en este capítulo, para las instalaciones en los lugares citados.

Temperatura en áreas Clase 1. No deben de exceder la temperatura de ignición del gas o vapor que se encuentre en el área.

Partes energizadas en áreas Clase 1. Divisiones 1 y 2. No debe haber partes energizadas al descubierto.

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

Canalizaciones

División 1 y 2. Las canalizaciones deben ser con tubo metálico rígido, tipo pesado, roscado, grado de calidad A, de acuerdo a la norma **NOM-B-208**-última edición, las canalizaciones aéreas pueden ser de aluminio libre de cobre de acuerdo a la norma **ANSI C80.5** última edición o equivalente.

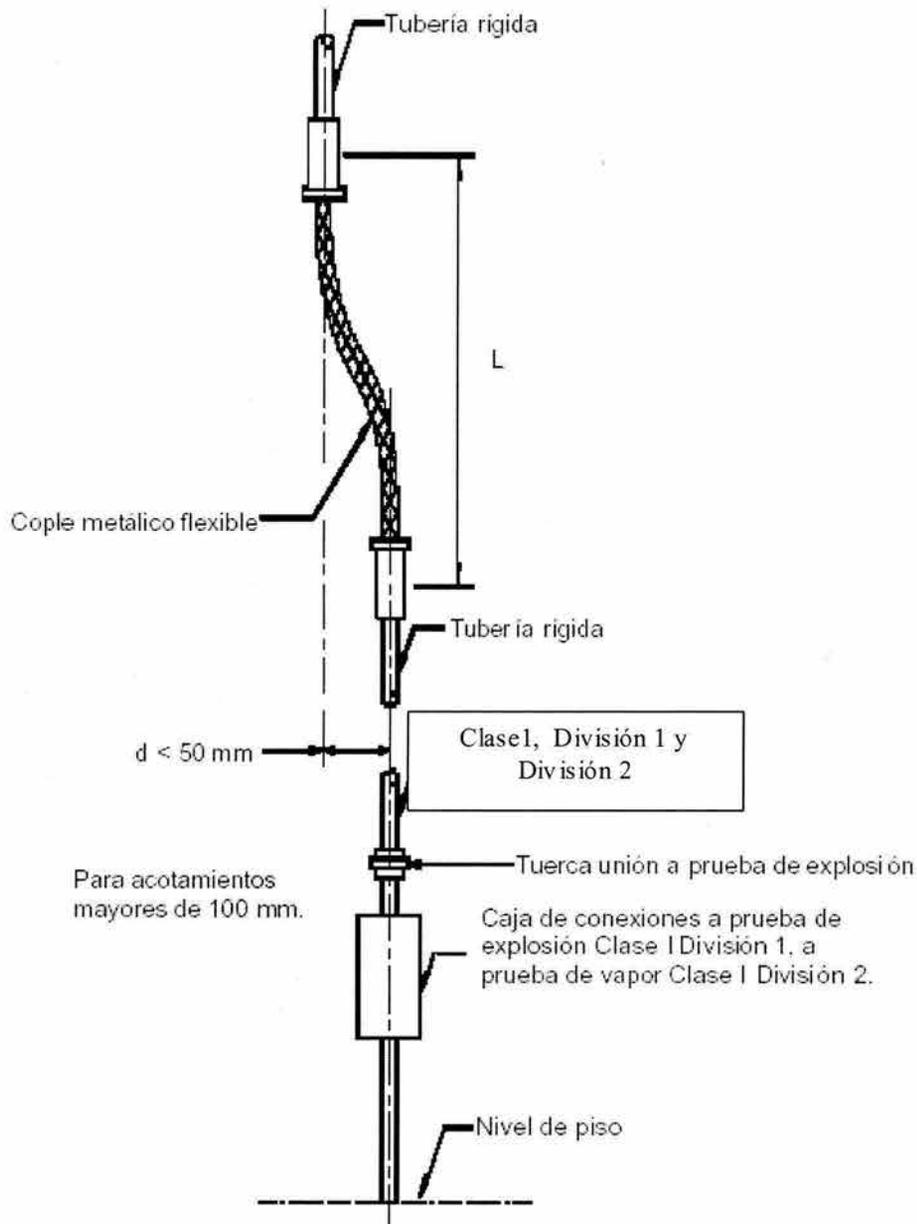
Las canalizaciones subterráneas deben ser de tubo metálico rígido como se especifica en el párrafo anterior; instaladas como mínimo a 50 cm de profundidad y cubiertas con concreto coloreado de rojo, para su identificación. Cuando los conductores sean aprobados para instalarse enterrados, se deben localizar instaladas como mínimo a 50 cm de profundidad

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

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

Cuando el asentamiento del tanque de almacenamiento, torre de proceso o estructura metálica pesada sea mayor de 100 mm, se recomienda cambiar el cople metálico flexible por uno de menor longitud, dependiendo de la distancia asentada. Si en el diseño se ha considerado un asentamiento de esta magnitud, instálase una tuerca unión y una caja de conexiones a prueba de explosión, entre el cople flexible y el disparo subterráneo para este cambio, según se ilustra en la figura 35.

Si el diseño ha considerado que el asentamiento sea nulo o menor de 30 mm, pero la vibración puede ser dañina a las conexiones de las instalaciones eléctricas, use coples metálicos flexibles de 100 mm hasta 200 mm de longitud, preferentemente en posición vertical, con una distancia entre ejes no mayores de 50 mm y que en la figura se simboliza con una "d".



$100 \leq L \leq 200$ mm. para aislar vibraciones y mínima probabilidad de asentamiento.

$300 \leq L \leq 500$ mm. probabilidad de asentamiento.

Figura. 35 Instalación de cople flexible para conexión a equipo en áreas Clase1, División 1 y División 2

La instalación del cople metálico flexible se debe hacer en donde tenga menos probabilidad de recibir golpes durante la construcción, las maniobras de equipo pesado y el mantenimiento. En estructuras y tanques pequeños, sin vibraciones, puede prescindirse del cople metálico flexible. En áreas y locales peligrosos se permiten soportes continuos rígidos, siempre que los cables sean aprobados para usarse en áreas peligrosas Clase I. Al instalarse la tubería metálica rígida, sus uniones roscadas, con los accesorios, deben ser fuertemente apretadas con herramientas apropiadas, para eliminar los chisporroteos que puedan ocurrir cuando fluya la corriente eléctrica a través de la tubería, debido a una falla o accidente en el sistema eléctrico. Cuando por las condiciones de la construcción, no puedan apretarse fuertemente con las herramientas, debe instalarse un puente de unión entre los dos tubos o entre tubo y accesorio, con una malla de cobre soldada en ambas piezas.

Cajas de conexiones, de paso y uniones

División 1. Las cajas de conexión y los accesorios deben ser a prueba de explosión, roscados para su conexión con el tubo, por lo menos cinco vueltas completas de rosca. Los accesorios para el caso de equipo de seguridad aumentada, pueden ser conectores roscados tipo glándula.

División 2. Las cajas de conexión y los accesorios no se requiere a prueba de explosión, con excepción de envolventes que contengan dispositivos que produzcan chispa los cuales deben ser a prueba de explosión, roscados para su conexión con el tubo, por lo menos 5 vueltas completas de rosca, con tablillas terminales u otro sistema para fijar y conectar los conductores

Tomas de corriente, División 1 y 2

Los receptáculos para tomas de corriente, así como las clavijas que se conectan a ellos, deben ser a pruebas de explosión y contar con un conector fijo para conexión a tierra y asegurar la conexión a dicho conector, del conductor de puesta a tierra.

Registros de ductos subterráneos

Los registros eléctricos se deben instalar en los límites de baterías de las áreas de proceso. División 1 y 2. Debe evitarse que los registros de los ductos subterráneos queden localizados dentro de áreas peligrosas, pero cuando no sea posible deben construirse a prueba de explosión, utilizando cajas de paso para continuar la trayectoria de la tubería (conduit) en estas áreas.

Conductores en general. Divisiones 1 y 2

Los conductores no deben localizarse en lugares donde están expuestos a líquidos, gases o vapores inflamables, que tengan efectos dañinos, ni donde estén expuestos a temperaturas excesivas. Cuando se juzgue que los líquidos o las condensaciones de vapores inflamables puedan depositarse sobre o ponerse en contacto con el aislante de los conductores, éste debe estar protegido por una cubierta de plomo o medios similares aprobados para áreas Clase I.

La instalación de los conductores debe ser de manera que se eviten tensiones de tracción en los accesorios de su canalización. La instalación visible de conductores aislados sobre aisladores, no debe usarse en áreas y locales peligrosos.

En caso de instalar cables multiconductores de señales o bien cables tripolares, con el cuarto conductor de tierra y cubierta final de PVC, éstos se pueden instalar en charolas para cables, y protegidos con tubo conduit en áreas o lugares expuestos a golpes o daños originados por la atmósfera. Los conductores de un circuito intrínsecamente seguro, no deben instalarse en la misma canalización, caja de conexión o de salida, u otro accesorio, con conductores de otro circuito, a menos que pueda instalarse una barrera adecuada, que separe los conductores de los circuitos.

Los cables móviles o viajeros, que se instalen en locales peligrosos, deben sujetarse firmemente en cajas a prueba de explosión, que tengan boquillas para la inserción de cables, forrados con hule o neopreno, para hacer un cierre hermético.

Conductores permitidos en División 1. Conductores tipo **MI**. Son cables ensamblados de uno o más conductores aislados, con aislamiento mineral que soporte tensiones hasta 600 Volts, 363.15 °K (90° C) y cubierta continua de cobre o de aleación de acero hermética a los líquidos y gases, puede emplearse para instalaciones ocultas y visibles, pueden ir soportados en charolas Conductores tipo **MC** aprobados para áreas Clase I, División 1. Son cables ensamblados de uno o más conductores aislados con cubierta continua de aluminio corrugado hermético a los líquidos y gases, con recubrimiento exterior de material polimérico, pueden emplearse para instalaciones visibles. Los cables de fibra óptica no conductora (dieléctricos), aprobados como intrínsecamente seguro para áreas clasificadas como peligrosas pueden emplearse para sistemas de control, señalización y comunicaciones.

Conductores permitidos en División 2. Los conductores empleados para instalarse en áreas de la División 1, se permiten utilizar en áreas de la División 2. Conductores tipo **PLTC**. Son cables de potencia limitada, ensamblados de dos o más conductores de cobre aislados, bajo una cubierta no metálica, el aislamiento debe ser para una tensión de operación no menor de 300 volts, instalados en soporte para cables tipo charola, en canalizaciones, soportado por un cable mensajero, o directamente enterrado cuando el cable este aprobado y listado para este uso.

Conductores tipo **ITC**. Son cables de aplicación en circuitos de instrumentación y control, ensamblados de dos o más conductores de cobre, con aislamiento para 300 Volts, con o sin conductor de tierra y encerrados en una cubierta no metálica, con o sin pantalla Se permiten emplear en soporte para cable tipo charola.

Conductores tipo **TC**. Son cables de energía y control, ensamblados de dos o más conductores aislados con o sin conductores de puesta a tierra, cubiertos o desnudos, en una cubierta termoplástica y resistente a la propagación de la flama, se permiten emplear en soporte para cable tipo charola.

Conductores tipo **MV**. Son cables monoconductor o multiconductor, con aislamiento sólido para una tensión eléctrica de 2,001 a 35,000 Volts. Se permiten emplear en canalizaciones, en soporte tipo charola para cables, o directamente enterrados.

Los conductores Clase **AC** no deben usarse en áreas y locales peligrosos, a excepción de permitirse en el alambrado de circuitos no inflamables

Sellos de tubería (conduit) en áreas Clase 1, División 1

Deben colocarse sellos en el interior de los tubos, para evitar el paso de gases, vapores o llamas de una parte a otra de la instalación eléctrica, en los siguientes casos. Tubos que entren a cubiertas que contengan interruptores manuales o automáticos, fusibles, relevadores, resistencias y demás aparatos que puedan producir arcos, chispas o temperaturas elevadas. El sello debe colocarse lo más cerca posible de la cubierta, pero en ningún caso a más de 45 cm de ella. Entre la cubierta y el accesorio para sellado sólo debe haber uniones, cajas o accesorios que sean a prueba de explosión. Tubos de 51 mm o mayor de diámetro nominal, que entren a cubierta o a cajas de terminales, empalmes o derivaciones. Los sellos deben quedar a una distancia no mayor de 45 cm de la cubierta o caja, como se ilustra en la figura 36.

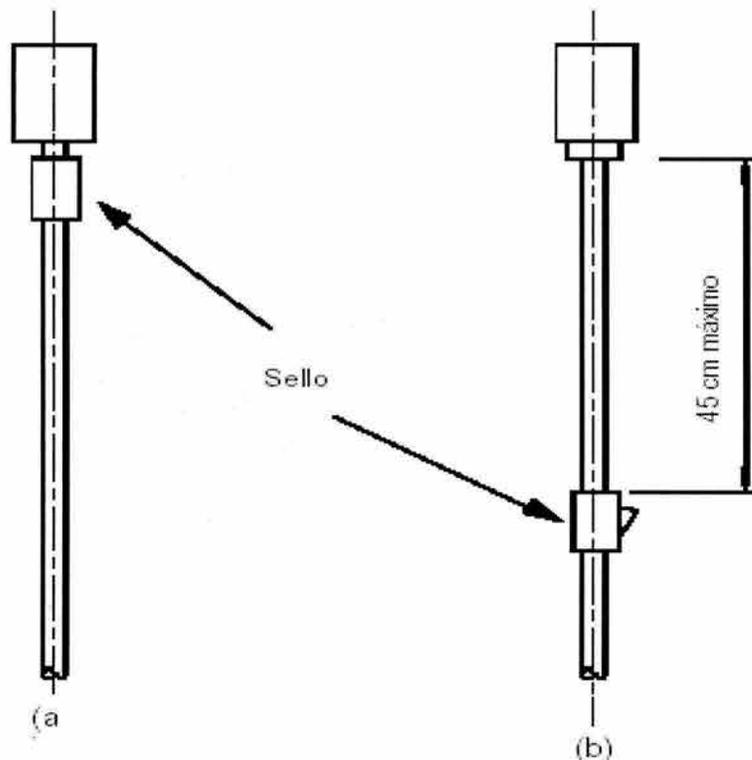


Figura. 36 Instalación de sello en tubería (conduit)

Tubos que salgan de un área Clase 1, División 1

El accesorio para sellado puede colocarse en cualquiera de los dos lados de la línea límite de dicha área, a no más de 3 m del límite, pero debe estar diseñado e instalado de manera que los gases o vapores que puedan entrar en el sistema de tubería dentro del lugar peligroso no pasen al tubo que está más allá del sello. No debe existir unión, accesorio o caja entre el acceso para sellado y la línea límite, según se puede apreciar en la figura 37.

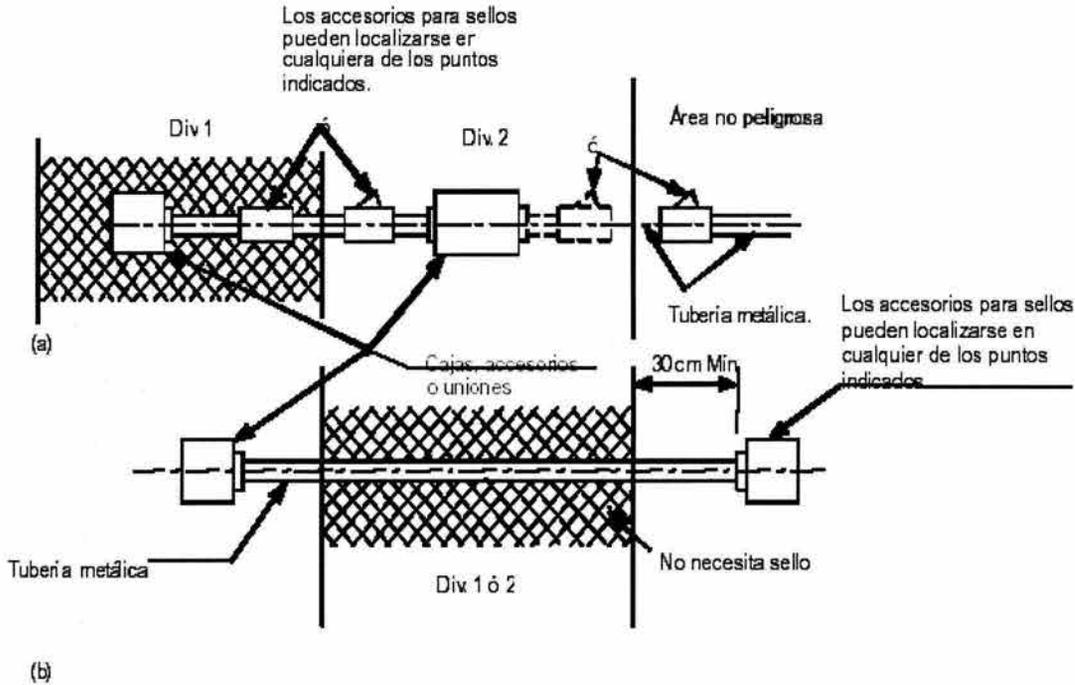


Figura. 37 Instalación de sellos y accesorios en los sistemas de tubería (conduit)

Sellado de tubería (conduit) en área, División 2. Debe colocarse el sellado en el interior de los tubos, en los siguientes casos

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

Requisitos de los sellos, División 1 y 2. Cuando se requieran sellos, éstos deben cumplir con lo siguiente:

Las cubiertas para equipo o conexiones deben estar provistas de medio integral para sellado o bien deben usarse accesorios para sellado aprobados para áreas Clase I. Los accesorios para sellado deben ser accesibles.

El compuesto sellador debe estar aprobado para este uso; ser resistente a la atmósfera o líquidos con los que pudiera estar en contacto y tener un punto de fusión que no debe ser menor de 366.2 °K (93 °C). El espesor del tapón formado por el compuesto sellador no debe ser menor al diámetro nominal del tubo y en ningún caso, inferior a 1.6 cm. Dentro de un accesorio para sellado con compuesto no deben hacerse empalmes ni derivaciones de conductores, tampoco debe llenarse con compuesto ninguna caja o accesorio que contenga empalmes o derivaciones.

Drenados en áreas División 1 y 2

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

Sistema de tierra en áreas División 1 y 2

Deben conectarse al sistema de tierra las partes metálicas de edificios y de soporte, tanques de proceso y almacenamiento, torres, tuberías y equipo metálico de proceso y equipos y sistemas eléctricos, en los lugares en donde se procesen y manejen productos inflamables y explosivos. Debe haber continuidad eléctrica en los sistemas de canalizaciones metálicas y sus accesorios. Cuando se instalen cajas metálicas o tubos unidos con tuercas y contratuercas debe asegurarse la continuidad, con puentes de unión. El conductor neutro debe formar parte de un sistema de suministro de corriente con 4 hilos, debe conectarse al sistema de tierra común antes del equipo de desconexión, como se puede ver en la figura. Los sistemas de suministro de corriente alterna 3 hilos, deben contar con una conexión entre el sistema de tierra y la canalización metálica, según se aprecia en la figura 39.

