

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

"PROYECTO DE NORMAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES  
Y EQUIPOS INDUSTRIALES"

TESIS DE GRADO

PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE:

INGENIERO EN ELECTRICIDAD

ESPECIALIZACION: POTENCIA

PRESENTADA POR:

LUIS A. MARISCAL ALVAREZ

GUAYAGUIL - ECUADOR

1.987

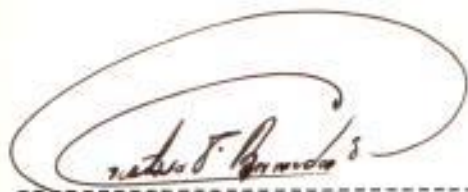
## AGRADECIMIENTO

Al Ing. ALBERTO HANZE BELLO, Director de Tesis, por su ayuda y colaboración para la realización de este trabajo.

Al INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION y al INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION, quienes colaboraron en la realización de la presente tesis.-

DEDICATORIA

- A MIS PADRES
- A MI ESPOSA
- A MIS HIJOS



ING. GUSTAVO BERMUDEZ FLORES  
SUB-DECANO DE LA FACULTAD DE  
INGENIERIA ELECTRICA.



ING. ALBERTO HANZE BELLO  
DIRECTOR DE TESIS



ING. HERNAN GUTIERREZ VERA  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



ING. JORGE CHIRIBOGA VASCONEZ  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACION EXPRESA

"LA RESPONSABILIDAD POR LOS HECHOS, IDEAS Y DOCTRINAS  
EXPUESTOS EN ESTA TESIS, ME CORRESPONDEN EXCLUSIVAMEN  
TE; Y, EL PATRIMONIO INTELECTUAL DE LA MISMA, A LA  
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la  
ESPOL).



-----  
LUIS AUGUSTO MARISCAL ALVAREZ

## R E S U M E N

El objetivo principal de estas normas técnicas es la protección de la vida y las propiedades de las personas - contra los riesgos que representan el uso y el suministro de la ENERGIA ELECTRICA. Sus requisitos deben considerarse como requisitos mínimos de seguridad y, en el caso general, su cumplimiento permite obtener un servicio satisfactorio.

Estas normas contienen requisitos de carácter general aplicables a las instalaciones eléctricas industriales para el uso de la energía eléctrica.

## INDICE GENERAL

	<u>PAGS.</u>
RESUMEN -----	VI
INDICE GENERAL -----	VII
INTRODUCCION -----	10
CAPITULO I	
GENERALIDADES -----	11
1.1. OBJETIVOS -----	11
1.2. APLICACION -----	12
1.3. DEFINICIONES -----	12
1.4. REVISIONES -----	12
CAPITULO II	
DEFINICIONES -----	13
CAPITULO III	
CONSIDERACIONES BASICAS PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES - ELECTRICAS INDUSTRIALES -----	23

3.1. DISEÑO DE INSTALACIONES -----	23
3.2. CONTENIDO DEL DISEÑO -----	24
3.3. REQUISITOS TECNICOS DE CARACTER GENERAL -----	26
CAPITULO IV	
EQUIPOS INDUSTRIALES -----	30
4.1. MOTORES -----	30
CAPITULO V	
PROTECCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES -----	39
5.1. APLICACION -----	39
5.2. PROTECCION CONTRA SOBRECARGA EN EL MOTOR -----	39
5.3. PROTECCION DE CIRCUITOS DERIVADOS PARA MOTORES, <u>CON</u> TRA CORTOCIRCUITOS O FALLAS A TIERRA -----	45
5.4. PROTECCION DE CIRCUITOS ALIMENTADORES QUE ABASTECEN - MOTORES, CONTRA CORTOCIRCUITOS O FALLAS A TIERRA --	50
CAPITULO VI	
INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES EN LOCALES ESPECIALES	
6.1. LUGARES PELIGROSOS, CLASIFICACION Y REQUISITOS GENERA- LES -----	58
6.2. INSTALACION EN LUGARES CLASE I -----	81



	<u>PAGS.</u>
6.3. INSTALACION EN LUGARES CLASE II -----	88
6.4. INSTALACION EN LUGARES CLASE III -----	93
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	97
BIBLIOGRAFIA -----	99

## I N T R O D U C C I O N

Consciente de la problemática existente por la ausencia de normas que rijan las instalaciones eléctricas en el país, surge este compendio de normas para instalaciones eléctricas industriales con el propósito de constituir uno de los capítulos de lo que podría ser el Código Eléctrico Nacional. La estructuración del Código se realizó bajo los auspicios del Instituto Nacional - Ecuatoriano de Normalización (INEN) y el Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL) quienes designaron una comisión encargada de coordinar y dirigir el trabajo de los egresados en las Escuelas Politécnicas Nacional y del Litoral, para la elaboración del proyecto correspondiente.

## C A P I T U L O     I

### GENERALIDADES

#### 1.1. OBJETIVOS

El objetivo principal de estas normas técnicas es la protección de la vida y las propiedades de las personas contra los riesgos que representan el uso y el suministro de la energía eléctrica. Sus requisitos deben considerarse como requisitos mínimos de seguridad y, en el caso general, su cumplimiento permite obtener un servicio satisfactorio; pero estos requisitos no necesariamente representan las condiciones óptimas de servicio; con frecuencia es recomendable usar valores y diseños más amplios para tener una mejor calidad de servicio y prever aumentos de carga.

Por otra parte, no debe considerarse que estas normas técnicas constituyen un manual de especificaciones para proyecto o para instrucción de personas no capacitadas; ni es su propósito resolver todos los problemas que se presentan en materia de proyecto y construcción de instalaciones

eléctricas. La solución de problemas específicos requiere la intervención del ingeniero encargado del proyecto o de la ejecución de las instalaciones.