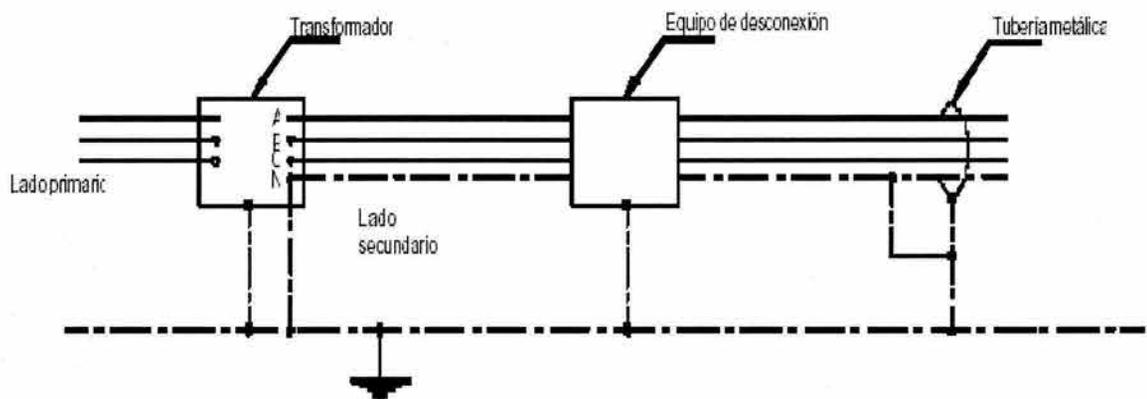


Figura. 38 Conexión al sistema de tierras del neutro de un sistema de suministro de energía con cuatro hilos

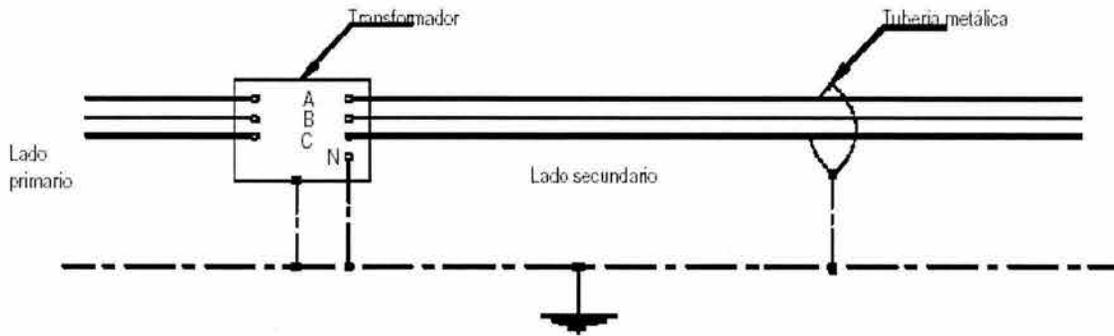


Figura. 39 Conexión al sistema de tierras de la canalización metálica en sistemas de suministro de corriente alterna, tres hilos

Apartarrayos

Los conductores de las acometidas aéreas, en áreas peligrosas, deben protegerse con apartarrayos. Estos deben conectarse a los conductores y al sistema de tierras, tal como se observa en la figura. Para Clase 1, División 1, los apartarrayos deben instalarse en envolventes aprobadas para Clase 1, División 1. Para Clase 1, División 2, los apartarrayos no deben provocar arcos. Los edificios, las torres de proceso, los tanques de almacenamiento y los sistemas eléctricos de alimentación de energía que se localicen en áreas peligrosas, deben protegerse contra descargas eléctricas atmosféricas por medio de apartarrayos conectados a un sistema de tierras mostrado en la figura 40.

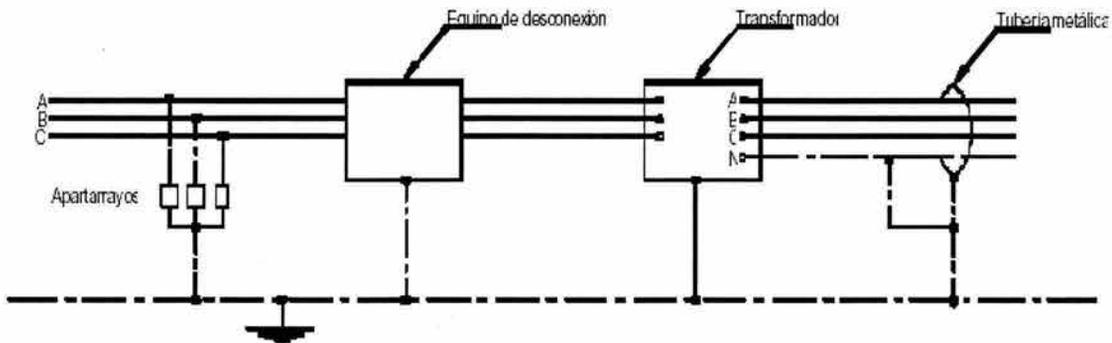


Figura. 40 Conexión al sistema de tierras de apartarrayos, protección en acometidas áreas

Desconectores, Interruptores, controles de motores

División 1. Los desconectores, interruptores, controles de motores y fusibles, incluyendo estaciones de botones, relevadores medidores y dispositivos similares, deben suministrarse dentro de cajas, y las cajas para cada caso, junto con los aparatos contenidos en ellas deben ser aprobados en conjunto, para usarse en áreas Clase I.

División 2. Los interruptores, controladores, desconectores, deben estar instalados dentro de cajas aprobadas para usarse en áreas Clase I., División 1 Podrán ser de usos general, si la interrupción de corriente ocurre dentro de un gabinete herméticamente sellado junto a la entrada de gases o vapores, o los contactos que están sumergidos en aceite a 50.8 mm (2 pulg) como mínimo para los de potencia, para los de control 25.4 mm (1 pulg) o la interrupción de la energía eléctrica sea en una cámara a prueba de explosión sellada de fábrica; o los dispositivos que sean de estado sólido sin contactos de abrir o cerrar y la temperatura en la superficie expuesta no debe exceder el 80 % de la temperatura de ignición en grados K (°C) de los gases o vapores involucrados

Resistencias y transformadores de control

Los transformadores, impedancias de bobinas y resistencias usados individualmente o en conjunto con equipos de control para motores, generadores y sus aplicaciones deben cumplir con lo siguiente:

División 1. En áreas Clase I. División 1, los transformadores, bobinas y resistencias junto con cualquier mecanismo asociado con ellas, debe estar contenido en cajas apropiadas para Clase I, División 1. Si los transformadores, bobinas y resistencias están diseñadas bajo la técnica de seguridad aumentada, podrán emplearse cajas normales.

División 2. Los mecanismos de interrupción usados en conjunto con transformadores, bobinas y resistencias deben cumplir con lo indicado. Las resistencias deben proveerse con cajas; y su ensamble debe ser apropiado para áreas Clase I, a menos que la resistencia sea no variable y la máxima temperatura de operación en grados celsius no debe exceder del 80% de la temperatura de ignición del gas o vapor que lo rodee. Los transformadores de instrumentos, solenoides y otros tipos embobinados, que no tengan incorporados contactos deslizantes o de abrir-cerrar, podrán instalarse en cajas de uso general.

Conexiones en instrumentos. Para facilitar los cambios de los instrumentos de control, éstos pueden conectarse con cordones flexibles, receptáculos y clavijas, siempre y cuando:

El equipo tenga un interruptor que cubra las condiciones para que las clavijas no corten la corriente al ser retiradas. La corriente no deberá exceder de 3 amperes y la tensión de 120 V

La longitud del cable no deberá exceder de 90 cm sea para uso extrarrudo, o de uso rudo, si está protegido por el tablero, su receptáculo y clavija son del tipo cerrado y puesto a tierra. No debe haber más cables y receptáculos en el instrumento que los indispensables para la operación. Los receptáculos deberán llevar una etiqueta llamativa, que prohíba retirar la clavija antes de desenergizar el instrumento.

Fusibles

División 1. Deben ser aprobados para Clase 1, a prueba de explosión

División 2. Los fusibles para protección de motores aparatos y otros dispositivos deben instalarse en envolventes aprobadas para el área en que se instalan, se pueden instalar en envolventes de uso general, esto es, si el elemento de operación está sumergido en aceite, encerrado en una cámara sellada contra la entrada de gases y vapores o el fusible es del tipo limitador de corriente no indicador.

Transformadores y capacitores

División 1. Los transformadores y capacitores que contengan líquido aislante combustible, deben instalarse fuera del lugar peligroso además no tener comunicación con el lugar peligroso por puertas o cualquier otro medio; deben tener amplia ventilación; las ventanas o ductos de ventilación deben ser suficientes para aliviar presiones que puedan representar riesgo de explosión y los ductos de ventilación construirse de concreto reforzado. Los transformadores y capacitores secos o que contengan líquido aislante incombustible deben instalarse en locales separados que cumplan con lo indicado en el punto anterior y ser del tipo aprobado para áreas Clase I (a prueba de explosión).

Clase 1, División 2. Los transformadores y capacitores pueden ser de uso general, deberá estar provisto de medios adicionales para aumentar la seguridad contra la producción de temperaturas excesivas y de arcos o chispeo en el exterior del mismo equipo.

Subestaciones

Las Subestaciones y los cuartos de control y distribución de energía eléctrica, deben localizarse en una trayectoria de aire limpio, de modo que los vientos dominantes impulsen cualquier escape de gas o vapor inflamable en la planta, alejándolo del equipo eléctrico. Tal equipo no debe instalarse en niveles bajos, cuando se puedan acumular gases o vapores inflamables más pesados que el aire. Puede ser necesario construir un terraplén para elevar el nivel. Cuando se instalen cámaras invertidas en lugares donde se puedan acumular gases o vapores inflamables más ligeros que el aire, deben tener agujeros, en la parte superior de sus caras laterales, que proporcionen una ventilación eficiente.

División 1. No se deben instalar.

División 2. No se deben instalar, a menos que se encuentren dentro de un recinto con puertas de cierre automático y con ventilación positiva, tomada de un área no peligrosa.

Motores y generadores

División 1. En áreas Clase 1, División 1 los equipos rotatorios como motores y generadores deben ser aprobados para áreas Clase 1, División 1, del tipo a prueba de explosión o del tipo totalmente cerrado con ventilación de presión positiva tomada de una fuente de aire libre de gases y con descarga a un área segura, el control de la máquina, debe tener un arreglo tal que la misma no sea energizada hasta que la ventilación haya sido establecida y la cubierta haya sido purgada con un mínimo de 10 volúmenes de aire y contar con un arreglo tal que se desenergice automáticamente el equipo, cuando el suministro de aire libre de gases falle o del tipo totalmente cerrado lleno de gas inerte, suministrado por una fuente confiable de gas inerte y con dispositivos para asegurar una presión positiva dentro de la cubierta y para lograr que automáticamente se desenergice el equipo cuando el suministro de gas, falle.

Los motores del tipo totalmente cerrado, no deben tener superficies externas con una temperatura de operación en grados celsius que no excedan del 80% de la temperatura de ignición del gas o vapor peligrosos involucrado. Se deben proveer dispositivos adecuados para detectar si hay un incremento en la temperatura por encima de los límites establecidos y desenergizar automáticamente el motor, o proveer de una alarma adecuada. El equipo auxiliar debe ser de un tipo aprobado para el lugar que se instale. No deben taladrarse las paredes de la caja de conexiones, la cubierta del estator, ni los soportes de los baleros, aun cuando fuesen taponados después, ya que constituyen una fuga potencial y una posible explosión interna que los puede romper, debido al debilitamiento de material o al forzamiento de la flama a través de ellos.

División 2. En áreas Clase 1, División 2, los motores generadores y otras máquinas rotatorias que contengan contactos deslizantes, mecanismos de interrupción del tipo centrífugo o de otro tipo (incluyendo dispositivos de sobrecorriente o sobre temperatura de motores) o dispositivos con resistencias integradas, deben ser del tipo aprobado para áreas Clase 1, División 1, a menos que tales dispositivos o mecanismos se encuentren dentro de cubiertas aprobadas para áreas Clase I, División 2. Cuando operen a tensión nominal, la superficie expuesta de los aparatos calefactores usados para prevenir la condensación de mezclas durante cortos períodos no deben exceder de 80% de la temperatura de ignición en grados celsius del gas o vapor que lo rodea.

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

Luminarias

División 1. En áreas Clase 1, cada luminaria fija o portátil debe ser del tipo aprobada para lugares Clase I, División 1 y tener marcada, claramente la máxima capacidad de la lámpara con que puede operar. Cada luminaria fija debe estar protegida contra daño mecánico por medio de un resguardo adecuado o por su propia ubicación. Las luminarias de tipo colgante deben soportarse con tubo metálico rígido tipo pesado, en el que las uniones roscadas estén provistas de medios efectivos para evitar que se aflojen.

Si se requiere colgar una luminaria por medio de tubo a más de 30 cm de la caja de salida, el tubo debe fijarse rígidamente a una distancia no mayor de 30 cm de la luminaria para evitar oscilaciones excesivas, o bien tener flexibilidad de movimiento por medio de un accesorio o conector aprobado para el propósito y para lugares Clase I, División 1, que se coloquen o no a más de 30 cm de la caja de salida. Para el caso de equipo construido bajo la técnica de seguridad aumentada, su alimentación debe hacerse mediante el uso de tubería (conduit), tipo pesada. Las cajas o accesorios usados para soportar luminarias deben estar aprobadas para tal propósito y para lugares Clase I, División 1.

División 2. Las luminarias fijas deben estar protegidas contra daño mecánico por medio de resguardos adecuados o por su propia ubicación. Estas luminarias deben tener cubiertas u otros medios efectivos para evitar que se puedan hacer arder concentraciones localizadas de gases o vapores inflamables cuando existe riesgo de que se desprendan chispas o metal calientes de las lámparas o luminarias. Las luminarias deben de ser a prueba de vapor, excepto cuando las lámparas alcancen en su exterior temperaturas que excedan el 80% de la temperatura en grados Celsius de ignición del gas o vapor que las rodea, en cuyo caso serán a prueba de explosión, la temperatura máxima registrada, se muestra en la tabla 8.

TABLA 8 CLASIFICACIÓN DE LUMINARIAS CLASE 1

LUMINARIAS A PRUEBA DE EXPLOSION		TIPO DE AREA	TEMP. MAXIMA EXTERIOR K (° C) *ZONA MEDIA DEL GLOBO O ZONA CENTRAL DEL CRISTAL REFLEC.		TEMPERATURA MAXIMA REGISTRADA K (° C)		TEMPERATURA DE OPERACIÓN NORMALIZADA
TIPO	WATTS		K	(° C)	K	(° C)	
Vapor de mercurio	175	Peligrosa	376.15	103	530.15	257.5	T2 B/260
	250	Peligrosa	383.15	110	548.15	275	T2 A/280
	400	Peligrosa	432.15	159	584.15	311.5	T1 /450
	175	Peligrosa	384.15	111	507.15	234	T2 B/260
	250	Peligrosa	386.15	113	550.15	277	T2 A/280
Vapor de sodio alta presión	400	Peligrosa	427.15	154	599.15	326	T1 /450
	70	Peligrosa	337.15	64	426.15	153	T3 C/160
	100	Peligrosa	344.15	71	456.15	183	T3 /200
	150	Peligrosa	366.65	93.5	504.15	231	T2 B/260
Aditivos metálicos	260	Peligrosa	387.65	114.5	597.15	324	T1 /450
	400	Peligrosa	422.15	149	571.65	298.5	T2 /300

Los apagadores que formen parte integral de las luminarias o portalámparas y el equipo de arranque y control para lámparas de descarga eléctrica debe cumplir con lo indicado para la División 2. Las luminarias de tipo colgante deben soportarse con tubo metálico rígido tipo pesado o semipesado o por otros medios adecuados. Si se requiere colgar una luminaria por medio de tubos a más de 30 cm de la caja de salida, el tubo debe fijarse rígidamente a una distancia no mayor de 30 cm de la luminaria para evitar oscilaciones excesivas, o bien tener flexibilidad de movimiento por medio de un accesorio o conector adecuado para tal propósito, que se coloque a no más de 30 cm de la caja de salida **Extensiones de alumbrado**

División 1. Las extensiones de alumbrado deben ser del tipo a prueba de explosión y consisten de una lámpara de este tipo, con una guarda que la proteja de daño físico, cable para “uso rudo” que contenga, además de los conductores del circuito, un conductor de tierra para las partes metálicas de la lámpara y de la clavija en el extremo del cable la cual debe ser a prueba de explosión.

Equipo portátil

Divisiones 1 y 2. Los equipos eléctricos portátiles, como máquinas de soldar, calentadores y estufas eléctricas, deben suministrarse para que trabajen fuera de las áreas peligrosas; a menos que sean del tipo a prueba de explosión, o que los dispositivos o contactos capaces de producir arco eléctrico o altas temperaturas se encuentren encerrados en cajas de este tipo, o sumergido en aceite. Cuando se conecten a receptáculos localizados dentro de las áreas peligrosas, la clavija y el cable deben estar de acuerdo con lo especificado para uso en estas áreas.

Herramientas

Debido a que las caídas o golpes accidentales de las herramientas portátiles producen chispas, su uso debe restringirse dentro de las áreas peligrosas. Si se usan éstas debe ser de material antichispa, como aluminio y bronce o latón.

Alambrado en áreas Clase 1, Zona 0, Zona 1 y Zona 2

Métodos permitidos de alambrado (de acuerdo con el Artículo 505, inciso 505-15, de la **NOM-001-SEDE-1999**). Áreas Clase 1, Zona 0.

a) Alambrado intrínsecamente seguro.

b) Tubería (conduit) metálica rígida, tipo pesado, roscada, grado de calidad A, de acuerdo a la norma **NOM-B-208**- última edición, en la tubería (conduit) únicamente se permiten circuitos no inflamables o intrínsecamente seguros, las cajas de conexiones y los accesorios deben ser a prueba de explosión, la instalación de sellos debe estar de acuerdo con el Artículo 501, inciso 501 -5 a), c), d) de la **NOM -001-SEDE-1999**.

c) Cable de fibra óptica no conductora.

Áreas Clase 1, Zona Se pueden utilizar los métodos de alambrado permitidos para áreas Clase 1, División 1 y áreas Clase 1, Zona 0.

Áreas Clase 1, Zona 2. Se pueden utilizar los métodos de alambrado permitidos para áreas Clase 1, División 2 Clase 1, División 1 y áreas Clase 1, Zona 0 y Clase 1, Zona 1.

Áreas Clase 1, Zona 0, Zona 1 y Zona 2. Equipo permitido (de acuerdo con el Artículo 505, inciso 505-20, de la **NOM-001-SEDE-1999**).

Áreas Clase 1, Zona 0. Se permite únicamente el equipo aprobado y marcado específicamente como adecuado para dicha área.

Áreas Clase 1, Zona 1. Se permite únicamente el equipo aprobado y marcado específicamente como adecuado para dicha área. (Excepción: Se permite también, el equipo aprobado para áreas Clase 1, División 1 o Clase 1, Zona 0, del mismo grupo y marcado de temperatura similar)

Áreas Clase 1, Zona 2. Se permite únicamente el equipo aprobado y marcado específicamente como adecuado para dicha área. (Excepción: Se permite también, el equipo aprobado para áreas Clase 1, División 1 o División 2 o Clase 1, Zona 0 o Zona 1, del mismo grupo y marcado de temperatura).

Marcado y aprobado de equipo en áreas Clase 1, Zona 0, Zona 1 y Zona 2

Aprobado. El equipo aprobado para áreas Zona 0, se permite utilizar en áreas Zona 1 o Zona 2 del mismo grupo. El equipo aprobado para áreas Zona 1, se permite utilizar en áreas Zona 2 del mismo grupo.

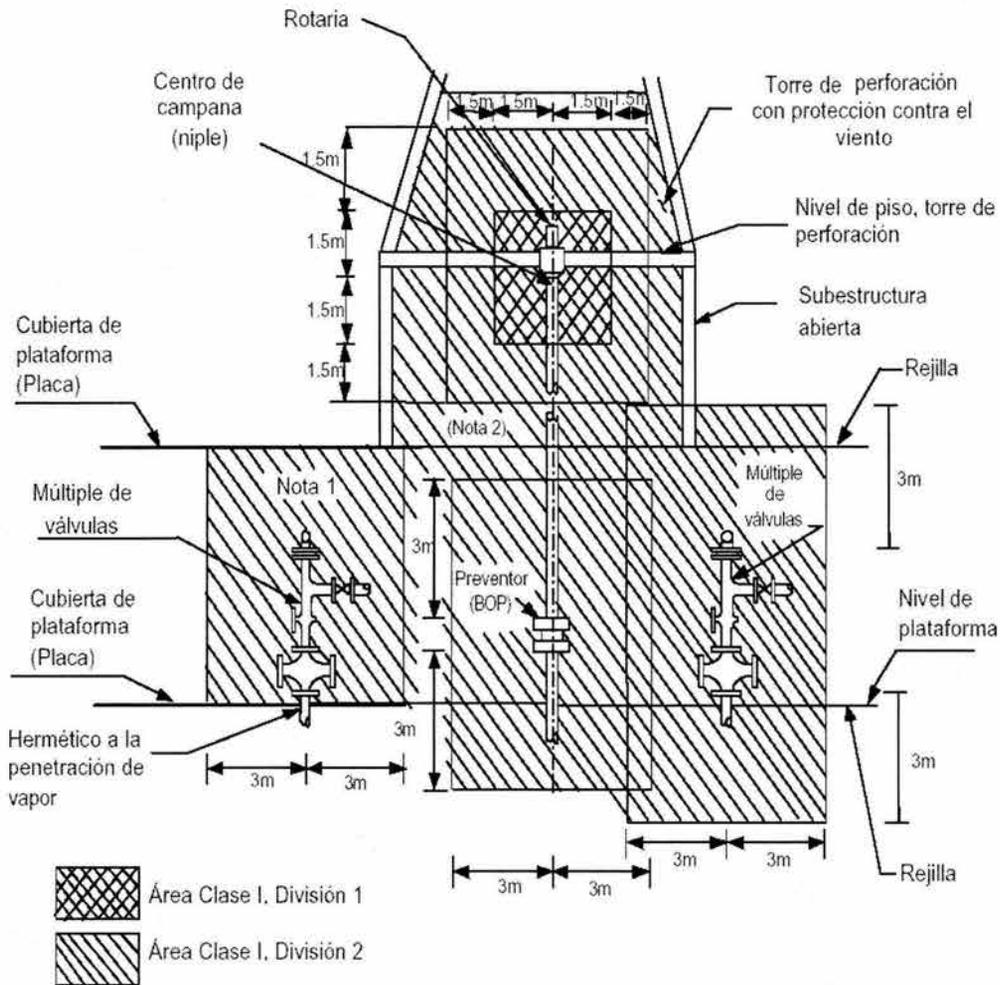
Marcado. El equipo debe marcarse indicando: la Clase, la Zona, el Grupo (gas o vapor) y clase de temperatura, referida a una temperatura ambiente de 40 ° C. La clase de temperatura marcada en el equipo debe cumplir con lo indicado en la Tabla 9.

Tabla 9 Clasificación de temperatura máxima superficial para equipo eléctrico						
GRUPO II						
Clase de temperatura	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Máxima Temperatura Superficial (°C)	≤ 450	≤ 300	≤ 200	≤ 135	≤ 100	≤ 85

Extensión de las áreas peligrosas en instalaciones costa afuera (Perforación, Producción y Compresión)

Piso de torre de perforación y área de subestructura. En torres de perforación sobre plataformas costa afuera con pozos de producción en un área adecuadamente ventilada debajo de la cubierta de la plataforma de perforación, se considera como área de la División 1 desde el centro inferior del niple campana que acopla la tubería de perforación hasta una distancia de 1.5 m y una extensión de un área de la División 2 de 1.5 m de distancia en todas direcciones.

Un área de la División 2 a partir del centro del preventor de 3 m de distancia en todas direcciones. Cuando se cuenta con varios pozos de producción en área adecuadamente ventilada el múltiple de válvula se clasifica como área División 2 desde el centro de la parte superior de la válvula hasta una distancia de 3 m en todas direcciones, así mismo un área División 2 desde la parte inferior del centro de la brida del múltiple de la válvula hasta una distancia de 3 m en todas direcciones, como se muestra en la figura 41.



Nota 1: El área Clase I, División 2 se extiende hasta el límite superior e inferior de la cubierta de plataforma.

Nota 2: El área Clase I, División 2 se extiende hasta los límites de la subestructura y de las extensiones de área considerando la cercanía entre los mismos.

Figura. 41 Plataforma con equipo de perforación y pozos de producción en operación, adecuadamente ventilados

Cuando los múltiples de válvulas de los pozos de producción están ubicados en áreas confinadas inadecuadamente ventiladas, debe considerarse como un área de la División 1, hasta la extensión limitada por el área confinada, rodeada por otra área División 2 de 3 m de distancia alrededor de la parte exterior del área confinada. Al pasar la tubería del múltiple de la válvula de un área cerrada inadecuadamente ventilada a otra libremente ventilada a través de la cubierta de plataforma donde exista salida de vapor inflamable, se considera un área de la División 2 desde el punto de salida del vapor inflamable, hasta una distancia de 3 m en todas direcciones como se muestra en la figura 42.

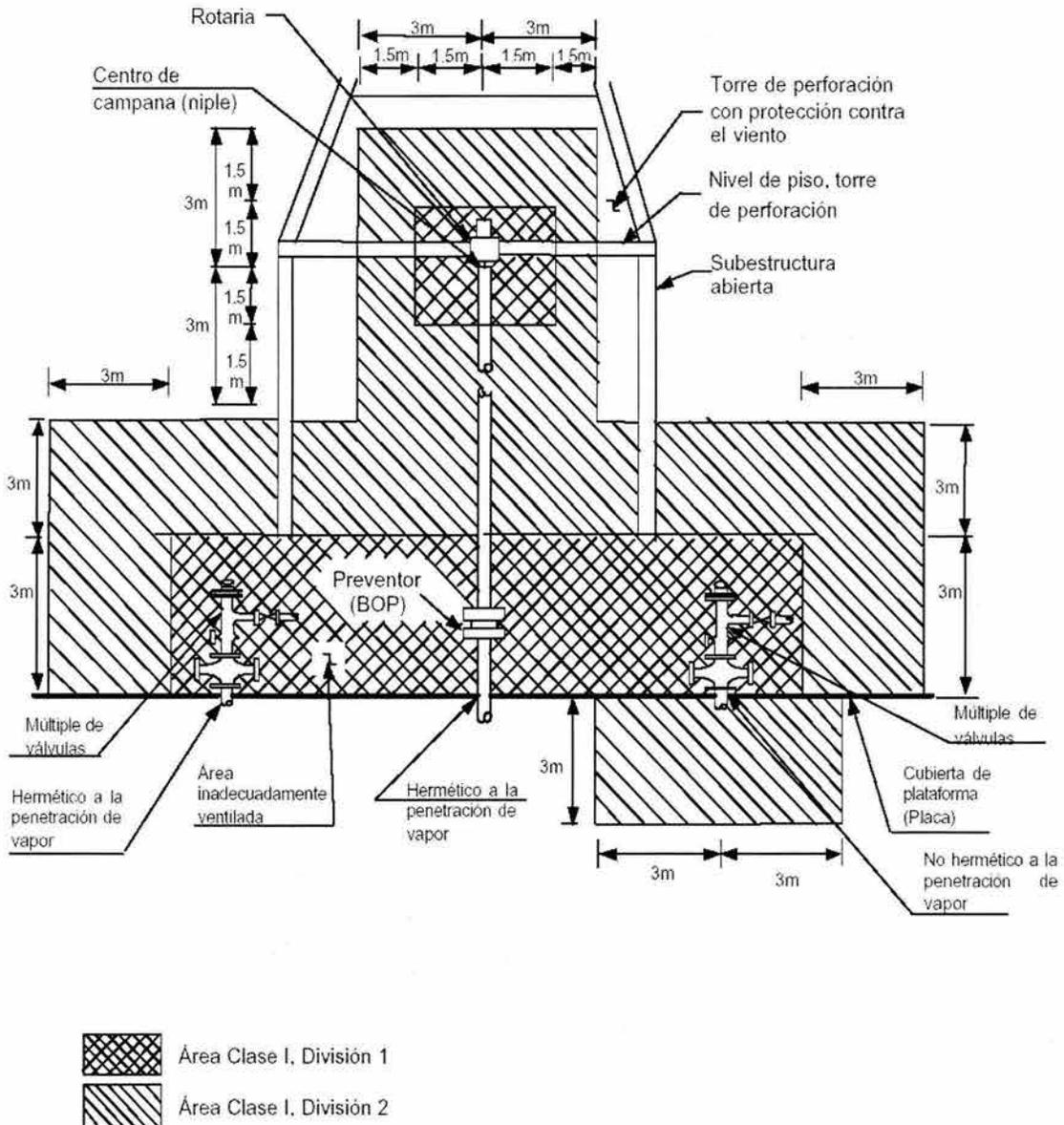
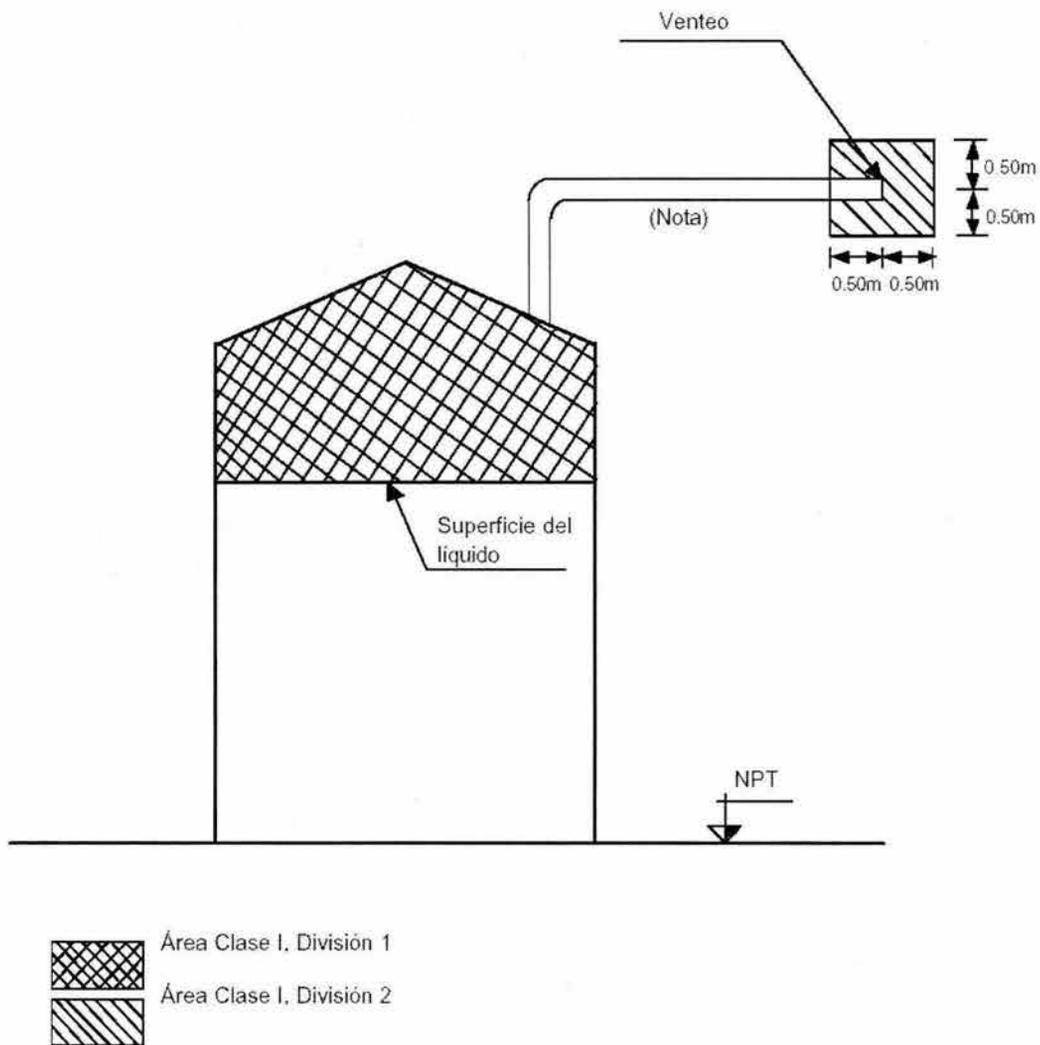


Figura. 42 Plataforma con equipo de perforación, ventilado adecuadamente y varios pozos de producción ventilados inadecuadamente

Tanque de almacenamiento de líquidos combustibles

En un tanque de almacenamiento sin calentamiento para líquidos combustibles (Diesel y combustible para avión), ubicado en un área libremente ventilada se clasifica como área División 1 dentro del tanque a partir de la superficie del líquido extendiéndose hasta las paredes y techo del tanque, y como área División 2 alrededor del venteo o respiradero, hasta una distancia de 0.5 m en todas direcciones como se ilustra en la figura 43. El área interior de la tubería de venteo del tanque se clasifica como División 1. En áreas cerradas que contengan tanques de almacenamiento para líquidos combustibles, sin calentamiento se considera como área no peligrosa cuando todos los venteos están fuera del área confinada.



Nota: El área interior de la tubería de venteo del tanque se clasifica como División 1.

Figura. 43 Tanque de almacenamiento de líquidos combustibles en área libremente ventilada

Lanzador o receptor de diablos

El área alrededor de la instalación de un lanzador o receptor de diablos en un área libremente ventilada, se clasifica como área División 1 desde el centro de la tapa del lanzador de diablos hasta una distancia de 1.5 m en todas direcciones, rodeada por otra área de la División 2 de 1.5 m de distancia en todas direcciones como se muestra en la figura 44. Cuando el lanzador o receptor de diablos está en un local cerrado adecuadamente ventilado, se considera como área División 1 desde el centro de la tapa del lanzador de diablos hasta una distancia de 1.5 m en todas direcciones, rodeada de un área División 2 abarcando todo el interior del local. Cuando el lanzador o receptor está en un local cerrado inadecuadamente ventilado, se considera como área División 1 todo el interior del local.

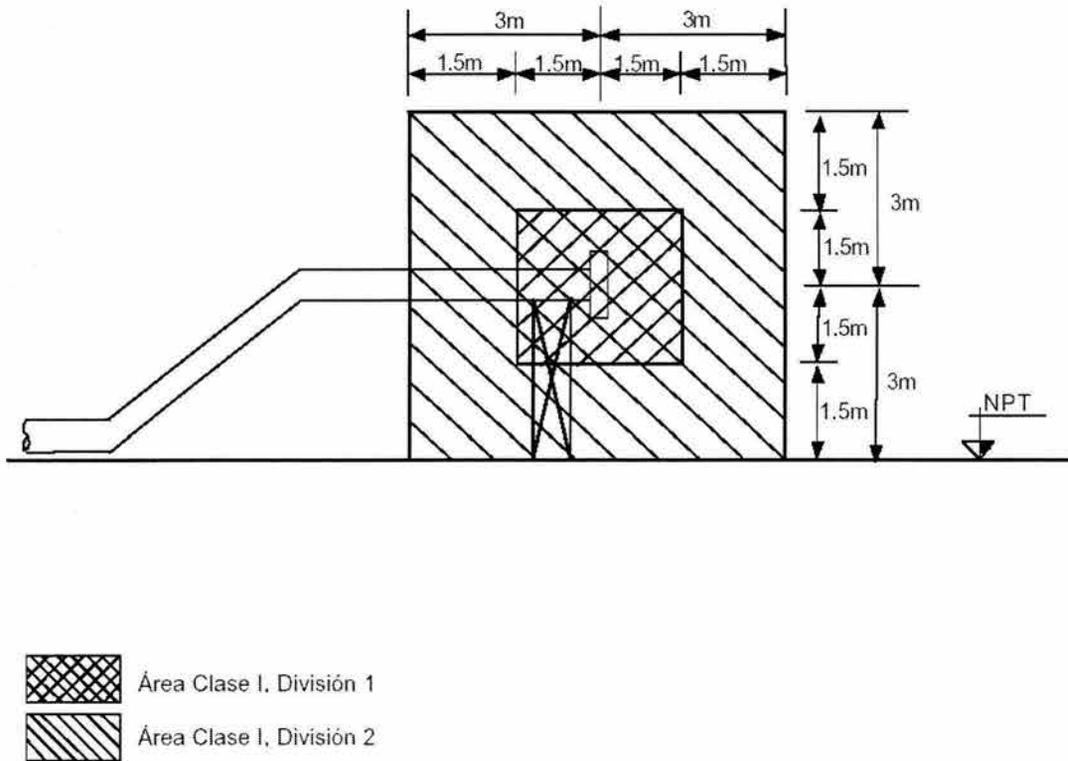


Figura. 44 Lanzador o receptor diablos en un área libremente ventilada

Colector de aceite

El espacio interior de un colector de aceite que puede contener líquidos inflamables, localizado en un lugar libremente ventilado se considera como área División 1 desde la superficie exterior del líquido inflamable hasta el nivel de piso y a partir de éste se considera un área División 2 extendiéndose una distancia "D" hasta 3 m como máximo al exterior del colector en dirección horizontal y vertical como se ilustra en la figura 45.