#### 1.2. APLICACION

Estas normas contienen requisitos de carácter general - aplicables a las instalaciones eléctricas industriales para el uso de la energía eléctrica.

#### 1.3. DEFINICIONES

Las normas contienen las definiciones de un cierto número de expresiones aquí utilizadas.

#### 1.4. REVISIONES

Se deben revisar periódicamente las normas con el objeto de adaptarlas a los avances de la técnica y a los resultados de la experiencia.

## CAPITULO II

### DEFINICIONES

En este capítulo, se fijan las definiciones de algunos términos empleados en el texto de las presentes normas técnicas, a fin de precisar la forma en que deben entenderse dichos términos para los efectos de aplicación e interpretación de sus requisitos.

Debe entenderse que otros términos no incluidos en estas definiciones se usan en el sentido o con el significado más aceptado en el lenguaje técnico.

#### A PRUEBA DE:

En general, se aplica al equipo (o instalación) diseñado o construido de tal modo que su buen funcionamiento no es afectado por la presencia del agente externo contra el cual se considera protegido y que debe mencionarse en cada caso. Esta definición se aplica, por ejemplo, a los términos: "a prueba de agua", "a prueba de intemperie", "a prueba de polvo", etc.

**ABIERTO:**

Aplicado a equipo eléctrico, se dice de una máquina, aparato o dispositivo, construido sin protección especial de sus partes sometidas a potencial.

**ACCESORIO:**

Elemento complementario o auxiliar en una instalación o en equipo.

**ACCESIBLE:**

(Aplicado a canalizaciones), que se puede ver o retirar sin dañar partes de la construcción o su acabado, o que no está permanentemente encerrada por la construcción o cubierta por el acabado.

**ACCESIBLE:**

(Aplicado a equipo), que permite la aproximación de personas que no está guardado por puertas cerradas, o no está elevado o resguardado por otros medios.

**AJUSTE:**

(De un interruptor automático), valor de la corriente que determina su disparo.

**ACOMETIDA:**

Es la línea de alimentación con sus accesorios que sirve para

Llevar la energía desde la red de distribución de una Empresa de Suministro de Energía Eléctrica, hasta las instalaciones del consumidor.

#### ACOMETIDA EN BAJA TENSION:

Es la que se conecta a una red secundaria en baja tensión de hasta 600 voltios.

#### ACOMETIDA EN ALTA TENSION:

Es la que se conecta a una red primaria de distribución sobre 600 voltios.

#### AUTOMATICO:

Que actúa por si mismo cuando es afectado por una acción no personal, ya sea por una variación de intensidad de corriente, presión, temperatura, etc.

#### CABLE AISLADO:

Conductor o grupo de conductores provisto cada uno de su propio aislamiento y envuelto el conjunto por una capa aislante y por una cubierta exterior protectora.

#### CANALIZACION:

El medio o los medios que se usan para alojar a los conductores de una instalación eléctrica y que son diseñados, construídos y

utilizados solamente para tal fin. Las canalizaciones pueden ser de metal o de cualquier otro material aprobado.

#### CARGA ELECTRICA:

Es la potencia eléctrica consumida o absorbida por una máquina o una red.

#### CARGA CONECTADA:

Es la suma de potencias nominales de las máquinas y aparatos que consumen energía eléctrica, conectados a un circuito o a un sistema.

#### CARGA FLUCTUANTE:

Es la potencia que origina demandas intermitentes de energía eléctrica.

#### CERRADO:

(aplicado a equipos). Se dice de una máquina o aparato construido con protección especial de sus partes sometidas a potencial.

#### CIRCUITO ALIMENTADOR:

Es el conjunto de los conductores y demás elementos de un circuito, que se encuentra entre el medio principal de desconexión de la instalación y los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados.



**CIRCUITO DERIVADO:**

Es el conjunto de los conductores y demás elementos de cada uno de los circuitos que se extienden desde los últimos dispositivos de protección contra sobrecorriente en donde termina el circuito alimentador, hasta la salida de las cargas.

**CONDUCTOR ACTIVO:**

Conductor de un circuito que normalmente tiene una diferencia de potencial con respecto a tierra.

**CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA:**

El conductor que se usa ~~para~~ conectar a tierra en el punto requerido, las cubiertas metálicas de los equipos, las canalizaciones metálicas y otras partes metálicas no portadoras de corriente. (Se le llama también conductor de conexión a tierra).

**DEMANDA:**

Es la carga eléctrica en los terminales de recepción promediada en un intervalo de tiempo de 15 minutos.

**DEMANDA MAXIMA:**

Es la mayor demanda que ha ocurrido durante un período específico de tiempo.

**FACTOR DE DEMANDA:**

Es la relación de la demanda máxima de un sistema a la carga conectada.

**DUCTO:**

Canalización sencilla, cerrada, de cualquier forma de sección.

**ELECTRODO DE TIERRA:**

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

**EQUIPO ELECTRICO:**

Término general que comprende aparatos, máquinas, dispositivos, etc., que se usan en instalaciones eléctricas para generación, conversión, transformación o utilización de energía eléctrica, incluyendo instrumentos de medición, dispositivos de protección y accesorios.

**HERMETICO:**

Aplicado a equipo eléctrico construido de tal modo que el agente externo de que se trata no puede penetrar a la caja que protege al equipo.

**INSTALACION ELECTRICA:**

Cualquier combinación de equipo eléctrico que se encuentra inter

conectado, incluyendo los conductores y demás elementos de interconexión y accesorios, dentro de un espacio o localización determinado.

#### INSTALACION OCULTA:

La que tiene canalización embutida (empotrada) en muros, techos, pisos, etc.; o dentro de éstos, en forma que no sea visible.

#### INSTALACION VISIBLE:

Instalación en línea abierta o en canalización colocada en forma que sea visible.

#### INTERRUPTOR:

Dispositivo que puede abrir un circuito eléctrico, cuando circula corriente, con un valor hasta el de la capacidad del mismo dispositivo, sin sufrir daño alguno.