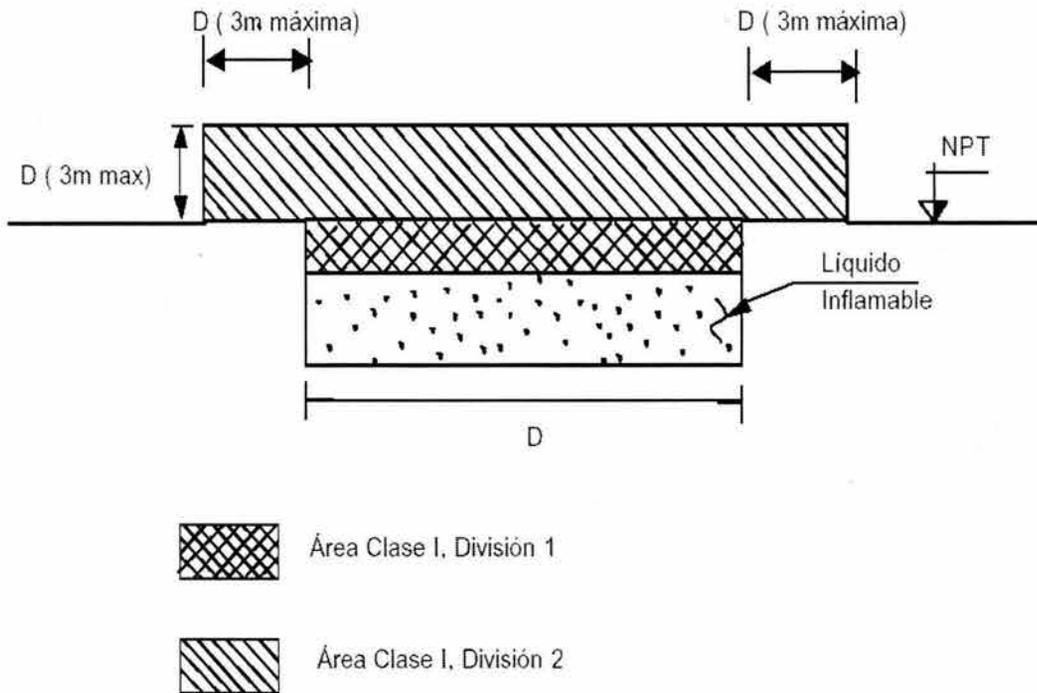


Figura. 45 Colector de aceite

Tanque de lodo

Un tanque de lodo localizado en un área libremente ventilada se clasifica como área División 1 dentro del tanque a partir de la superficie del contenido hasta el límite superior del tanque y, a partir de este límite se considera un área División 2 extendiéndose una distancia de 3 m de la superficie exterior del tanque hacia arriba y hacia los lados del tanque, como se muestra en la figura 46.

Cuando un tanque de lodo de techo abierto está en un local cerrado o semi-cerrado adecuadamente ventilado, se clasifica como área División 1 dentro del tanque a partir de la superficie del contenido hasta el límite superior el tanque, adicionalmente se considera un área División 2 hasta la extensión limitada por el local cerrado como se muestra en la figura 47.

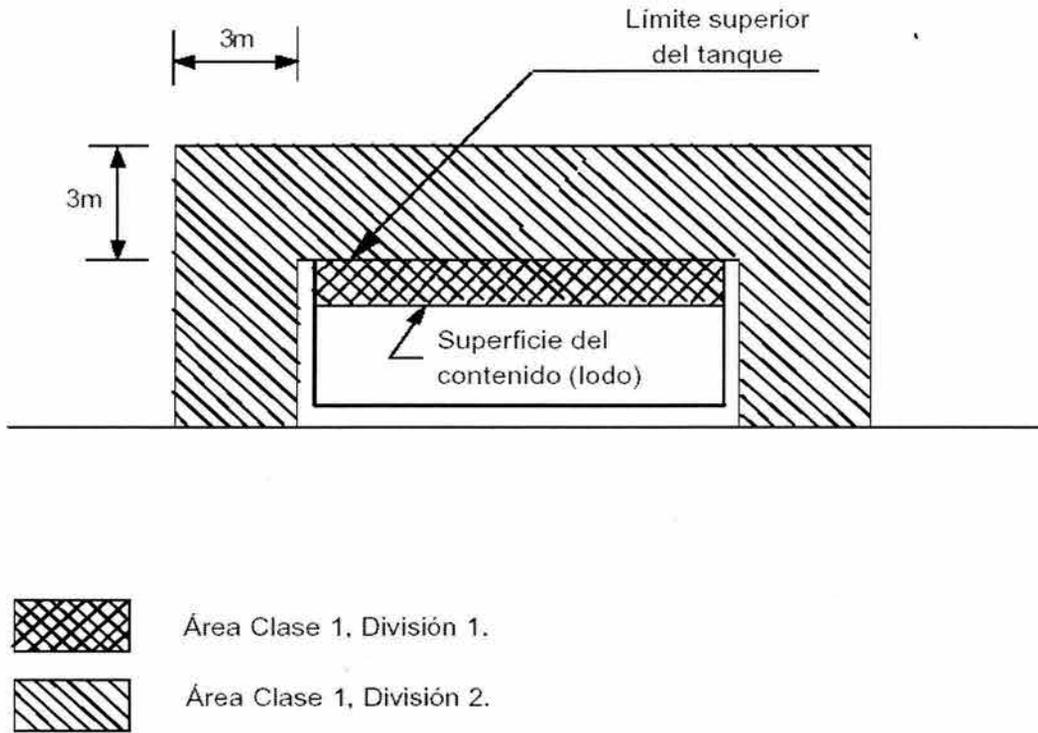


Figura. 46 Tanque de lodo en área libremente ventilada

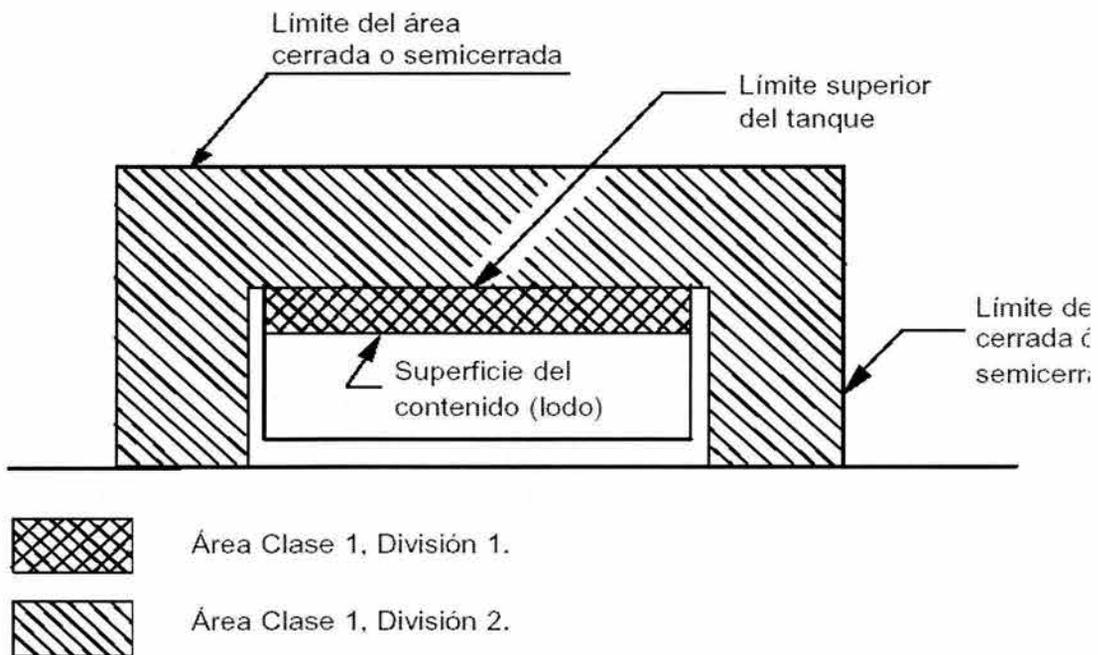


Figura. 47 Tanque de lodo con techo abierto en área cerrada o semi-cerrada con adecuada ventilación

Fosa de lodos (tanque de sedimentos)

Una fosa de lodo abierta en un área libremente ventilada, instalada antes del separador lodo-gas (desgasificador), se clasifica como área División 1 a partir de la superficie del lodo una distancia de 3 m hacia arriba y 1.5 m hacia los lados y parte inferior del tanque, rodeada por otra área de la División 2 de 1.5 m de distancia en todas direcciones como se muestra en la figura 48.

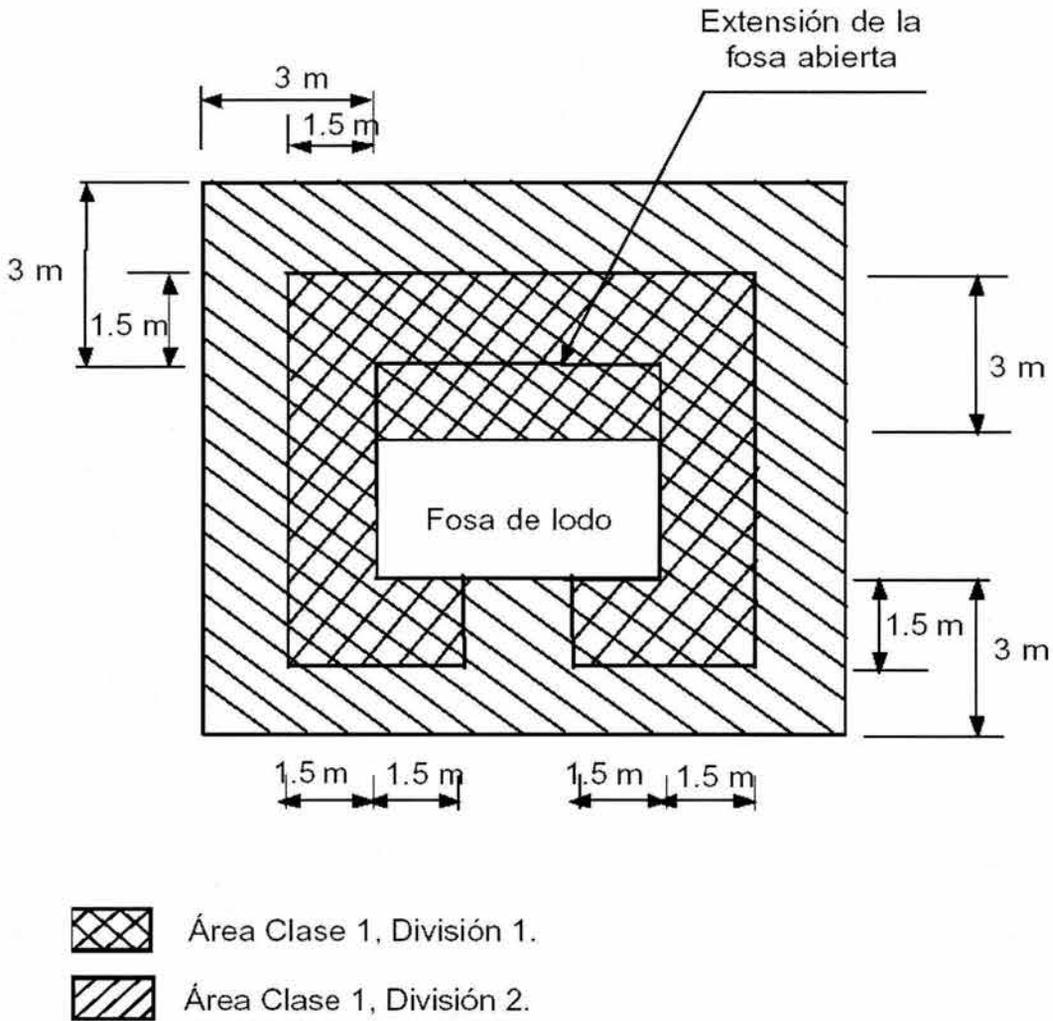
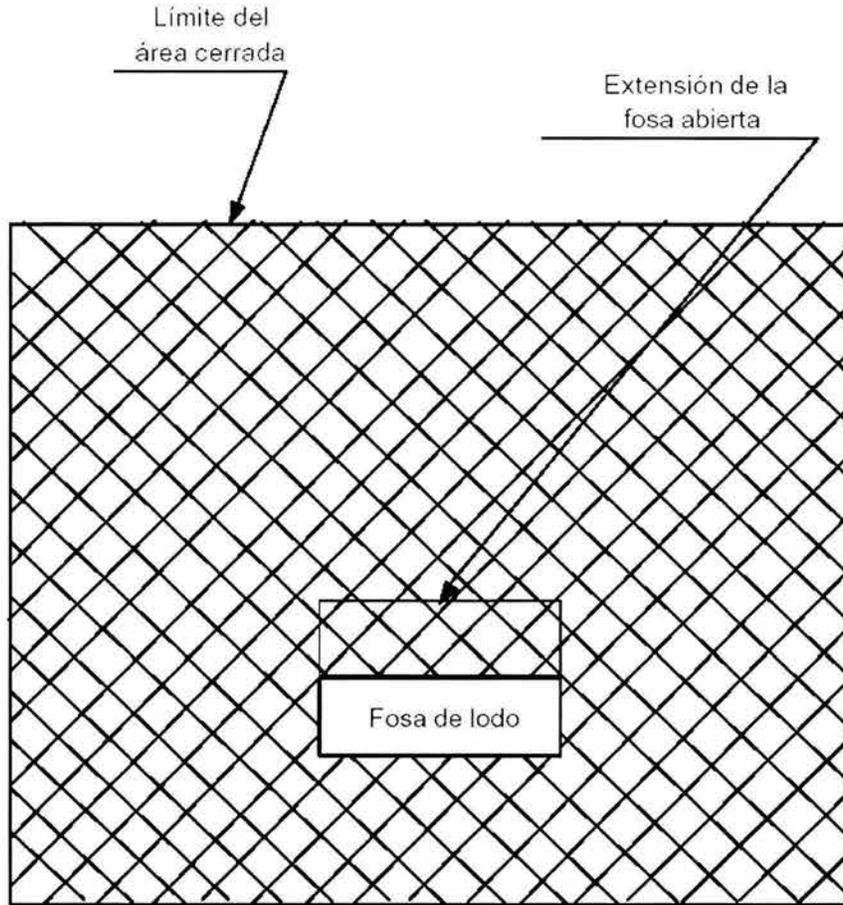


Figura. 48 Fosa de lodo abierta, en área libremente ventilada antes del separador lodo-gas (desgasificador)

Una fosa de lodo abierta en un área cerrada adecuadamente ventilada, instalada antes del separador lodo-gas (desgasificador) se clasifica como área División 1 a partir de la superficie del lodo y de la fosa extendiéndose en todo el interior del local.

Una fosa de lodo abierta en un área libremente ventilada instalada abajo del flujo del separador lodo-gas (desgasificador) se clasifica como área División 1 a partir de la superficie del lodo hasta la extensión de la fosa abierta, y a partir de ésta se considera un área División 2 hacia la parte superior, lados y parte inferior el tanque una distancia de 1.5 m, como se muestra en la figura 49.



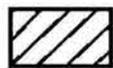
-  Área Clase 1, División 1
-  Área Clase 1, División 2

Figura. 49 Fosa de lodo abierta en área cerrada con adecuada ventilación antes del separador lodo- gas (desgasificador)

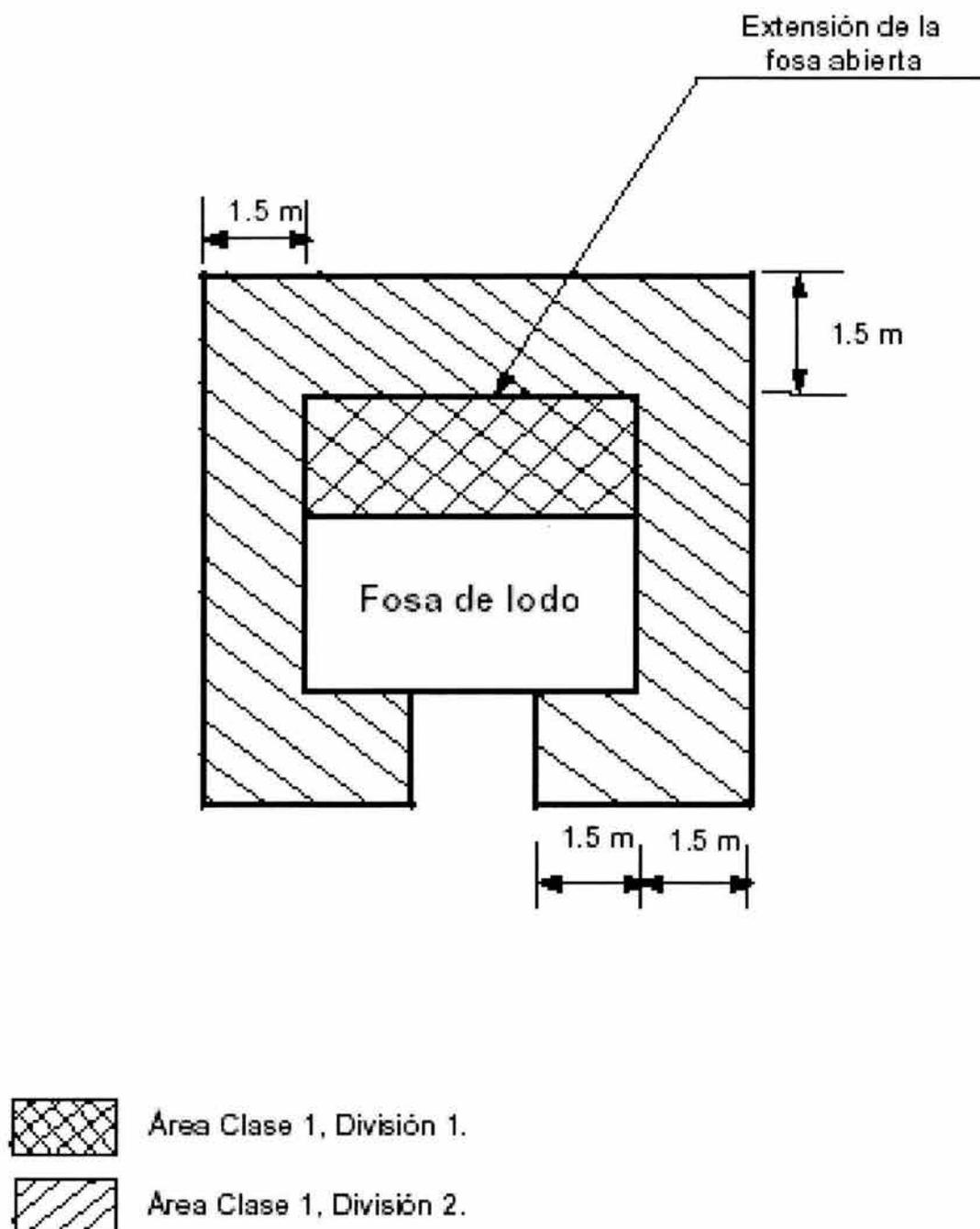


Figura. 50 Fosa de lodo abierta en área libremente ventilada abajo del separador de flujo lodo-gas (desgasificador)

Una fosa de lodo abierta en un área cerrada adecuadamente ventilada, instalada abajo del flujo del separador lodo-gas (desgasificador) se clasifica como área División 1 a partir de la superficie del lodo hasta la extensión de la fosa abierta y, a partir de esta se considera un área División 2 en todo el interior del área cerrada como se muestra en la figura 51.

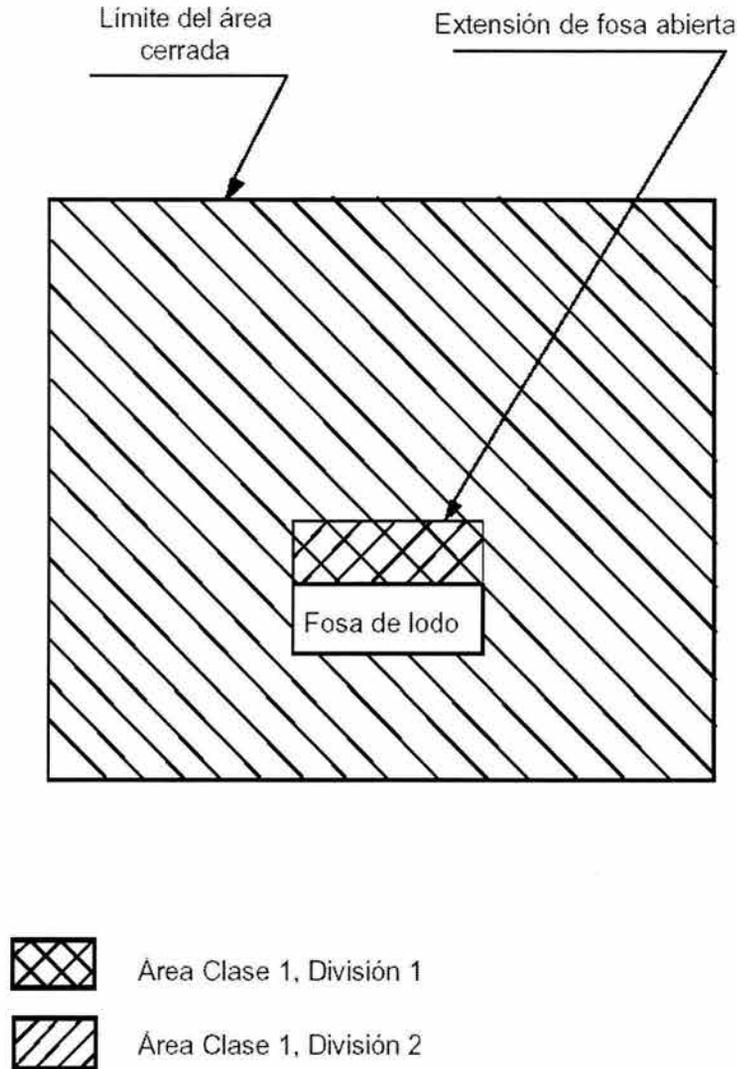


Figura. 51 Fosa de lodo abierta de un área cerrada con ventilación adecuada abajo del flujo del separador lodo-gas (desgasificador)

Cernidor de sólidos de lodo

Un cernidor de sólidos de lodo en un local libremente ventilado mostrado en la figura 52 se clasifica como un área División 1 desde la superficie exterior del cernidor hasta una distancia de 1.5 m, en todas direcciones, rodeado por otra área División 2 de 1.5 m de distancia.

Un cernidor de sólidos de lodo en un local cerrado o semi-cerrado adecuadamente ventilado se clasifica como área División 1 desde la superficie exterior del cernidor hasta la extensión limitada por el área cerrada o semi-cerrada como se muestra en la figura 53.

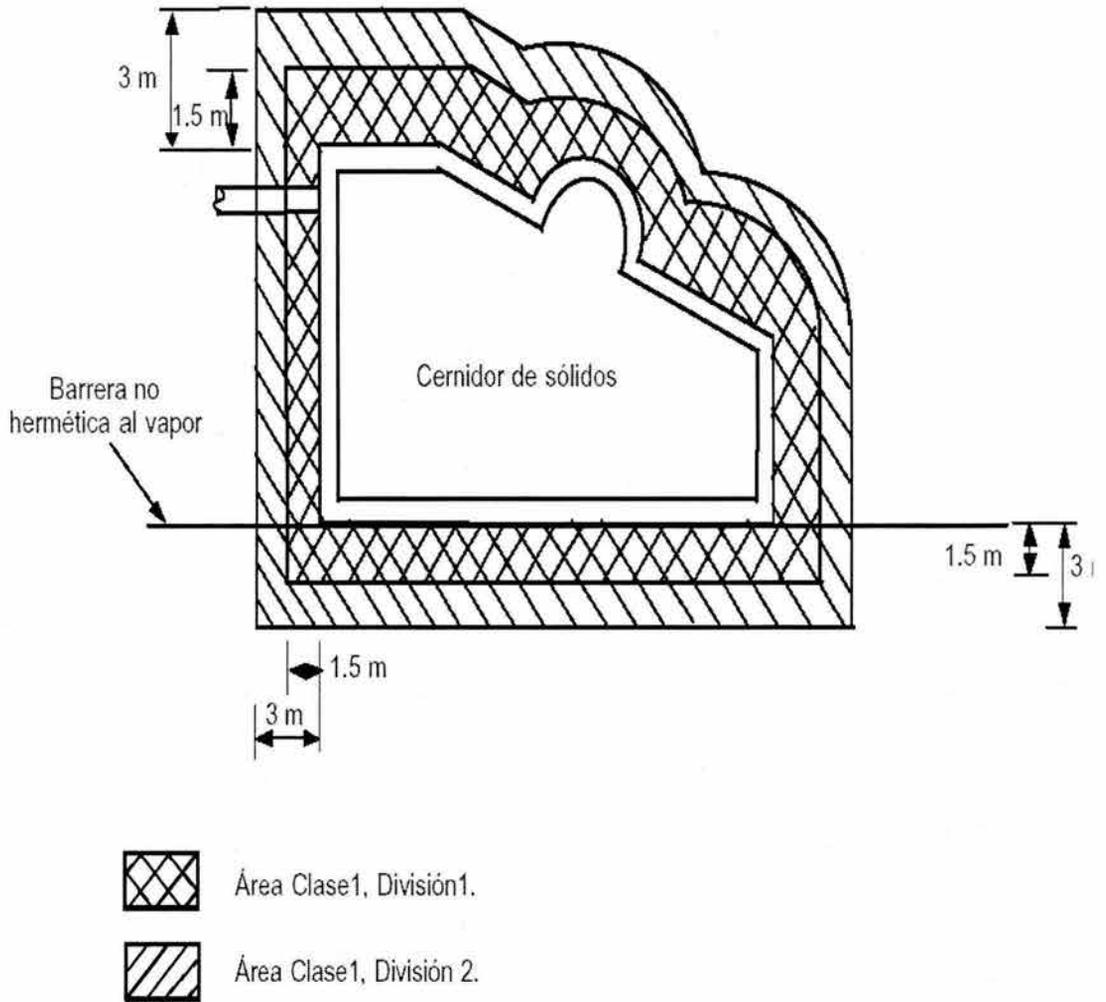
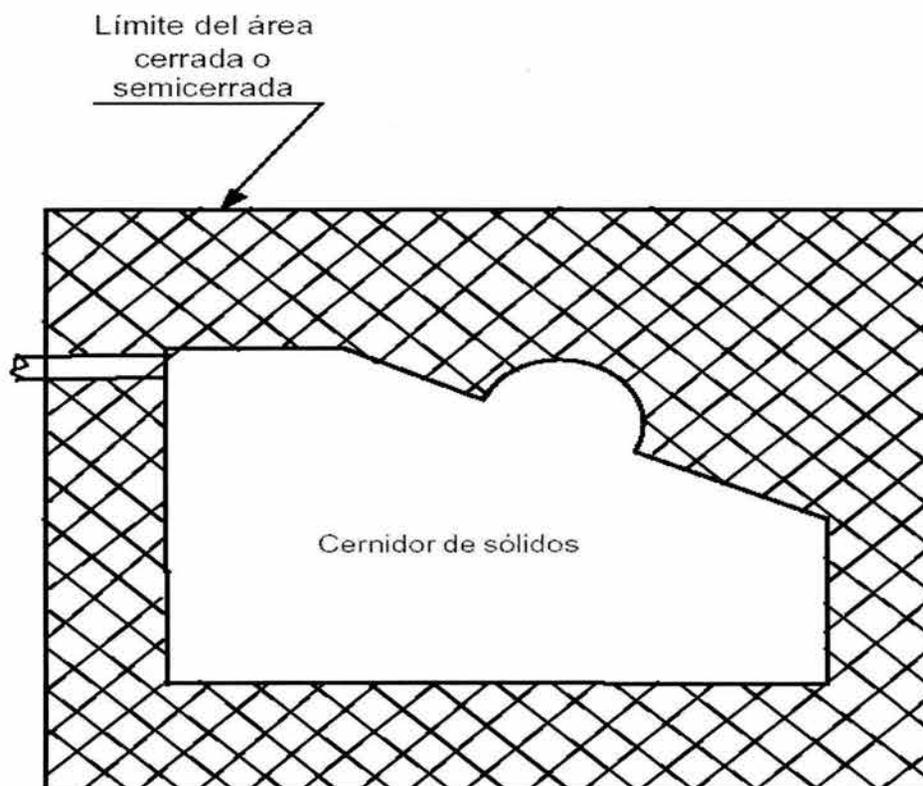


Figura. 52 Cernidor de sólidos de lodo en un área abierta libremente ventilada



 Área Clase 1, División 1.

 Área Clase 1, División 2.

Figura. 53 Cernidor de sólidos de lodo en un área cerrada o semi-cerrada adecuadamente ventilada

Desarenador de lodos

Un desarenador de lodos instalado en un local libremente ventilado se clasifica como área División 2 desde el extremo inferior del equipo hasta una distancia de 1.5 m en todas direcciones limitada por el nivel de piso terminado.

Un desarenador de lodos en un local cerrado o semi-cerrado adecuadamente ventilado se clasifica como área División 2 en todo el interior del área cerrada o semi-abierta, como se muestra en la figura 54.

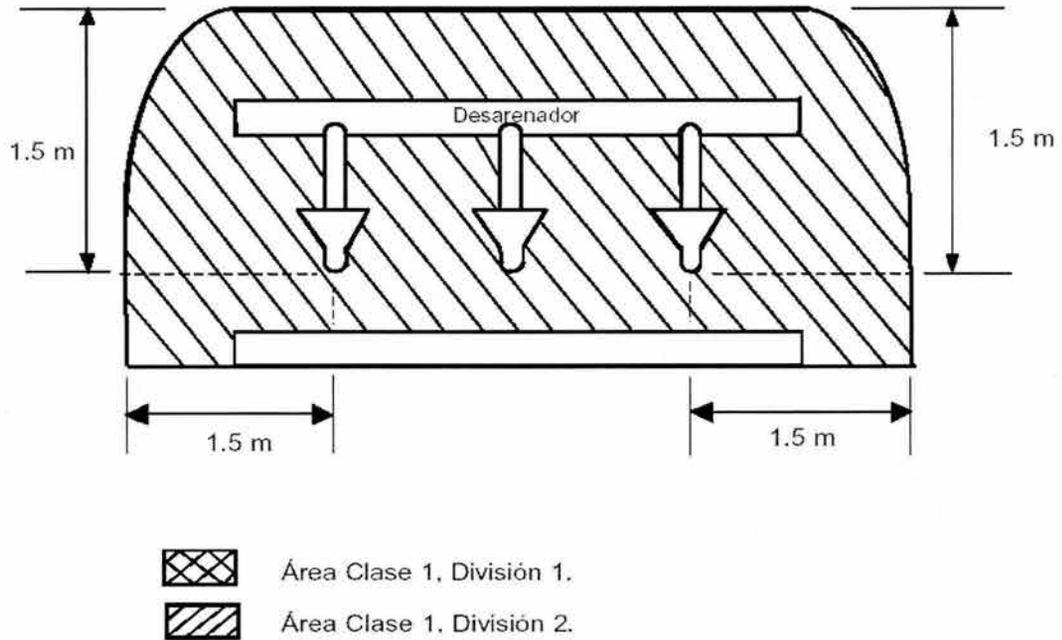


Figura. 54 Desarenador en un área abierta

Pozo de producción con bombeo eléctrico sumergible con fosa de contención

Los pozos de producción de petróleo crudo con bomba impulsada con motor eléctrico sumergible cuyo cabezal se encuentre en una fosa, se considera como área División 1 dentro de la fosa y un área División 2.

Alrededor del pozo que se extiende a 0.50 m de altura sobre el nivel de piso, extendiéndose hasta 3 m en forma horizontal a partir de los límites interiores del pozo y 1.50 m a partir del centro del conduit que va hacia la caja de conexiones o controlador del motor, en todas direcciones extendiéndose hasta el piso, como se ilustra en la figura 55.

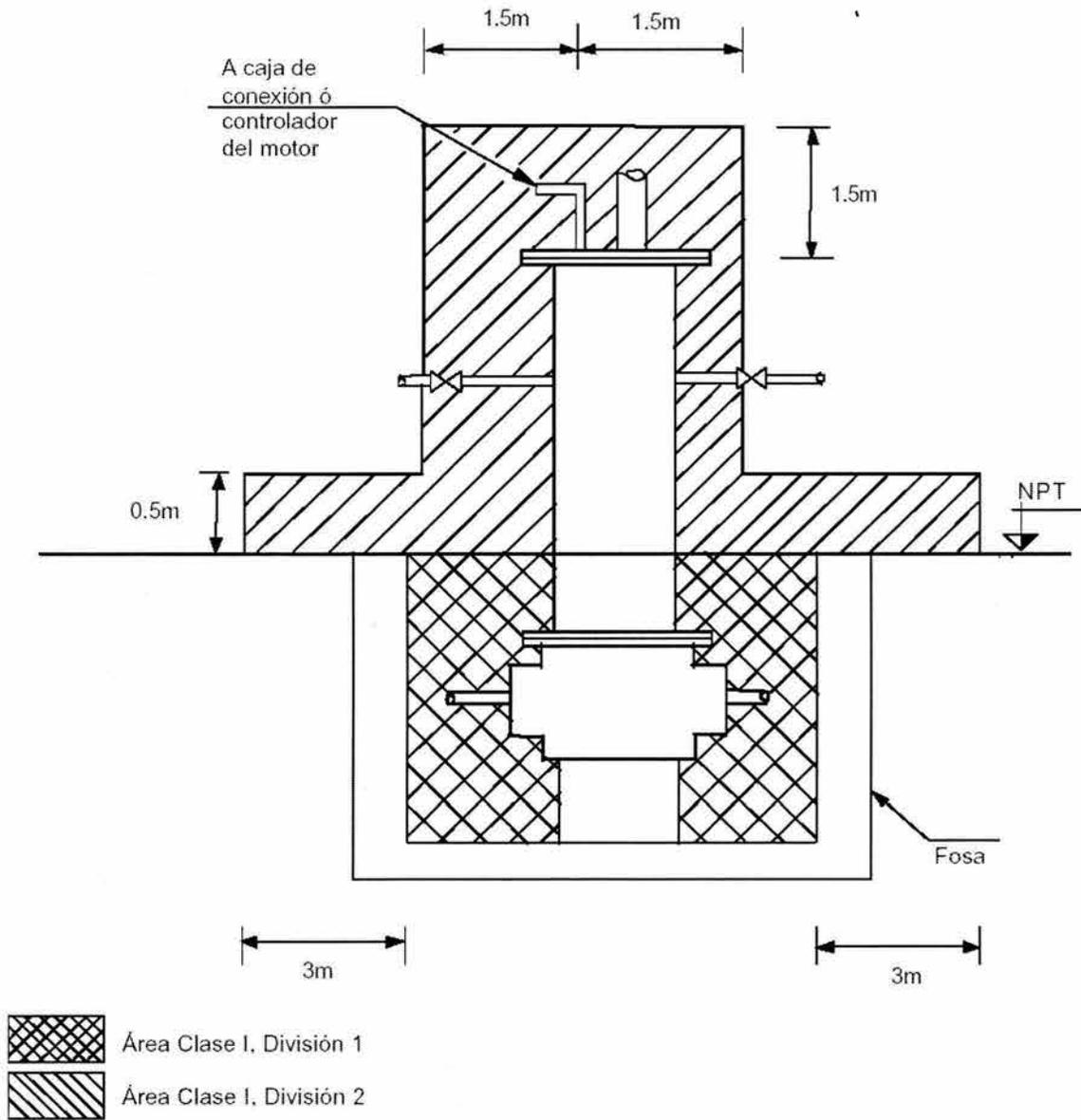


Figura. 55 Pozo de producción con bombeo eléctrico sumergible con fosa de contención

Pozo de producción con bombeo eléctrico sumergible sin fosa de contención

Los pozos de producción de petróleo crudo con bomba impulsada con motor eléctrico, sin fosa de contención se clasifica como área División 2 a partir del centro del conduit que va hacia la caja de conexiones o controlador del motor hasta una distancia de 1.5 m en todas direcciones extendiéndose hasta el nivel de piso terminado, además 0.50 m de altura sobre el nivel de piso terminado extendiéndose hasta 3 m en forma horizontal alrededor del pozo, como se ilustra en la figura 56.