#### INTERRUPTOR AUTOMATICO:

Interruptor que abre automáticamente por una sobrecorriente en el circuito, incluyendo condiciones de corto circuito en el mismo, pudiendo ser también operado manualmente.

#### MATERIALES ELECTRICOS:

Componentes de una instalación eléctrica, tales como conductores, canalizaciones, cajas de conexión y otros que individualmente no constituyen un equipo eléctrico.

**PARARRAYOS:**

Dispositivo de protección contra descargas atmosféricas, que constituye un medio de conducir a tierra las descargas que inciden directamente sobre una estructura de cualquier tipo.

**PARTES VIVAS:**

Son aquellas que se encuentran conectadas a una fuente de potencial eléctrico o cargadas de electricidad en tal forma que tienen un potencial diferente al de tierra.

**PUESTA A TIERRA:**

(O conexión a tierra), Acción y efecto de conectar a tierra efectivamente a ciertos elementos de un equipo o de un circuito, en la forma y por los métodos establecidos en estas normas técnicas.

**SALIDA:**

Cajas de conexiones de la cual se toma la alimentación para una o varias cargas eléctricas determinadas, tales como las de luminarias, motores, etc.

**SERVICIO MONOFASICO TRIFILAR:**

Es el suministro desde un sistema con dos conductores activos y el neutro.

**SERVICIO TRIFASICO - 4 HILOS TRIANGULO:**

Se entiende por servicio trifásico-4 hilos triángulo, el suministro

trado desde un banco de 2 ó 3 transformadores monofásicos conectados en triángulo en el lado secundario, empleando los 3 conductores secundarios activos y la derivación central del embobinado secundario (neutro) de uno de estos tres transformadores.

#### SERVICIO TRIFASICO - 4 HILOS ESTRELLA:

Se entiende por servicio trifásico - 4 hilos estrella, el suministrado desde un transformador trifásico o un banco de 3 transformadores monofásico con embobinados secundarios conectados en estrella empleando los 3 conductores activos y el neutro.

#### SOBRECORRIENTE:

(Aplicado a un equipo o a un conductor). Cualquier valor de corriente que exceda a la corriente nominal de un equipo o la corriente permisible en un conductor.

#### SOBRECARGA:

Condición de operación de un equipo en la que se demanda una potencia en exceso de la nominal, o de un conductor por el cual circula una corriente en exceso de su valor permitido.

#### SUBESTACION:

La función de la subestación es modificar la tensión de alimentación del servicio en la forma en que se requiera para la distribución interior.

TABLERO O CAJA DE MEDICION:

Es aquel que contiene el equipo de medición.

EMPRESA:

Es el concesionario del servicio eléctrico.

ABONADO:

Entiéndase por abonado al usuario cliente o contratante del servi  
cio eléctrico.

MEMORIA TECNICA:

Es la información de los antecedentes y los beneficios del proyec  
to.

## CAPITULO III

### CONSIDERACIONES BASICAS PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES

#### 3.1. DISEÑO DE INSTALACIONES

- El diseñador deberá solicitar a la Empresa, por escrito, la información que considere necesaria, a fin de que el diseño eléctrico a elaborar se ajuste a la reglamentación establecida y a los requerimientos específicos exigidos por la Empresa para el caso concreto.
  
- DISEÑOS AMPLIOS:  
Dentro de lo posible, no debe limitarse el diseño de la instalación a las condiciones iniciales de la carga, sino que se debe dejar un margen razonable de capacidad considerando el aumento natural que tienen todos los servicios.
  
- CENTROS DE DISTRIBUCION:  
Deben localizarse los tableros o Centros de Distribución -

en lugares fácilmente accesibles, para comodidad y seguridad de funcionamiento.

- LIMITACION DE DAÑOS POR FALLAS:

Los diferentes elementos de una instalación deben localizarse en tal forma que si, por efecto de un cortocircuito o fallas a tierra, se produjera una interrupción, incendio, etc., los daños queden confinados, en lo posible, a la sección en que se encuentren los conductores y tramos de canalización afectados y no queden involucrados los servicios totales del abonado y sobre todo los servicios esenciales o de emergencia.

- Toda instalación eléctrica debe ejecutarse de acuerdo con un plano previamente elaborado; además, cualquier modificación a la instalación debe anotarse en el mismo o en un nuevo plano. El plano actualizado de la instalación debe conservarse en poder del propietario de la industria para fines de mantenimiento.

### 3.2. CONTENIDO DEL DISEÑO

El diseño eléctrico contendrá lo siguiente:

- PLANO DE IMPLANTACION GENERAL DE LA OBRA, incluyendo ubi-



cación de la (o las) cámara para transformadores y recorrido de las canalizaciones para las alimentadoras de alta y baja tensión.

- DIAGRAMA UNIFILAR:

Que contendrá la alimentación principal, transformadores , acometida en baja tensión y tablero principal.

- DIAGRAMA UNIFILAR:

De alimentadoras y tableros de distribución.

- DIAGRAMAS UNIFILARES:

Del sistema eléctrico de la Industria por sección (Motores).

- PLANILLAS DE PANELES Y CIRCUITOS DERIVADOS

- DETALLE DE LA CAMARA PARA TRANSFORMADORES

- DETALLE DE CONEXION Y CAPACIDAD DE LOS TRANSFORMADORES

- DETALLE Y UBICACION DE LOS TABLEROS Y SUB-TABLEROS DE DISTRIBUCION EN GENERAL.

- CUADRO DE LA CARGA INSTALADA Y DE LA DEMANDA TOTAL DE LA INDUSTRIA.

- MEMORIA TECNICA Y CALCULO DE LA DEMANDA.
  