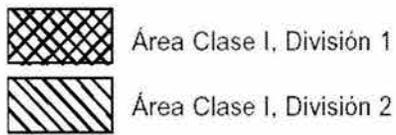
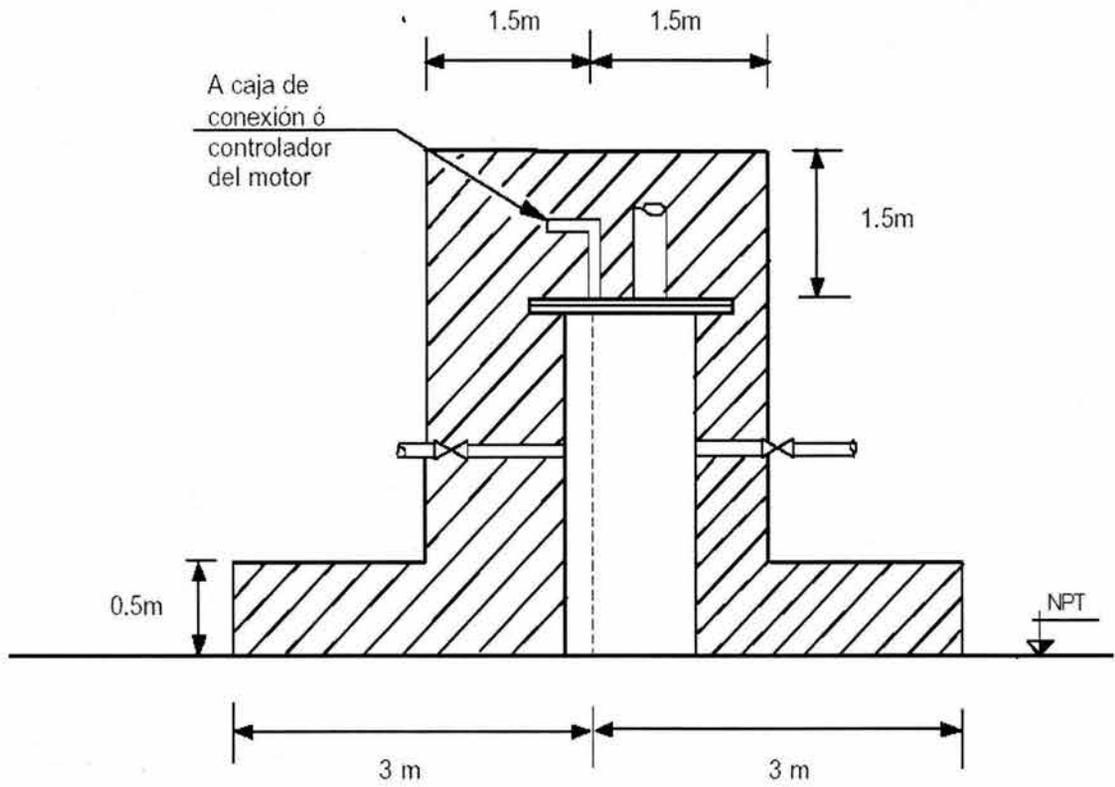
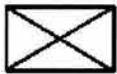


Figura. 56 Pozo de producción con bombeo eléctrico sumergible, sin fosa de contención

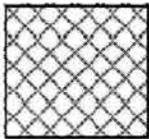
SIMBOLOGÍA



FUENTE DE PELIGRO



FUENTE DE PELIGRO



ÁREAS DE DIVISION 1



ÁREAS DE DIVISION 2



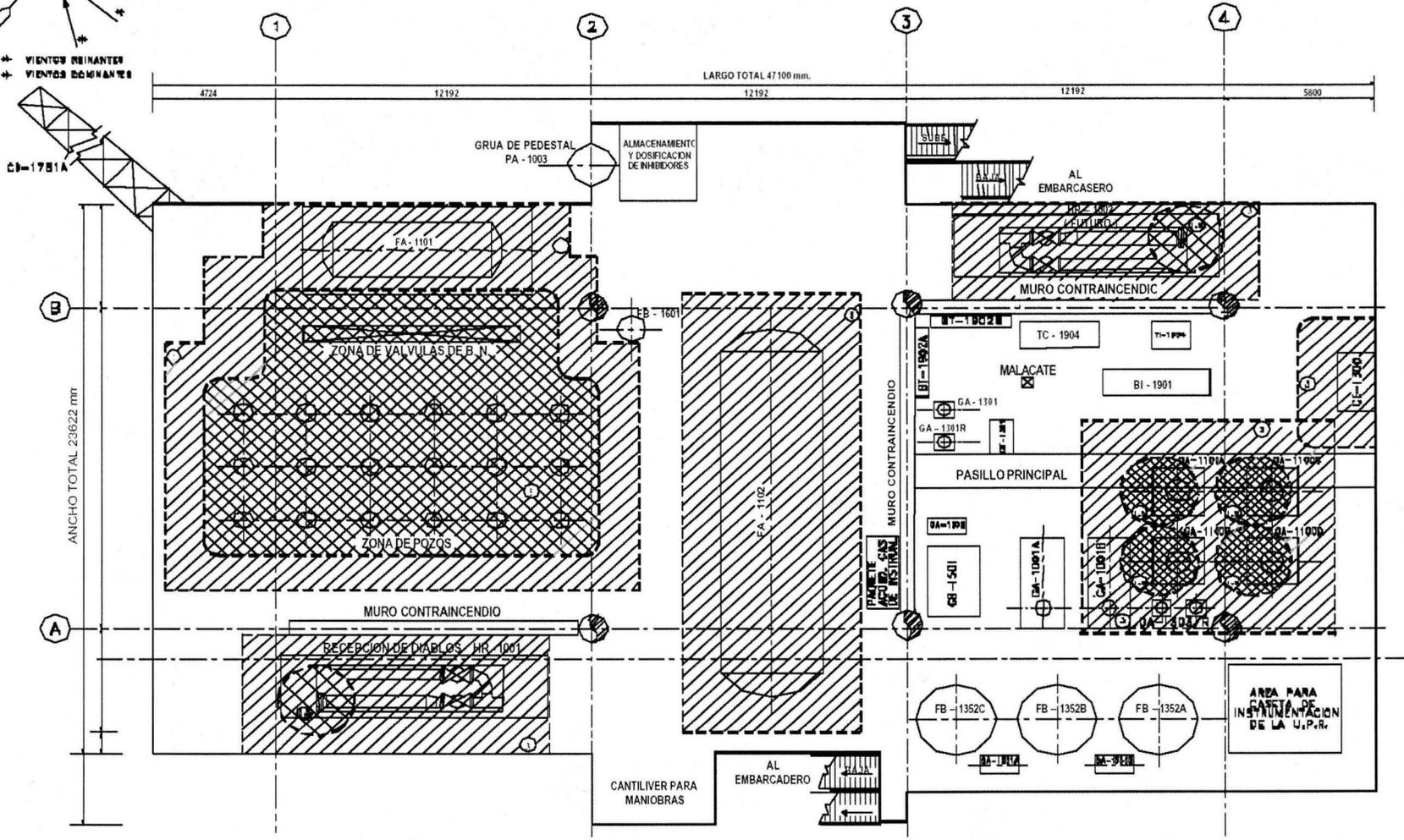
ÁREAS NORMALES



INDICA LÍMITES DE ÁREA PELIGROSA



INDICA ALTURA DE ÁREA PELIGROSA EN METROS



PLANTA

ESC. 1:20 ACOT. mm.

PLANO TIPICO DE CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS.

PASOS A SEGUIR EN LA ELABORACIÓN DE UN DOCUMENTO QUE MUESTRE LA CLASIFICACIÓN DE ÁREAS, DE ACUERDO A SU GRADO DE PELIGROSIDAD

El plano de clasificación de áreas peligrosas, es un documento que muestra gráficamente el área de todas las instalaciones de la planta, sus delimitaciones y alturas de las áreas clasificadas a partir de sus fuentes de peligro, dirección de los vientos, referencias a detalles de instalación, la División, Clase y Grupo de los productos manejados y notas de aclaración.

Primer paso

Obtención de la información necesaria para la elaboración del plano de clasificación de áreas peligrosas.

1. Bases de Diseño. Documento en el que se indican los productos que se van a manejar, la localización de la planta, datos climatológicos, etc.
2. Propiedades de los gases, vapores y o mezclas explosivas. Las propiedades de los gases y vapores combustibles que se van a manejar son requeridas para determinar la clasificación de áreas peligrosas. En las tablas No. 1, 2 y 3 de esta norma se indican datos de algunas sustancias.
3. Plano de localización general. Es necesario un plano de localización general que muestre todos los recipientes, tanques, bombas, compresores y en general equipo de proceso, edificios, cobertizos, estructuras, localización de puentes de tuberías de proceso, drenajes de proceso, fosas o zanjas, diques o similares, que afecten la dispersión de cualquier líquido, gas o vapor. El plano de localización general debe mostrar la dirección de los vientos dominantes o reinantes.
4. Diagramas de flujo del proceso. Diagramas de flujo de proceso de la planta, en los cuales se indique la presión, temperatura, velocidad del flujo, cantidad y composición de los diversos gases, vapores y/o mezclas explosivas. Las hojas de datos de balance de materia y energía de flujos del proceso. De esta información se determina:
 - a) Tamaño del equipo de proceso,
 - b) Rango de flujo de proceso,
 - c) La presión en el proceso,
 - d) Si el gas o vapor combustible es más ligero que el aire (densidad de vapor <1) o más pesado que el aire (densidad de vapor >1),
 - e) Si la fuente de peligro se encuentra abajo o sobre el nivel de piso.
5. Diagramas de tuberías e instrumentación.
6. Diagramas en los que se indica la instrumentación en los equipos y tuberías del proceso, drenajes en los equipos, venteos, válvulas, etc.

7. Dibujos arquitectónicos y civiles de edificios y/o cobertizos.

8. Hojas de datos de los equipos. Información complementaria de equipos.
9. Planos de fabricante. Información para actualizar el plano de clasificación de áreas.

Segundo paso

Localización de las fuentes de peligro. De acuerdo a la información del proceso de la planta, se determinan las fuentes de peligro y el grado de peligrosidad de éstas (bombas, compresores, válvulas de control, desfuegos a la atmósfera, válvulas de relevo etc.)

Tercer paso

Elaborar el plano de localización general basándose en el plano de localización de la planta, punto 3 del primer paso, deben considerarse cuando sea necesario cortes transversales y longitudinales para ser más objetiva la información.

Cuarto paso

Establecer las extensiones de las áreas peligrosas tanto en el plano horizontal como en el vertical en función de la ubicación de sus fuentes de peligro.

Quinto paso

Como una forma de simplificar el plano de clasificación de áreas peligrosas se puede hacer referencias a detalles estandarizados en la norma **NOM-001-SEDE-1999**.

Sexto paso

En el plano de clasificación de áreas peligrosas se debe indicar información de la Clase y Grupo al que pertenecen los productos principales del proceso.

Séptimo paso

En el plano de clasificación de áreas peligrosas se debe indicar la dirección de los vientos.

Criterios adicionales

En un área de proceso, además de hacer la clasificación de áreas en equipos o sistemas específicos, debe considerarse la extensión de los límites de las áreas peligrosas en toda la instalación y depende de factores como son; el grado de ventilación que se tiene, la dirección de los vientos, la operación, el mantenimiento etc.

Con el objeto de hacer la selección adecuada de la instalación y equipo eléctrico en toda el área de proceso.

Podemos concluir que refiriéndonos a las instalaciones eléctricas de cualquier tipo (desde residencial hasta industrial) se recomienda tomar en cuenta el material que se presenta en este capítulo sobre la clasificación de áreas peligrosas, con el propósito de efectuar diseños de instalaciones eléctricas de forma adecuada.

Preservando la calidad, así como seleccionar los equipos y materiales apropiados para la ejecución de la instalación correspondiente sin olvidar nunca establecer programas de supervisión y mantenimiento, todo esto con el propósito de mantener las instalaciones en los niveles de seguridad establecidos.

CAPÍTULO VI

CALIDAD APLICADA A LA SEGURIDAD

Podemos decir que la calidad, junto con todo lo que esto involucra no tiene mucho tiempo de haber aparecido, hemos visto que durante las últimas décadas se ha incrementado la tendencia en las organizaciones de contar con un sistema de administración de la calidad como un medio para incrementar la satisfacción de sus clientes, así como mejorar su imagen ante ellos. Esto ha sido resultado de los cambios en el entorno, debido principalmente a la globalización y apertura comercial a través de tratados de comercio y la contracción de los mercados internos por las crisis económicas en diferentes países, creando una mayor competencia entre los diferentes sectores productivos.

En la medida que las organizaciones se adapten a los nuevos retos soportadas en los avances tecnológicos, la modernización financiera y la calidad, tendrán mayor oportunidad de sobrevivir en este tiempo, abriéndose, a la vez, la oportunidad de ofrecer productos o servicios en otros países.

Esta situación ha generado un incremento en el comercio internacional y en la apertura de mercados, debido a que las organizaciones tienen muchas más posibilidades de elegir productos y servicios alrededor del mundo gracias a la revolución en el ámbito de las comunicaciones. Este aumento en la capacidad de elección eleva los requisitos de calidad y hace más grandes los retos del nuevo mercado.

A su vez, esto ha tenido un efecto en cadena, ya que los productores también pueden elegir entre un mayor número de proveedores, solicitándoles a éstos requisitos de calidad. Esto ha provocado que se desarrollen sistemas de calidad en los que existe apertura para visitar a los proveedores y examinar la calidad de los productos o servicios en sus propias instalaciones.

Otro aspecto importante que hay que resaltar es que antiguamente la calidad se veía como algo que sólo se aplicaba a las fábricas o plantas de productos manufacturados, pero poco a poco se ha ido extendiendo hasta que en la actualidad se aplica a todo tipo de actividad, desde la investigación y desarrollo hasta los servicios y, no importando si se trata de una organización privada o estatal.

Debido a que la forma en la cual fueron escritas las normas ISO-9000, en la edición de 1994, estaba orientada hacia la manufactura. La revisión de la versión 2000 consideró la aplicación de un lenguaje que fuera más fácil de entender para todo tipo de organizaciones, y proporcionara, así elementos para su fácil aplicación en las empresas pequeñas y medianas.

Es importante mencionar que cada uno de nosotros debe conocer a fondo las normas, de tal manera que se puedan adaptar a las necesidades específicas de cada empresa, no tratando sólo de cumplir con los requisitos, sino de tomar ventaja del enorme potencial que tienen para lograr la mejora continua de la organización.

En este trabajo de tesis lo importante es que se entienda el concepto y que cada quien busque la mejor manera de aplicarlo a su organización, debido a que nadie como cada uno de nosotros conoce las necesidades, problemas y, oportunidades de sus organizaciones.

VII. EVALUACIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD

La evaluación de la calidad se debe contemplar desde dos puntos de vista como son:

Cualitativa. Tiene en cuenta variables y atributos que llegan a determinar que tan buena o que tan malo es una materia prima o producto final.

Cuantitativa. Solamente se refiere a variables enfocadas a cumplir con unos parámetros previos que están definidos por el cliente o por el mismo fabricante.

Técnicas utilizadas en el control de la calidad

Inspección. Esta enfocada básicamente en materias primas y producto terminado, utiliza el muestreo de aceptación basada en la probabilidad, por ello se pueden aplicar los modelos de distribución binomial, distribución poisson y distribución normal.

Control estadístico del proceso. Se enfoca directamente en el producto en proceso que utiliza el control estadístico de proceso, mediante la aplicación de las gráficas de control, comprende la utilización de medios específicos que permiten evaluar los diferentes grados de aceptación o rechazo de un bien o servicio así mismo el nivel deseable de calidad que debe estar incorporada.

VI.II. FASES PARA ADMINISTRAR LA CALIDAD

1. Determinar los puntos críticos.
 - 1.1 Materias primas (certificación de proveedores internos como externos).
 - 1.2 Producto proceso (método de producción-tecnología-recursos humano).
 - 1.3 Producto terminado (niveles de calidad exigidos por el consumidor vs empresa).
2. Que evaluar.
 - 2.1 Atributos (bueno o malo) aceptar o rechazar.
 - 2.2 Variables (dimensiones).
3. Número de evaluaciones determinar parte o partes del proceso general.
4. Recurso humano que participa en la evaluación nivel de especialización y conocimientos.
5. Técnicas de evaluación.
 - 5.1 Muestreo de aceptación se aplica especialmente sobre productos que entran o salen del proceso descansa sobre la estimación de niveles de materia prima o productos terminados defectuosos.
Regla costos inspección < perdida por no-inspección.

Riesgo *1. Aceptar un lote cuando contiene,	>	cantidad de defectuosos
Riesgo *2. Rechazar un lote cuando contiene,	<	cantidad de defectuosos
 - 5.2 Control del proceso se aplica sobre actividades reales de transformación utiliza las gráficas del control tipo x y r se centra especialmente en productos en proceso.

Que afecta la calidad

Algunos de los elementos que afectan directamente a la calidad son:

1. Mercados tiene que ver con productos nuevos o mejorados.
2. Recurso humano nivel de especialización y conocimientos.
3. Tecnología, tecnologías blandas, transferencia de tecnologías, investigación y aplicación de nuevos conocimientos, < know. How >, innovación, invención.
4. Administración, cambio de actitudes incorporación de nuevas teorías desarrollo organizacional.
5. Materiales especificaciones, características, composición
6. Entorno ,medio ambiente interno y externo.

Como determinar la calidad

La calidad es determinada o medida por los elementos siguientes:

1. Vida útil del producto permite establecer la confiabilidad del producto
2. Uso la variedad de usos que permite un producto le asigna una pertenencia mayor sobre otros de su misma categoría.
3. Mantenimiento el disponer de los repuestos necesarios y en el menor tiempo le aseguran una mayor operatividad al producto.
4. Riesgos el proteger al consumidor de eventuales daños o accidentes por la utilización del producto determinan la seguridad del mismo

Que técnica utilizar

Dependiendo del producto se debe utilizar la correspondiente técnica ya sea por atributos o variables.

Ejemplo: en un foco de luz.

Partes que se destacan				
1	Forma	Abombada	Atributos	Inspección
2	Unión	Firme	Atributos	Inspección
3	Si funciona o no	Prueba eléctrica	Variables	Inspección

VI.III. LA COMPRA CON CALIDAD

Cuando se presenta la necesidad de comprar algo, la solución fácil es ir al negocio que vende el producto deseado y, pedirlo, señalándolo o directamente tomándolo (como hacemos en un autoservicio).

Cuando el producto requerido no se tiene, se debe explicar al comerciante lo que se necesita, lo que se desea, describir con suficiente precisión en la esperanza que la otra parte entienda bien.

Más difícil se hace esto cuando debe mandarse a otra persona a hacer la compra, en este caso se debe especificar lo que se desea, fijando suficientemente bien el nivel de calidad del producto.

Cuando se desea transmitir la descripción de productos, es necesario escribir una especificación, cuando pasa tiempo entre que se genera la idea de lo que se debe hacer, el proyecto y su realización, la idea debe ser volcada a papel y los componentes descriptos con una adecuada especificación. También cuando una obra se hace en etapas, es indispensable la especificación de lo que se compra para que en el futuro se pueda obtener lo mismo y la ampliación sea compatible.

Al especificar es necesario fijar los conceptos con propiedad, se deben indicar los datos suficientes, las características esenciales y la calidad de lo pedido.

Pero debe tenerse en cuenta que una especificación excesivamente estricta puede hacer fracasar la compra. En el estado actual de la técnica, las normas son de enorme ayuda para la correcta especificación, ellas contienen definiciones, tamaños normales (unificados), ensayos de comprobación de las características etc.

A pesar de esto, para el profano es difícil establecer el nivel de calidad, se juzga por apariencias, es casi imposible justificar diferencias de precio debidas a la calidad.

En muchos países la calidad esta controlada por un instituto que autoriza o niega la aplicación de cierto sello de aprobación a los productos que cumplen condiciones estrictas de uniformidad de producción, y de nivel adecuado. Se documenta la calidad del producto sometiéndolo a los ensayos de tipo que la norma fija, se controla la uniformidad de la producción y, su constancia en el tiempo.

También existen normas que fijan la calidad de realización de las instalaciones, modo de utilizarlas, condiciones de mantenimiento, etc.

RECOMENDACIONES

Ante la necesidad de crear una cultura de seguridad en todos los ámbitos: industrial, comercial, residencial, entre otros; es de suma importancia contar con la mayor información posible en las medidas de seguridad existentes, para lo cual proporcionamos este material con el propósito de apoyar estas medidas en las instalaciones eléctricas tanto industriales como residenciales; por lo que a continuación se plantean algunas recomendaciones a manera de ejemplo para apoyar este propósito.

Una de las causas más frecuentes de incendios en el medio urbano, es debido a las malas condiciones de las instalaciones eléctricas así como el mal uso o abuso de las mismas, provocándose incendios y pérdidas tanto humanas como materiales que repercuten un elevado costo, por lo que ninguna instalación escapa a ésta problemática.

RECOMENDACIONES EN MATERIA DE SEGURIDAD ELÉCTRICA:

Las recomendaciones que a continuación se presentan están fundamentadas en la Norma Oficial Mexicana en materia de instalaciones eléctricas, en las normas de la National Fire Protection Agency (NFPA) y de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), asociado a los principios de calidad; lo que se puede traducirse de manera práctica como un procedimiento cuidadoso de supervisión, desde una instalación eléctrica de cualquier capacidad, basándonos en un estudio de las necesidades del cliente, tomando en cuenta el entorno para realizar una instalación eléctrica previendo las posibilidades de crecimiento, así como el cuidado en el procedimiento de cálculo y selección de equipo para el diseño apropiado de la instalación; también se tomará en cuenta la supervisión cuidadosa en la adquisición de los materiales y equipos y la ejecución de la instalación eléctrica; y el último paso será obligadamente una supervisión permanente y metódica de todas y cada una de las partes de la instalación eléctrica, lo cual deberá ser asignado a un responsable de estos trabajos. También es importante señalar que se debe proveer al personal con las herramientas o equipo adecuado, capacitación y realizar de un seguimiento de este proceso mediante evaluaciones y supervisiones periódicas o frecuentes; todos los puntos anteriormente señalados tienen el propósito fundamental de proporcionar seguridad al personal y al buen funcionamiento de las instalaciones lo cual nos permitirá obtener como consecuencia operar dentro de los márgenes de seguridad establecidos por las normas y al mismo tiempo estar dentro de un marco de calidad.

A continuación se dan algunas de las recomendaciones prácticas que existen en materia de seguridad:

TABLA 10 RECOMENDACIONES EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN GENERAL

Caso No.	CONDICIÓN INSEGURA	RIESGOS ASOCIADOS	MÉTODO PARA SU ELIMINACIÓN
1	Instalación eléctrica mal aislada.	Lesiones al personal al tocar el conductor y recibir una descarga eléctrica o corto circuito .	Aislar perfectamente la parte viva o remplazar el elemento.
2	Instalación eléctrica mal aislada, provisional, que ha quedado en forma definitiva.	Posibilidad de efectuarse un corto circuito, con inicio y propagación del fuego a través del aislante de los cables.	Eliminar las instalaciones provisionales y canalizar todas las instalaciones eléctricas en tubo conduit metálico rígido o flexible y de esta manera se tiene un sistema de sofocación de fuego.
3	Instalación eléctrica provisional .	Puede ocasionar un corto circuito con inicio y propagación de fuego debido a la combustión del material poniendo en riesgo al personal.	Canalizar toda instalación eléctrica en el tubo conduit metálico, el cual debe estar ahogado en el muro y de esta manera se tendrá un sistema de sofocación de fuego.
4	Uso de extensión de cable dúplex provisional en la instalación del equipo.	Envejecimiento de algunos componentes, exposición a riesgos mecánicos, por lo que se puede provocar cortocircuito en el equipo.	El uso de extensiones eléctricas adecuadas para trabajos rudos en el equipo.
5	Uso de aparatos eléctricos (radio, sacapuntas, impresoras, cafeteras, máquinas de escribir, teléfono, etc.) cuyos cables bloquean el paso y pueden causar caídas de alto riesgo	Incendio ocasionado por corto circuito o por sobre carga.	Usar racionalmente los contactos eléctricos (de acuerdo a su capacidad). Los cables no deberán obstruir los abscesos.

6	Se detectó la existencia de altares iluminados por lámparas (spot) y/o focos del tipo de serie de Navidad.	Alto riesgo de incendio ocasionado por un corto circuito o por concentración de calor sobre materiales de fácil combustibilidad como son terciopelos, encajes, plásticos, aluminados, telas de poliester, etc.	Eliminar el uso de cables y tomacorrientes apropiados para la carga requerida, evitando concentraciones de calor del as luminarias o ventilando el área.
7	Falta sistema de tierra para equipos eléctricos aterrizados.	Posible descarga eléctrica de consecuencias fatales para el personal, así como daños a la propiedad tanto en construcción como en otros equipos.	Conectar el equipo a un sistema de tierra.
8	Falta de conexiones eléctricamente a tierra (aterrizado del equipo), en aquellos equipos capaces de producir electricidad estática durante el trasvase de líquidos inflamables.	Alto riesgo de un incendio por una chispa ocasionada por electricidad estática. Violación al Art. 59, Cap. III, Tit. 4, del Reglamento de Seguridad e Higiene de la S.T.P.S.	Aterrizar todo equipo que pudiera generar electricidad estática.
9	Ausencia de aterrizaje de equipos, las operaciones de carga y descarga de combustible, ya sea de depósito a pipas o para los montacargas.	Alto riesgo de explosión e incendio debido a la electrostática que se crea al verter los líquidos inflamables.	Conectar equipos y tanques a un buen sistema de tierra, en el momento de la carga y manejo de combustibles NOM-22-STPS.
10	Cables de más de dos hilos donde el neutro equivocadamente se conecte a una fase.	Posibles descargas, corto circuito daños al personal y equipo.	De acuerdo con la codificación en el código de colores vigente efectuar las conexiones debidas.
11	Uso frecuente y mal manejo de equipo portátil (herramienta eléctrica portátil).	Aislamiento defectuoso hará que se cargue de electricidad, pudiendo producir choque.	Conectar a tierra el marco. Emplear herramienta eléctrica portátil de voltaje más bajo (32V).

<p>12</p>	<p>El cable que establece la conexión entre la clavija y cualquier aparato no es lo suficientemente flexible. Normalmente el que se utiliza, se limita a 2 metros.</p>	<p>Dificultad en el desplazamiento de dicho aparato, así como el riesgo que el cable sea maltratado por el mismo equipo con posibilidad de producirse un corto circuito.</p>	<p>Deberá ser la conexión entre la clavija y cualquier parte del aparato suficientemente flexible.</p> <p>Si el aparato puede moverse fácilmente el cable deberá contar con un recubrimiento exterior de hule o plástico bastante resistente.</p>
<p>13</p>	<p>Cables de extensión, el aislamiento falla, las guardas del metal se “cargan” de electricidad debido a la falta de aislamiento, por humedad, suciedad, fallo de los porta lámparas (sockets), ruptura de clavijas o partes flojas.</p>	<p>Los cables de extensión de herramientas eléctricas están sometidos a un uso intenso y rudo, además de que pueden fácilmente entrar en contacto con aceite y grasa.</p>	<p>Usar cable uso rudo y de calibre suficiente para la demanda eléctrica considerada; clavijas irrompibles. Número suficiente de contactos en las partes.</p> <p>Uso innecesario y abuso.</p>
<p>14</p>	<p>Circuitos eléctricos mal ubicados e impropriamente fijados y aislados, o mal esparcidos.</p>	<p>Puede ser causa de incendios. Un contacto hasta con alambres de circuito cubierto puede originar un choque eléctrico. El circuito en lugares inadecuados puede recibir daños.</p>	<p>Instalar todo circuito o conductor en forma permanente porque las instalaciones “temporales” son inseguras. Instalaciones visibles deberán ser esparcidas, aisladas, aseguradas, etc., en forma debida.</p> <p>No se efectuar instalaciones eléctricas donde este expuesto a daños, no se deje que cables, interruptores colgantes u otros conductores sean enrollados o entren en contacto con tubería de agua, columnas de acero u otras partes metálicas; úsese sólo tubo conduit rígido, en sótanos húmedos o cualquier ubicación semejante.</p>

RECOMENDACIONES EN SUBESTACIONES Y TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS			
Caso No.	CONDICIÓN INSEGURA	RIESGOS ASOCIADOS	MÉTODO PARA SU ELIMINACIÓN
15	Personal no autorizado tiene acceso a zonas donde existe equipo de alta tensión (subestaciones).	Daño al área restringida, riesgo a la instalación y al personal que ingrese al área, Arts. 58 y 50, Cap. III, Tit. IV del Reglamento de Seguridad e Higiene de la S.T.P.S., violación al Inc. 601.1 de la Secc. 600, Cap. 6 de las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas de la SECOFI.	Informar al personal que hay restricción para el acceso a esa área, establecer medidas de seguridad y acreditar el acceso al personal autorizado.
16	Falta de señalamientos adecuados y visibles en zonas donde existe equipo de alta tensión (subestaciones).	Existe un alto riesgo de que el personal sufra una descarga eléctrica por desconocimiento. Violación al Art. 60, Cap. III, Tit. IV del Reglamento de Seguridad e Higiene de la S.T.P.S.	Instalar señalamientos con la leyenda "PELIGRO ALTA TENSIÓN", Art. 2402-1-2-5-NOM-001-SE-94, revisión una vez al año e instalar alarmas.
17	Se detectó que el acceso está bloqueado con materiales y/o mercancías. Posible riesgo.	Imposibilidad del acceso inmediato. Violación de la Sección 514, Inciso 3, de las Normas Técnicas para la instalación eléctrica de la S.C. y F.I.	Mantener libre el acceso.
18	Cables eléctricos que se utilizan para energizar, y se encuentran ubicados en los accesos.	Posibles caídas y tropiezos del personal, que pudieran originar lesiones al proyectarlos contra los mismos equipos que estén en operación.	Adecuar la instalación eléctrica para evitar que sea un obstáculo y permitir que el empleado realice su trabajo con mayor seguridad.
19	Subestación expuesta a la intemperie bajo condiciones de contaminación no previstas.	Riesgos de descargas eléctricas al personal al darle mantenimiento a los transformadores por contaminación excesiva además del envejecimiento.	Rediseñar la estructura de protección y establecer programas de mantenimiento al equipo con personal capacitado.

<p>20</p>	<p>Se detectó el mal hábito de utilizar el área de transformadores como bodega de chatarra de motores, reductores, etc.</p>	<p>Alto riesgo de que el personal sufra una descarga eléctrica al entrar en contacto con alguno de los materiales guardados con los componentes del transformador.</p>	<p>Retirar todo material ajeno a la subestación y establecer medidas de seguridad y supervisión.</p>
<p>21</p>	<p>Se detectó el mal hábito de utilizar la subestación como bodega.</p>	<p>Alto riesgo de que el personal sufra una descarga eléctrica al entrar en contacto con alguno de los materiales allí guardados. Violación a la Secc. 602.2, Inc. B, de las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas de la SECOFI, retirar</p>	<p>Retirar todo material ajeno a la subestación y establecer medidas de seguridad y supervisión.</p>
<p>22</p>	<p>En la subestación no existen tarimas de material aislante ni tapetes de hule, al pie de los tableros.</p>	<p>Lesiones y hasta la muerte del personal que tiene acceso a esta área. Violación a la Secc. 604.3 de las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas de la S.C. y F.I.</p>	<p>Colocar tarimas de material aislante, madera, fibra de vidrio, etc. Su armado debe ser sin partes metálicas, las cuales deberán cubrirse totalmente con tapete de hule.</p>
<p>23</p>	<p>Uso de tarimas con sistema de fijación de los travesaños empleando clavos o tornillos en subestaciones.</p>	<p>Posible arco eléctrico de la subestación con partes metálicas de las tarimas, existiendo riesgo para el personal que entre a esta área y reciba una descarga.</p>	<p>Utilizar sistema de fijación de los travesaños por medio de uniones de madera o machihembrado.</p>
<p>24</p>	<p>Sobrecarga en la instalación eléctrica por incremento irracional de la carga y uso indebido de algún sistema de ventilación.</p>	<p>Alto riesgo de incendio por sobrecalentamiento de la instalación eléctrica.</p>	<p>Verificación de la carga eléctrica actual y modificaciones necesarias en los componentes de la instalación para tener el sistema balanceado y de tal manera evitar el sobre calentamiento de las líneas.</p>

RECOMENDACIONES EN CONTACTOS ELÉCTRICOS			
Caso No.	CONDICIÓN INSEGURA	RIESGOS ASOCIADOS	MÉTODO PARA SU ELIMINACIÓN
25	Contactos eléctricos en mal estado de conservación, esto es, sin fijación, rotos, etc.	Incendio por corto circuito y/o que el personal reciba una descarga eléctrica al accionar o hacer uso de alguno de estos, con resultados fatales.	Reparar y/o cambiar los contactos que estén en mal estado.
26	Falta de tapas a contactos	Alto riesgo de incendio por corto circuito y posibles accidentes al personal, por hacer contacto con alguno de los elementos eléctricos	Colocar las tapas a los accesorios eléctricos de estos.
27	Contactos eléctricos en el piso, en mal estado de conservación.	Riesgo para el personal de sufrir una descarga eléctrica o lesiones por caída.	Arreglar los contactos que estén en mal estado de conservación y reubicar aquellos que estén en áreas de tránsito de personal.
28	Contactos en piso que sobresalen y están ubicados en áreas de tránsito.	Caídas y tropiezos para el personal. Violación al Art. 9, capítulo único del Reglamento de Seguridad e Higiene de la STPS.	Reubicar los contactos eléctricos eliminándolos de las áreas de tránsito.
29	Existencia de equipos y aparatos sin su clavija correspondiente.	Riesgo para la persona, de recibir una descarga eléctrica, así como posibles daños a los equipos por corto circuito.	Colocar la clavija al equipo que carezca de ella.
30	Uso de conexiones múltiples en un solo contacto eléctrico.	Posible riesgo de corto circuito por sobre calentamiento en las líneas de conducción de corriente eléctrica, dando lugar a un conato de incendio, así como accidentes al personal.	Efectuar una redistribución de contactos, con el objeto de balancear la carga eléctrica.
31	Cableado eléctrico utilizado en los contactos no adecuado, por ejemplo, cable dúplex.	Puede ocasionar un corto circuito con inicio y propagación de fuego a través del aislante de los cables.	Canalizar toda la instalación eléctrica en tubo conduit metálico rígido o flexible y de esta manera se tiene un sistema de sofocación del fuego.

RECOMENDACIONES EN LÁMPARAS Y APARATOS ELÉCTRICOS			
Caso No.	CONDICIÓN INSEGURA	RIESGOS ASOCIADOS	MÉTODO PARA SU ELIMINACIÓN
32	El uso de instalaciones eléctricas provisionales con cable dúplex en el sistema de iluminación (lámparas).	En caso de un corto circuito, se propagaría con facilidad el fuego ocasionando un incendio.	Canalizar todas las instalaciones eléctricas provisionales en tubo conduit metálico, para tener un sistema de sofocación del fuego, y cambiar el cable dúplex por cable más resistente.
33	Colocación de las balastras sobre material combustible (madera, papel, cartón, archivos, etc.).	En caso de un corto circuito o daño a la balastra teniendo como consecuencia el derrame de chapopote caliente sobre los materiales combustibles.	Colocar la balastra sobre un gabinete metálico, de esta forma se logra la disipación de calor evitando o reduciendo el riesgo de incendio.
34	Ubicación de balastras inadecuadamente en áreas peligrosas.	Conato de incendio por autocombustión de los materiales, daño a la mercancía o materiales al derramarse sobre ella el aislante eléctrico utilizado en la balastra, debido a un corto circuito.	Colocar las balastras en cada luminaria fabricada sobre norma correspondiente.
35	Lámparas y equipo eléctrico que están en el área no son a prueba de gases inflamables.	Existe alto riesgo de explosión y/o incendio al tener una atmósfera inflamable y provocarse un arco por corto circuito en alguno de los arrancadores, interruptores o conectores.	Adecuar la instalación eléctrica a prueba de gases inflamables. Norma 70 N.F.P.A. equipos Class I División II y Art. 500-5-NOM-001-SE-94.
36	Portalámparas (sockets) en extensiones o cable de bajada. Las cápsulas de latón se "cargan" rápidamente debido a humedad o a polvos y mugre debido al uso y manejo rudo.	El mecanismo de los portalámparas de llave giratoria puede fallar. Suficiente humedad o polvo el conductor puede permitir un choque eléctrico a través hasta de un porta lámparas de llave giratoria para la intemperie.	Usar sólo portalámparas de mangas aisladas y sin porciones expuestas.

37	Uso o empleo de parrillas eléctricas del tipo de resistencia abierta.	Posible riesgo de incendio, al quedarse en funcionamiento la parrilla principalmente después del horario de labores.	Controlar o reglamentar en su caso el uso de parrillas eléctricas.
38	Se detectó el empleo de cafeteras eléctricas.	Posible riesgo de incendio, al quedarse en funcionamiento las cafeteras fuera de horas de oficina.	Controlar o reglamentar en su caso, el uso de cafeteras eléctricas.

RECOMENDACIONES EN APAGADORES E INTERRUPTORES ELÉCTRICOS

Caso No.	CONDICIÓN INSEGURA	RIESGOS ASOCIADOS	MÉTODO PARA SU ELIMINACIÓN
39	Apagadores eléctricos en mal estado de conservación (falta de tapas, sin fijación, rotas, etc.).	Conato de incendio por corto circuito o que el personal reciba una descarga eléctrica al accionar o hacer uso de alguno de estos, con resultados fatales.	Reparar y/o cambiar los apagadores que están en mal estado.
40	El apagador del área no es a prueba de gases explosivos.	Alto riesgo de explosión por un corto circuito.	Cambiar el apagador por otro a prueba de explosiones Clase I división II (Norma 70 N.F.P.A.).
41	Falta de tapas a interruptores.	Alto Riesgo de incendio por corto circuito y posibles accidentes al personal, por hacer contacto con alguno de los elementos eléctricos.	Colocar las tapas a los accesorios eléctricos que carezcan de ellas.
42	Falta de tapa a caja de conexiones.	Daños al equipo por corto circuito al filtrarse a través de la caja de conexiones agua u otro tipo de agente.	Colocar la tapa de la caja de conexiones.

RECOMENDACIONES EN TUBERÍA Y DÚCTOS

Caso No.	CONDICIÓN INSEGURA	RIESGOS ASOCIADOS	MÉTODO PARA SU ELIMINACIÓN
43	Tubo conduit suelto del sistema de fijación al muro o techo.	Riesgo de corto circuito por deterioro del cable.	Fijar el tubo conduit.

44	La tubería eléctrica está soportada con mecates y cables, por lo mismo alguna ya está vencida.	Posible caída de la tubería ocasionando cortos circuitos, daños al equipo, daños al personal o posibles incendios.	Fijar la tubería de acuerdo a las normas oficiales.
45	El soporte de la tubería eléctrica está hecha empleando alambres improvisados y en algunos lugares se encuentra vencida.	Muchas probabilidades de caerse y provocar un accidente.	Colocar los soportes de acuerdo con normas oficiales.