- SI EL FACTOR DE POTENCIA ESTIMADO FUERA INFERIOR A 0.9 PARA EL DISEÑO ELECTRICO CONSIDERADO, ESTE ULTIMO DEBERA PREVEER LA CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA.
  
- UBICACION GEOGRAFICA DE LA INDUSTRIA.
  
- PRESUPUESTO ESTIMATIVO DEL DISEÑO:  
Que permitirá hacer efectivo el pago del uno por mil al Colegio Regional de Ingenieros Eléctricos, de acuerdo a la Ley.

### 3.3. REQUISITOS TECNICOS DE CARACTER GENERAL

- MARCAS DE IDENTIFICACION:  
Todos los equipos y materiales que se utilicen en las instalaciones eléctricas deben tener la indicación del nombre del fabricante o una marca que permita su identificación. Así mismo, deben tener indicación de sus características eléctricas que permitan precisar cual es su uso correcto.
  
- PUESTA A TIERRA:  
Las instalaciones deben constar con medios efectivos para

conectar a tierra todas aquellas partes metálicas del equipo eléctrico u otros elementos, que normalmente no conduzcan corriente y que estén expuestos a energizarse si ocurre un deterioro en el aislamiento de los conductores o del equipo.

- RESISTENCIA DE AISLAMIENTO:

Toda instalación eléctrica debe ejecutarse de manera que, cuando esté terminada, quede libre de cortocircuito y de contactos con tierra, salvo la conexión a tierra del sistema, para fines de protección.

- CALIBRES DE CONDUCTORES:

Los calibres de conductores se han designado usando el sistema americano de calibres (AWG) y en cada caso, en el texto se indica entre paréntesis la equivalencia en milímetros cuadrados ( $\text{mm}^2$ ).

- CAPACIDAD DE INTERRUPCION:

Los dispositivos destinados a interrumpir corrientes, deben tener una capacidad de interrupción suficiente para la corriente que debe ser interrumpida, a la tensión nominal de operación.

- CONEXIONES ELECTRICAS

- CONEXION A TERMINALES:

La conexión de los conductores a terminales (de aparatos o dispositivos) debe asegurar un buen contacto sin dañar a los mismos conductores.

- EMPALMES:

Los conductores deben empalmarse o unirse de manera que se asegure una buena conexión mecánica y eléctrica. Se recomienda para ello el uso de dispositivos de unión adecuados o bien, aplicar soldadura sobre los empalmes o uniones.

Cuando se usen accesorios tales como conectores o uniones a presión o conectores terminales para soldar, deben ser apropiados para el material de los conductores que se unen y ser usados e instalados adecuadamente.

- PROTECCION DE PARTES VIVAS:

En general, las partes vivas descubiertas del equipo eléctrico de una instalación, deben estar protegidas para evitar contactos accidentales de personas, por medio de gabinetes, cajas o cualquier otra envolvente aprobada, o bien usando algunos de los siguientes medios:

- Localizando al equipo en una sala o lugar al que sólo tengan acceso personas idóneas.

- . Empleando divisiones o pantallas permanentes, de material adecuado y dispuestas en tal forma que sólo personal idóneo tenga acceso al espacio en que las partes vivas puedan quedar a su alcance.
  
- . Colocando el equipo en una plataforma que, por su elevación y disposición impida el acceso de personas no idóneas.
  
- . Distribución de carga:  
La carga que va a estar conectada a una instalación debe repartirse en forma equilibrada entre el número de fases - con que proporcione el servicio la Empresa.

## CAPITULO IV

### EQUIPOS INDUSTRIALES

#### 4.1. MOTORES

##### APLICACION:

Esta sección contiene requisitos para la instalación de motores y de sus dispositivos de desconexión, protección y control, así como para los circuitos que alimentan a los mismos motores.

##### DEFINICIONES:

Para la aplicación de los requisitos de esta sección, los siguientes términos se entienden como sigue:

##### A LA VISTA DE:

Cuando es específica que un equipo está "a la vista de" otro, significa que ese equipo está ubicado a una distancia no mayor de 15 metros y visible desde el otro.

**SERVICIO CONTINUO:**

Tipo de servicio que se caracteriza por requerir el funcionamiento del motor con una carga substancialmente constante - por un tiempo largo indefinido.

**SERVICIO DE CORTO TIEMPO:**

Tipo de servicios que exige el funcionamiento de una carga - substancialmente constante por un tiempo corto definido.

**SERVICIO INTERMITENTE:**

Tipo de servicio que exige el funcionamiento por períodos al ternados: 1) con carga y sin carga; 2) con carga y desconectado; ó 3) con carga, sin carga y desconectado.

**SERVICIO PERIODICO:**

Operación intermitente en la cual las condiciones de carga - son regularmente recurrentes.

**SERVICIO VARIABLE:**

Tipo de servicio que se caracteriza por que tanto la carga - como los intervalos de su duración pueden estar sujetos a variaciones considerables.

**IDENTIFICACION DE MOTORES:**

Motores de uso normal. Los motores deben estar provistos de

placa de datos con la información siguiente, como mínimo:

- Marca o nombre del fabricante
  
- Tensión nominal en voltios y corriente a plena carga en amperes.
  
- Frecuencia y número de fases, en motores de corriente alterna, así como el tipo de conexión.
  
- Velocidad a plena carga.
  
- Elevación nominal de temperatura (en °C) o clase del aislamiento y temperatura ambiente de referencia.
  
- Régimen de trabajo (Referido al tiempo durante el cual el motor puede funcionar a plena carga sin alcanzar su límite de temperatura). Este régimen puede ser de 5, 15, 30 o 60 minutos o "continuo".
  
- Potencia nominal.- (en H.P. o en KW) para motores de 1/8 de H.P. y mayores.

Excepción: En motores de soldaduras de arco, la capacidad nominal debe indicarse en amperes y puede omitirse su va-



lor en caballos de potencia.