RECOMENDACIONES EN TABLEROS ELÉCTRICOS

Caso No.	CONDICIÓN INSEGURA	RIESGOS ASOCIADOS	MÉTODO PARA SU ELIMINACIÓN
46	Tableros eléctricos carentes de tapas de protección y circuitos mal o nulamente identificados.	Conato de incendio por corto circuito al incidir un objeto metálico con los componentes internos de estos, así como un alto riesgo de que el personal reciba una descarga eléctrica al efectuar cualquier manipulación de los controles.	Colocar tapas y protecciones respectivas, así como, identificar adecuadamente los circuitos.
47	Tablero eléctrico, sin tapas y con telarañas en forma exagerada por falta de limpieza.	Posible conato de incendio por corto circuito, así como un alto riesgo de que cualquier persona reciba una descarga eléctrica al efectuar alguna manipulación de controles.	Colocar tapas en los tableros e incrementar la limpieza.
48	No existe codificación o identificación de los dispositivos de control de energía (apagadores, arrancadores, etc.), ni del equipo o maquinaria que energizan o activan.	Posibles Daños al equipo, así como un alto riesgo para el personal el cual puede sufrir un accidente con resultados fatales. Violación al Art. 61, Cap. III, Tit. Cuarto del Reglamento de Seguridad e Higiene de la S.T.P.S.	Identificar por medio de letreros en los tableros controladores de energía, a que equipo o maquinaria energizan o ponen en funcionamiento.

RECOMENDACIONES EN BATERÍAS			
Caso No.	CONDICIÓN INSEGURA	RIESGOS ASOCIADOS	MÉTODO PARA SU ELIMINACIÓN
49	Existen bancos de baterías junto a un área de fuego y ausencia de extractores de aire en estas áreas.	Existe riesgo de explosión debido a las reacciones químicas que se producen en las baterías (liberación de hidrógeno). Violación a la Secc. 605.4, Inc. a y b de las Normas Técnicas para la Instalación Eléctrica de la SECOFI. Así mismo peligro de envenenamiento de intrusos a estas áreas restringidas.	Separar físicamente ambas áreas, garantizar la ventilación suficiente y adecuada en el área de baterías, complementar con una instalación a prueba de explosión en esa misma área.
50	Falta de mantenimiento a las baterías, existiendo sulfatación, electrolito derramado, falta de tapones, estopa, etc.	Posible falla y deterioro de los equipos al no darles el servicio que requieren.	Efectuar el mantenimiento correctivo a la brevedad posible y establecer un programa de mantenimiento preventivo verificando su cumplimiento.
51	Sacar la clavija del contacto tirando del cable.	Daño al alambre de la clavija y posibilidad de producir un corto circuito.	Debe agarrarse de la propia clavija y no tirar del cable. Cambiar inmediatamente cualquier clavija dañada o cualquier cable gastado.
52	Se detectó la utilización de alambre como puente en varios interruptores de navaja en vez de utilizar fusibles adecuados.	En caso de suscitarse un corto circuito en la instalación eléctrica, no operaría la protección (fusibles) y podría dañarse el equipo o iniciarse un incendio.	Prohibir el uso de estos procedimientos ya que ponen en peligro a la planta de acuerdo a la capacidad de la instalación eléctrica.
54	Instalación o conexión de equipos provisionales sin autorización previa.	Alto riesgo de incendio por trabajos a flama abierta y generación de arcos eléctricos sin precaución.	Implementar un sistema de autorización para trabajos provisionales o de mantenimiento de corte y soldadura aprobado por N.F.P.A. o alguna otra autoridad reconocida en seguridad.

REGLAS SENCILLAS A SEGUIR

Con el fin de disminuir la probabilidad de que ocurra un accidente en el medio de trabajo se mencionarán algunas reglas, que son sencillas y de fácil entendimiento:

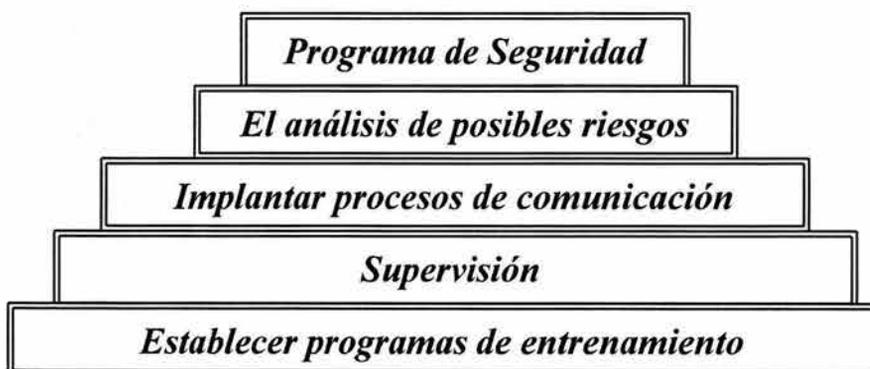
1. No trate de adivinar si un circuito tiene o no corriente, Considérese circuito vivo, hasta que no se demuestre lo contrario.
2. Nunca se toque el alambre de un circuito a menos que se sepa bien que no lleva corriente.
3. Revisar inmediatamente o mandar a revisar el equipo que “da algún tipo de descarga”.
4. Utilice los instrumentos apropiados para probar los circuitos.
5. Utilice equipo de seguridad cuando sea necesario, como guantes de hule, tapetes de hule, tenazas de fusible, herramientas aisladas, etc.
6. Al instalar aparatos o alambrado eléctrico, asegúrese de que en todo hay seguridad.
7. Efectúe un mantenimiento del equipo, alambres de contacto y conductores, cuidando siempre de que el aislamiento de los mismos estén en buenas condiciones. Desconecte completamente el circuito cuando se vayan a hacer reparaciones en él.
8. No sustituya un fusible con un alambre (diablito) o con trozo de metal.
9. No se deben probar conductores de alta tensión con lámparas para determinar si están vivos. Una lámpara de prueba de 110 voltios aplicada a un conductor de 440 voltios, reventará o estallará. Hay probadores de voltaje que son los que deben utilizarse.
10. Realice inspecciones eléctricas periódicas y de ser posible junto con personas que tengan experiencia y preparación en este tema.
11. No utilice escaleras de aluminio para hacer trabajos eléctricos.
12. Evite manejar aparatos eléctricos como el radio, sacapuntas, cafeteras, parrillas, etc., con las manos mojadas.

El departamento encargado de la seguridad deberá asignar a una persona responsable con amplio conocimiento de las normas vigentes y la instalación, al que se le deberá otorgar la autoridad suficiente para implantar los programas de seguridad correspondientes, como ejemplo esta el caso entre otros de las siguientes recomendaciones que nos van a ser útiles para el momento en el que queramos realizar mejoras en el programa de seguridad establecido:

1. Análisis de acontecimientos potenciales. Se debe realizar una investigación clasificando los accidentes, para identificar sus causas, determinar tendencias y realizar evaluaciones relacionadas con los hechos.

Ya con la información del análisis pasamos al siguiente punto:

2. Comunicación. Para lograr la comunicación con el personal nos podemos auxiliar de diferentes medios para difundir las ideas , normas y técnicas, mediante el entrenamiento, reuniones en el taller, textos, "posters", recordatorios visuales, y películas orientadas a informar acerca de cómo ocurrieron los accidentes y lo que puede hacerse para evitarlos. Se debe buscar motivar al personal para que la información suministrada para que se obtengan resultados favorables mutuos.
3. Supervisión. Es claro que solo el informar al personal no es suficiente para lograr la aplicación de medidas contra las lesiones. La inspección tiene ahora un doble propósito; no solamente se espera que observe el nivel de cumplimiento, sino que se intenta también que detecte las condiciones de falta de seguridad antes de que se produzcan accidentes.
4. Entrenamiento. Es necesario el entrenamiento del personal, para que los objetivos propuestos se logren, esto consiste en orientarlos hacia sus responsabilidades especiales en relación con la seguridad. Cabe mencionar que este entrenamiento debe ser dado periódicamente (estar actualizado con respecto a normas y técnicas). Así mismo, deberá incluirse una capacitación sobre primeros auxilios para tener preparado al personal en algún accidente o catástrofe.



CONCLUSIONES

Es todo un reto para las empresas el poder hacer su trabajo sin error alguno, sin accidentes, las recompensas son varias y vale la pena hacer una buena inversión para capacitar y lograr hacer conciencia a cada trabajador antes de hacerlo desempeñar su labor; poco a poco podemos lograr mejoras en cuanto a disminuir los accidentes.

La gran mayoría de las empresas no aplican las normas de seguridad, en estas se cometen negligencias diversas y por ende se hace mas grande la posibilidad de que un accidente ocurra. Las personas que dirigen a la empresa no creen necesaria la capacitación y mucho menos la aplicación de normas en su empresa y además los trabajadores por comodidad no realizan alguna metodología y corren el gran riesgo de tener un accidente.

Todos los riesgos que tienen las instalaciones eléctricas no son posibles de eliminar, lo importante es que todo el personal conozca acerca de estos, evitarlos y como actuar en casos de emergencia, con esto podemos salvar vidas y pérdidas económicas.

Pero no todo esta perdido, ahora sabemos que la seguridad es un estilo de vida y que se puede transmitir de persona a persona, y que podemos concientizar a las personas que nos rodean.

Como hemos podido observar todo el contenido de esta tesis no es suficiente para que la seguridad en una área o espacio determinado se mantenga, lo principal es que todos nosotros nos demos cuenta que la seguridad depende de cada uno de nosotros porque a todos nos afecta de muchas formas, directa o indirectamente, no solo en materia de seguridad industrial o instalaciones sino en torno a toda la seguridad que nos rodea.

Cabe mencionar que para la realización de esta tesis nos referimos a la norma **NOM 001 SEDE 1999** por lo cual solo mencionamos parte de esta, lo importante es conocerla para fundamentarnos en ella, no para que nos obstaculice la realización de nuestras instalaciones sino para que sean excelentes, seguras y con calidad.

En la clasificación de áreas pudimos observar que son muy diversos los casos, por lo cual siempre se debe de estar bien documentado de los equipos nuevos para áreas determinadas como peligrosas ya que con los avances tecnológicos se trabajan con nuevos elementos y surgen nuevas áreas de trabajo.

Nosotros como buenos profesionistas debemos difundir los conocimientos adquiridos con el fin de hacer que las personas que nos rodean o que estén a nuestro cargo también obtengan beneficios.

BIBLIOGRAFÍA

- **La Seguridad Industrial**
Grimaldi – Simonds
Ed. Alfaomega 1996
- **ISO 9000:2000**
Nava – Jiménez
Ed. Limusa 2002
- **Protección de Instalaciones Eléctricas Industriales y Comerciales**
Enríquez Harper
Ed. Limusa 2ª edición 2003
- **Electricidad y Magnetismo**
Víctor Serrano Domínguez,
Graciela García Arana,
Carlos Gutiérrez Aranzeta
Ed. Prentice Hall 2001
- **Industrial and Comercial Handbook**
Prabakhara, Smith, Straford
Ed. Mc Graw Hill
- **Guía Práctica para el Cálculo de Instalaciones Eléctricas**
G. Enríquez Harper
Ed. Limusa Noriega
- **Protección de Instalaciones Eléctricas Industriales y Comerciales**
G. Enríquez Harper
Ed. Limusa Noriega
- **El abc de las Instalaciones Eléctricas Industriales**
G. Enríquez Harper
Ed. Limusa Noriega
- **Introduction to Electrical Power Systems Technology.**
Theodore R. Bossella
Ed. Prentice Hall.

GLOSARIO

- **Acometidas:** Acometimiento. Punto donde la línea de conducción de un fluido enlaza con la principal.
- **Amianto:** (gr. amiantos, sin mancha) Variedad del asbesto, de fibras flexibles y brillantes, de que se hacen tejidos incombustibles.
- **Amortizado:** (lat. ad + morte, muerte) Desvalorizar periódicamente [las partidas del activo cuyo valor disminuye con el tiempo o con el uso]; en un diez por ciento la maquinaria.
- **Ampacidad:** Corriente que circula por un conductor en función de su área.
- **Antagonistas:**(ant- II + agonistés, combatiente) Persona o cosa opuesta o contraria a otra.
- **Asíncrono:** Que carece de sincronismo que no lleva la misma sincronía que el otro.
- **Bobina:** Componente de los circuitos eléctricos, formado por un hilo conductor aislado y arrollado repetidamente, en forma variable según su uso; deflectora, la situada alrededor del cuello de un tubo de rayos catódicos para desviar el haz de electrones.
- **Borneras:** Porta bornes o sujetadores de bornes.
- **Bornes:** Extremo de la lanza de ajustar. Botón de metal al cual se unen los hilos conductores en un aparato eléctrico es un Tornillo en el cual puede sujetarse el extremo de un conductor para poner en comunicación el aparato en que va montado con un circuito independiente de él.
- **Calibre:** (ant. cálibo; ár. calib, moldeo) Diámetro interior de un cilindro hueco tomado por un instrumento que sirve de regla o escantillón, en general, de precisión para comprobar el diámetro.
- **Calidad:** (lat. qualitate; cualidad) Conjunto de cualidades que constituyen de una cosa que proporciona un nivel de bienestar de los individuos; conjunto de condiciones que hacen la vida más agradable. Superioridad en su línea de alguna cosa.
- **Capacitores:** Condensador, es un elemento capaz de almacenar una tensión para mantenerla fija.

- **Cátodo:** (gr. káthodos, camino descendente) Electrodo por donde la corriente eléctrica sale del electrólito. o bien polo negativo de una pila eléctrica.
- **Ánodo:** (anhodos, camino ascendente) Electrodo por donde la corriente eléctrica entra del electrólito. o bien polo positivo.
- **Conato:** (lat conart, esforzarse) Empeño y esfuerzo en la ejecución de una cosa. Propensión, tendencia, propósito; acto que se inicia y no continúa(de incendio).
- **Conduit:** Tubo de acero con diferentes diámetros utilizado para canalizaciones (instalaciones eléctricas).
- **Cople:** Unión para tubos conduit de acero u otros materiales.
- **Control:** Comprobación, inspección, intervención; dirección, mando, regulación, sitio donde está situado un control o inspección, auto-dominio, control de calidad, comprobación de que un bien de consumo se halla dentro de los márgenes de tolerancia de calidad preestablecidos.
- **Ductos:** Canalización de diferente diámetro y forma, que permite el paso de diferentes elementos, aislándolos del medio ambiente.
- **Eléctricas:** (de eléctrico) Forma de la energía debida a la separación o movimiento de los electrones que forman los átomos, cuya manifestación más característica es la propiedad que por fricción, comprensión, etc., adquieren ciertas sustancias de atraer cuerpos ligeros y producir chispas.
- **Electrodo:** (electro- + gr. odós, camino) Conductor que pone en comunicación los polos de un electrolito con el circuito.
- **Envergadura:** Distancia entre puntas, ejemplo. La distancia entre los extremos de las alas de un avión o los brazos humanos.
- **Estandarizar:** Fabricar [un producto] en serie con arreglo a un modelo determinado. Fabricar o comprobar [algo] con arreglo a un tipo uniforme.
- **Fibrilación:** Contracción espontánea y desordenada de las fibras de un músculo (las del miocardio).
- **Fotovoltaicos:** Sistema de energía que se alimentan de fotones almacenados en celdas para su utilización.
- **Homologados:** Registrar y confirmar el resultado de una prueba realizada con arreglo a ciertas normas, respecto a la calidad de un producto para comprobar si se

ajusta a determinadas normas. Equiparar, poner en relación de igualdad o semejanza dos cosas

- **Ignición:** Inmediato, próximo a un proceso químico de combustión.
- **Impedancia:** Resistencia aparente de un circuito dotado de capacidad y autoinducción al flujo de una corriente eléctrica alterna, equivalente a la resistencia efectiva cuando la corriente es continua.
- **Inducción:** (lat. -ctione) Acción que un campo eléctrico o magnético ejerce sobre un conductor u otro campo situado dentro de su esfera de influencia telúrica, acción producida por el campo magnético terrestre; puede ser electrostática o electrización por influencia, cuando el inductor es una carga eléctrica, como ocurre en los condensadores; electrodinámica, cuando el inductor es un imán o bien un electroimán electromagnética, producción de una corriente en un circuito causada por las variaciones del flujo magnético que lo atraviesa.
- **Inerte:** (lat., inhábil, incapaz) Que tiene inercia. Que no cambia fácilmente por medios químicos, masa-inerte.
- **Instalación:** Acción de instalar o instalarse. Efecto de instalar distintos elementos que conformen un sistema. Conjunto de cosas instaladas.
- **Intrínsecamente:** Interiormente, esencialmente, que es parte interior de el elemento.
- **Larguetos:** (larghetto) Así se les nombra a partes de canaletas, ductos o partes de la instalación con longitudes extensas.
- **Luminaria:** (lat. luminaria; pl. de luminare; doble etim. lumbrera) Luz que se pone para que el espacio que se tiene tenga mejor visibilidad.
- **Machihembrado:** Pieza de ensamblaje.
- **Negligencia:** Descuido, omisión. Falta de aplicación del criterio del sentido común de las responsabilidades.
- **Niple:** Pieza con cierta terminación que se utiliza en las conexiones de tubo conduit.
- **Ohmio:** (de I. Ohm, 1789-1954, físico alemán) Unidad en el Sistema Internacional de resistencia eléctrica que se produce entre dos puntos de un

- conductor, cuando una diferencia de potencial constante de un voltio aplicada entre ellos, produce una corriente de un amperio.
- **Oscilación:** Acción de oscilar. Espacio recorrido por el cuerpo oscilante, entre sus dos posiciones extremas.
 - **Paralelepípedos:** (gr. paralelos + gr. epípedon, plano) Sólido terminado por seis paralelogramos, siendo iguales y paralelos cada dos opuestos entre sí.
 - **Ramales:** Cabo de que se componen las cuerdas, sogas, pleitas y trenzas en una instalación, se menciona así a las rutas de los cables.
 - **Salvaguardar:** Defender, proteger información, proteger un elemento con otro elemento mas resistente.
 - **Seguridad:** Confianza u obligación de indemnidad a favor de uno. [mecanismo] que asegura algún buen funcionamiento; que evita, en caso de fallo de otros, que se produzca un accidente o daño.
 - **Solenoides:** Alambre arrollado en forma de hélice, que se emplea en varios aparatos eléctricos. Cuando circula una corriente continua se comporta como un imán.
 - **Subestación:** Conjunto de transformadores, convertidores, interruptores, etc., destinados a la alimentación de una red de distribución de energía eléctrica.
 - **Suministrar:** (lat. subministrare) Proveer a uno [de algo que necesita].
 - **Venteos:** Soplar el viento o hacer aire fuerte. Sacar [una cosa] al viento para enjuagarla o limpiarla. Andar indagando y averiguando [una cosa].
 - **Ventricular:** Cavidad en un órgano; espacio inferior del corazón que, en número de dos, envía la sangre a las arterias. Cavidad del encéfalo que, en número de cuatro, contiene el líquido cefalorraquídeo. Ventriculo de Morgagni, espacio que queda entre las cuerdas vocales verdaderas y falsas.
 - **Volátiles:** Que vuela o puede volar. Mudable, inconstante. Relativo a las cosas que se mueven ligeramente y andan por el aire. quím. [sustancia] Que tiene la propiedad de volatilizarse.
 - **Voltaje:** Potencial eléctrico, expresado en voltios.