- Tensión y corriente a plena carga, secundaria, si se trata de un motor de inducción con rotor devanado.
- Tensión y corriente del campo en el caso de motores síncronos.
- Tipos de devanado de excitación (paralelo, compuesto o serie) en motores de corriente continua.

#### - IDENTIFICACION DE CONTROLADORES O ARRANCADORES

Los controladores deben tener indicados la marca o el nombre del fabricante, la tensión y la corriente o la capacidad en caballos de potencia, así como otros datos que sean necesarios para indicar para qué motores son adecuados.

Una combinación de controlador - interruptor que incluya un interruptor automático del tipo de disparo instantáneo debe tener indicación clara de los ajustes, en amperes, que tenga el elemento ajustable de disparo.

Cuando un controlador esté construído como parte integrante de un motor o de un grupo motor-generador, el controlador no necesita estar marcado separadamente, siempre que los datos necesarios aparezcan en la placa del motor.

- IDENTIFICACION DE TERMINALES:

Los terminales de los motores y controladores deben identificarse, en alguna forma adecuada, cuando esto sea necesario para indicar las conexiones correctas.

- ESPACIO PARA ALAMBRADO EN CUBIERTAS:

Las cubiertas de los controladores y dispositivos de desconexión de motores no deben utilizarse como cajas de conexiones, como ductos auxiliares para conexiones o como canalizaciones para conductores que alimenten a otros aparatos, a menos que dichas cubiertas estén diseñadas de manera que provean espacio adecuado para este propósito.

- PROTECCION CONTRA LIQUIDO:

Cuando se instalen motores debajo de equipos u otros lugares donde pueda caer o salpicar aceite, agua u otro líquido perjudicial, deben colocarse resguardos o cubiertas adecuadas para proteger las partes vivas expuestas de los motores y el aislamiento de sus conexiones, a menos que dichos motores estén diseñados para las condiciones existentes.

- UBICACION DE LOS MOTORES:

Los motores deben ubicarse de manera que tengan una ventilación adecuada y que el mantenimiento, tal como la lubri-

cación de chumaceras y el cambio de escobillas, pueda hacerse fácilmente.

Los motores abiertos que tengan conmutador o anillos colectores deben estar ubicados o protegidos de manera que las chispas no puedan alcanzar a los materiales combustibles adyacentes.

- SOBRECALENTAMIENTO POR ACUMULACION DE POLVO:

En lugares donde el polvo pueda depositarse sobre el motor o dentro del mismo, en cantidades que perturben seriamente su ventilación o enfriamiento y puedan originar temperaturas peligrosas, deben emplearse motores cerrados del tipo adecuado para que no haya sobrecalentamiento en las condiciones existentes.

En condiciones especialmente severas puede requerirse el uso de motores cerrados y ventilados mediante tuberías o ubicar los motores en locales separados que sean herméticos al polvo y estén debidamente ventilados por una fuente de aire limpio.

- CONDUCTORES PARA CIRCUITOS DE MOTORES:

Los conductores que alimentan motores, serán diseñados para conducir la corriente requerida, sin sobrecalentamiento.

- CONDUCTORES QUE ALIMENTEN UN SOLO MOTOR:

Los conductores de un circuito derivado que alimenten un so  
lo motor deben tener una capacidad de conducción de corrient  
te no menor que el 125 % de la corriente a plena carga del  
motor.

- EXCEPCION:

Los conductores para un motor que preste un servicio del  
tipo de corto tiempo, intermitente, periódico o variable,  
deben calcularse en base a los porcentajes mínimos de  
corriente a plena carga establecidos en la tabla que present  
amos a continuación:

(Ver página siguientes)

TABLA N° 1

TIPO DE SERVICIO QUE REQUIERE LA CARGA	PORCENTAJE DE LA CORRIENTE NÓMINAL INDICADA EN LA PLACA DE DATOS.			
	REGIMEN DE TRABAJO PARA EL CUAL FUE DISEÑADO EL MOTOR			
	5 MINUTOS	15 MINU TOS	30 y 60 MINUTOS	CONTI TUO.
De corto tiempo:				
Accionamiento de válvulas, elevación o descenso de rodillos, etc.....	110	120	150	-
Intermitente:				
Ascensores y montacargas, máquinas-herramientas, bom bas, puentes elevadizos o giratorios, plataformas gi ratorias, etc.	85	85	90	140
Periódico:				
Rodillos, máquinas para ma nipulación de minerales, etc.....	110	120	150	200

- CONDUCTORES QUE ALIMENTAN VARIOS MOTORES:

Como mínimo, los conductores que alimentan a dos o más motores deben tener una capacidad igual a la suma del valor nominal de la corriente a plena carga de todos los motores, más el 25 % de la corriente del motor más grande del grupo.

- CONDUCTORES QUE ALIMENTAN CARGAS COMBINADAS:

Los conductores que alimenten motores en combinación con cargas de alumbrado y aparatos deben tener una capacidad de corriente suficiente para la carga de los motores más la carga de alumbrado y aparatos.

## CAPITULO V

### PROTECCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES

#### 5.1. APLICACION

Esta sección contiene requisitos para la protección de las instalaciones eléctricas industriales, en lo que concierne

a:

- a. Protección contra sobrecarga en el motor.
- b. Protección de circuitos derivados para motores, contra cortocircuitos o fallas a tierra.
- c. Protección de circuitos alimentadores que abastecen motores, contra cortocircuitos o fallas a tierra.

#### 5.2. PROTECCION CONTRA SOBRECARGA EN EL MOTOR

##### DEFINICION:

Una sobrecarga en un aparato eléctrico es una sobrecorrien-

te de operación que, cuando dura un tiempo suficientemente prolongado, puede dañar o sobrecalentar peligrosamente el aparato.

#### APLICACION:

Los requisitos se refieren a los dispositivos de sobrecorriente destinados a proteger a los motores, a los dispositivos de control de los motores y a los conductores de los circuitos derivados que los abastescan, contra el calentamiento excesivo debido a sobrecargas en los mismos motores o fallas durante el arranque.

Puede omitirse la protección contra sobrecarga en aquellos casos en que la instalación de la misma implique peligros mayores que el riesgo de daño al propio aparato, como es el caso de bombas contra incendio.

#### MOTORES DE SERVICIO CONTINUO:

a. De más de 0,75 KW de potencia: Cada motor de servicio continuo con capacidad mayor de 0,75 KW de potencia debe protegerse contra sobrecarga por algunos de los medios siguientes:

a.1. Un dispositivo de sobrecorriente separado que actúe



por efecto de la corriente del motor. La capacidad o el ajuste de este dispositivo no debe ser mayor del 125 % de la corriente a plena carga del motor.

En caso de que el dispositivo de sobrecorriente seleccionado de acuerdo con el criterio anterior, resulte insuficiente para el arranque del motor o no corresponda a un tamaño normalizado, puede utilizar el tamaño inmediato superior, siempre que no sea mayor del 140 % de la corriente a plena carga del motor.

En el caso de un motor de varias velocidades, cada conexión del devanado debe considerarse separadamente.

a.2. Un protector térmico integrado al motor, aprobado para usarse con éste, que lo proteja contra sobrecalentamientos peligrosos ocasionados por sobrecargas.

b. De 0,75 KW de potencia o menos, arrancado manualmente: Cada motor de servicio continuo de 0,75 KW de potencia o menos, que se arranque manualmente y esté a la vista desde el punto donde se efectúa su arranque, puede considerarse protegido contra sobrecarga por el dispositivo de pro

tección contra cortocircuitos o fallas a tierra del circuito derivado.

Un motor que no esté a la vista desde el punto donde se efectúa su arranque debe protegerse en la forma indicada en el inciso a) de este mismo numeral.

- c. De 0,75 KW de potencia o menos, arrancado automáticamente: Cada motor de servicio continuo de 0,75 KW, de potencia o menos, que se arranque automáticamente, debe protegerse contra sobrecarga en la misma forma que los motores de más de 0,75 KW de potencia a que se refiere el inciso a) de este mismo numeral.
- d. Secundario de motores con rotor devanado: Los circuitos secundarios de motores de corriente alterna con rotor devanado, incluyendo conductores, controladores, resistencias, etc., pueden considerarse protegidos por el dispositivo de sobrecarga del circuito primario del motor.

#### MOTORES DE SERVICIO NO CONTINUO

Un motor que preste un tipo de servicio de corto tiempo, intermitente, periódico o variable (véase la tabla N° 1) - puede considerarse protegido contra sobrecarga por el dis

positivo de protección contra cortocircuitos o fallas a tierra del circuito derivado.

Cualquier aplicación de un motor se considera como de servicio continuo, a menos que la naturaleza de la máquina o aparato accionado sea tal que el motor no opere continuamente con carga bajo cualquier condición de uso.

#### PUESTA EN DERIVACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE SOBRECARGA DURANTE EL ARRANQUE

En el caso de un motor arrancado manualmente (incluyendo el arranque mediante un arrancador magnético con botón pulsador) la protección contra sobrecarga del motor puede ponerse en derivación o excluirse del circuito durante el período de arranque, siempre que el dispositivo que lo ponga en derivación o la excluya no pueda dejarse en la posición de arranque y, además que los fusibles o el interruptor automático de acción retardada del circuito derivado del motor tenga una capacidad o ajuste que no exceda del 400 % de la corriente a plena carga del motor.

La protección contra sobrecarga de un motor no debe ponerse en derivación o excluirse durante el período de arranque si el motor es arrancado automáticamente.

## FUSIBLES. CONDUCTORES EN LOS QUE SE INTERCALAN

Cuando se usen fusibles para la protección contra sobrecarga de un motor, debe intercalarse un fusible en cada conductor activo.

## DISPOSITIVOS QUE NO SEAN FUSIBLES. CONDUCTORES EN LOS QUE SE INTERCALAN

Cuando se usen dispositivos que no sean fusibles para la protección contra sobrecarga de un motor, tales como bobinas de disparo, relevadores o dispositivos de tipo térmico, el número mínimo de unidades y su colocación deben estar de acuerdo con la tabla de las unidades de protección de motores contra sobrecarga. (Ver tabla N° 2).

## NUMERO DE CONDUCTORES DESCONECTADOS POR LOS DISPOSITIVOS DE SOBRECARGA

Los dispositivos de sobrecarga de un motor, que no sean fusibles o protectores térmicos, deben desconectar simultáneamente un número suficiente de conductores activos para interrumpir el flujo de corriente al motor.

### 5.3. PROTECCION DE CIRCUITOS DERIVADOS PARA MOTORES, CONTRA CORTO CIRCUITOS O FALLAS A TIERRA

#### APLICACION

Los requisitos de esta sección se aplican a los dispositivos de sobrecorriente destinados a proteger a los conductores de circuitos derivados para motores, a los aparatos de control de los motores y a los propios motores contra sobrecorrientes debidas a cortocircuitos o a tierras.

#### CAPACIDAD O AJUSTE DEL DISPOSITIVO PARA UN SOLO MOTOR

El dispositivo de protección contra cortocircuitos o fallas a tierra del circuito derivado para un solo motor, debe ser capaz de soportar la corriente de arranque, pero su capacidad o ajuste no debe exceder de los siguientes valores:

- a. En el caso de fusibles sin retardo de tiempo o de interruptores automáticos del tipo de tiempo inverso, su capacidad o ajuste no debe ser mayor del 400 % de la corriente a plena carga del motor.
- b. En el caso de fusibles con retardo de tiempo (de doble elemento), su capacidad no debe ser mayor del 225 % de -

la corriente a plena carga del motor.

- c. En el caso de interruptores automáticos del tipo de disparo instantáneo (sin retardo de tiempo), su ajuste no debe ser mayor del 1300 % de la corriente a plena carga del motor.

Sólo puede usarse una unidad de disparo instantáneo cuando sea ajustable y cuando se use en una combinación aprobada de arrancador e interruptor que tenga protección contra sobrecarga y contra cortocircuitos intercalada en cada conductor activo.

- d. Para un motor con corriente a plena carga de 6 amperes o menos, el circuito derivado puede considerarse protegido por un dispositivo de sobrecorriente de 20 amperes o menos.

#### VARIOS MOTORES Y OTRAS CARGAS EN UN CIRCUITO DERIVADO

Dos o más motores y otras cargas pueden conectarse en el mismo circuito derivado y quedar protegidos contra cortocircuitos o fallas a tierra por el mismo dispositivo de sobrecorriente, si se cumplen las condiciones de cualquiera de los incisos a), b) o c) siguientes:

- a. Hasta un caballo de potencia. Dos o más motores cuya potencia individual no exceda de un caballo de potencia - pueden conectarse a un circuito derivado protegido a no más de 20 amperes, siempre que cumplan las condiciones indicadas a continuación:
- a.1. Que el valor nominal de la corriente a plena carga de cada motor no exceda de 6 amperios; y,
- a.2. Que la protección individual contra sobrecarga de los motores esté conforme a lo establecido en el artículo 501.2.3.
- b. Protección del circuito basada en el motor de menor potencia. Si el dispositivo de protección del circuito derivado no es mayor de lo permitido en el artículo 501.3.2. para el motor de menor potencia, pueden conectarse a dicho circuito derivado dos o más motores, o varios motores y otras cargas, siempre que cada motor tenga su propia protección contra sobrecarga y siempre que se determine que dicho dispositivo protector del circuito derivado no abrirá en las condiciones de trabajo normales más severas que puedan ocurrir.
- c. Otros casos de varios motores y cargas. Pueden conectar

se a un circuito derivado dos o más motores de cualquier potencia nominal o motores y otras cargas, teniendo cada motor dispositivos individuales de protección contra sobre carga, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

c.1. El circuito derivado debe estar protegido por fusibles o por un interruptor automático del tipo de tiempo inverso. La capacidad o ajuste de estos dispositivos no debe exceder de lo especificado en el artículo 5.3. ., para el motor más grande conectado al circuito derivado, más las corrientes a plena carga de los demás motores así como las corrientes de otras cargas, conectados al mismo circuito.

c.2. El dispositivo de protección contra sobrecarga de cada motor debe estar aprobado para instalación en grupo con una capacidad máxima especificada de fusibles o interruptor automático.

d. Para los arreglos antes descritos, los conductores de cualquier derivación que abastezca a un solo motor no necesitan tener protección individual, siempre que cumpla con cualquiera de los requisitos siguientes:



d.1. Que la corriente permisible en los conductores de la derivación no sea menor que la de los conductores del circuito derivado, o

d.2. Que la longitud de los conductores de la derivación no exceda de 10 metros y la corriente permisible en los mismos no sea mayor que la requerida para el motor según el artículo 401.11, ni menor que un tercio de la corriente permisible en los conductores del circuito derivado.

PROTECCION CONTRA CORTOCIRCUITO Y CONTRA SOBRECARGA EN UN SO  
LO DISPOSITIVO

La protección contra cortocircuito o fallas a tierra del ci  
cuito derivado de un motor y la protección contra sobrecarga del mismo motor pueden combinarse en un solo dispositivo de sobrecorriente, siempre que la capacidad o ajuste de este dispositivo proporcione la protección contra sobrecarga espe  
cificada en el artículo 501.2.3.

DISPOSITIVOS DE PROTECCION CONTRA CORTOCIRCUITO. CONDUCTORES  
EN LOS QUE SE INTERCALAN

Debe conectarse en serie un dispositivo de protección -

contra cortocircuito o fallas a tierra en cada conductor activo.

#### TAMAÑO DE PORTAFUSIBLES Y CAPACIDAD DE INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

- a. Cuando se usen fusibles para la protección contra cortocircuitos o fallas a tierra del circuito derivado de un motor, el portafusibles para cada uno de ellos no debe ser de menor tamaño que el requerido para acomodar el fusible de que se trate, seleccionado de acuerdo con el artículo 501.3.2.
- b. Un interruptor automático usado para la protección contra cortocircuitos o fallas a tierra del circuito derivado de un motor, debe tener una capacidad de corriente que esté de acuerdo con el artículo 501.3.2.

#### 5.4. PROTECCION DE CIRCUITOS ALIMENTADORES QUE ABASTECEN MOTORES , CONTRA CORTOCIRCUITOS O FALLAS A TIERRA

##### APLICACION

Los requisitos de esta sección se aplican a los dispositivos de sobrecorriente destinados a proteger a los conductores de

circuitos alimentadores que abastecen motores, contra sobre corrientes debidas a cortocircuitos o a tierras.

#### CAPACIDAD O AJUSTE PARA CARGAS DE MOTORES

- a. El dispositivo de sobrecorriente de un circuito alimentador que abastezca a varios circuitos derivados, debe tener una capacidad o ajuste que no exceda de la capacidad o ajuste del dispositivo de protección contra cortocircuitos o fallas a tierra del circuito derivado correspondiente al motor de mayor potencia, más la suma de las corrientes a plena carga de los motores de los demás circuitos derivados.

Cuando en un grupo de motores haya dos o más de la misma potencia que sean los más grandes en el grupo, debe considerarse a uno solo de ellos como el mayor para los cálculos anteriores.

Si la capacidad obtenida de acuerdo con los cálculos anteriormente no corresponde a un dispositivo de sobrecorriente de capacidad normalizada, puede usarse el dispositivo de capacidad inmediata superior.

- b. Cuando se instalen alimentadores que abastecen motores, pre

viendo futuras adiciones de carga o cambios, su protección contra sobrecorriente puede estar basada en la capacidad de corriente de los conductores de dichos alimentadores, ajustándose a la tabla 501.4.2.

#### CAPACIDAD O AJUSTE PARA CARGAS DE MOTORES, ALUMBRADO Y APARATOS

Si un alimentador abastece cargas de motores y además cargas de alumbrado y/o aparatos, el dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador debe tener una capacidad o ajuste que sea suficiente para administrar la carga de alumbrado y/o aparatos, más la capacidad que corresponda a los motores, de acuerdo con los artículos 501.3.2. y 501.4.2., según se trate de un sólo motor o de varios motores.

TABLA N° 2

## UNIDADES DE PROTECCION DE MOTORES CONTRA SOBRECARGA

CLASE DE MOTOR	SISTEMA DE ALIMENTACION	NUMERO Y UBICACION DE UNIDADES DE SOBRECARGA QUE NO SEAN FUSIBLES
C.A.Monofásico o de C.D.	2 hilos no puestos a tierra C.A.monofásica o C.D.	Una en cualquiera de los conductores.
C.A.monofásico o de C.D.	2 hilos C.A.monofásica o C.D., uno de los hilos puesto a tierra.	Una en el conductor no puesto a tierra.
C.A.monofásico o de C.D.	3 hilos, C.A.monofásica o C.D. neutro a tierra.	Una en cada conductor no puesto a tierra.
C.A.trifásico	Cualquier trifásico	2 en dos conductores cualesquiera excepto el neutro*

\*Dos es el número mínimo de unidades necesario para la protección contra sobrecarga de un motor trifásico, pero el uso de tres unidades, una en cada fase, es recomendable para una protección más completa del mismo motor.

TABLA N° 3

CAPACIDAD DE CORRIENTE DE CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS (AMPERES)

TEMPERATURA MAXIMA DEL AISLAMIENTO	60°C		75°C		85°C		90°C	
T I P O S	THWN, RUW, T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RUH, THW, THWN, DF, XHHW		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, AVB SIS, FEP, THW, RHH, THHN, MTW, EP, XHHW*	
Calibre AWG MCM	En tube ria o cable.	Al ai re.	En tube ria o cable.	Al ai re.	En tube ria o cable.	al ai re.	En tube ria o cable.	al ai re.
14	15	20	15	20	25	30	25	30
12	20	25	20	25	30	40	30	40
10	30	40	30	40	40	55	40	55
8	40	55	45	65	50	70	50	70
6	55	80	65	95	70	100	70	100
4	70	105	85	125	90	135	90	135
3	80	120	100	145	105	155	105	155
2	95	140	115	170	120	180	120	180
1	110	165	130	195	140	210	140	210
0	125	195	150	230	155	245	155	245
00	145	225	175	265	185	285	185	285
000	165	260	200	310	210	330	210	330
0000	195	300	230	360	235	385	235	385
250	215	340	255	405	270	425	270	425
300	240	375	285	445	300	480	300	480
350	260	420	310	505	325	530	325	530
400	280	455	335	545	360	575	360	575
500	320	515	380	620	405	660	405	660

\* Los tipos EP y XHHW pueden ser directamente enterrados. (Véanse no-  
tas de esta tabla al final de la misma).

## C A P I T U L O VI

### INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES EN LOCALES ESPECIALES

#### 6.1. LUGARES PELIGROSOS, CLASIFICACION Y REQUISITOS GENERALES

##### APLICACION

Los requisitos de esta sección se aplican a las instalaciones y equipos eléctricos ubicados en áreas o locales que, convencionalmente, se designan en esta Norma Técnica como "lugares peligrosos" y en los cuales dichas instalaciones y equipos quedan expuestos a las condiciones que más adelante se indican según la clasificación que se hace de tales lugares.

##### DEFINICIONES

##### EQUIPO A PRUEBA DE EXPLOSION

Encerrado y protegido de manera que sea capaz de resistir la

Continúa .....

Temperatura máxima del aislamiento.	110°C		125°C		200°C	
T I P O S	AVA, AVL		AI, SA, AIA		A, AA, FEPB	
Calibre AWG MCM	En tubo o - cable.	Al ai re.	En tubo o cable.	Al ai re.	En tubo o cable.	Al ai re.
14	30	40	30	40	30	45
12	35	50	40	50	40	55
10	45	65	50	70	55	75
8	60	85	65	90	70	100
6	80	120	85	125	95	135
4	105	160	115	170	120	180
3	120	180	130	195	145	210
2	135	210	145	225	165	240
1	160	245	170	265	190	280
0	190	285	00	305	225	325
000	215	330	230	355	250	370
0000	245	385	265	410	285	430
00000	275	445	310	475	340	510
000000	315	495	335	530	-	-
0000000	345	555	380	590	-	-



Continúa...

Temperatura máxima del aislamiento.	110°C		125°C		200°C	
T I P O S:	AVA, AVL		AI,SA, AIA		A,AA,FEPB	
Calibre AWG NCM	En tube ría o cable.	Al ai re.	En tube ría o cable.	Al ai re.	En tube ría o cable.	Al ai re.
20	390	610	420	655	-	-
22	420	665	450	710	-	-
24	470	765	500	815	-	-
26	525	855	545	910	-	-
28	560	940	600	1005	-	-
30	580	980	620	1045	-	-
32	600	1020	640	1085	-	-
34	-	-	-	-	-	-
36	680	1165	730	1240	-	-

explosión de un gas o vapor especificado, que pueda ocurrir - en su interior y de impedir, en forma efectiva, que la explosión o disturbios internos (chispas, destellos, etc.), produzcan una explosión en el exterior del equipo, si éste se encuentra en una atmósfera explosiva o inflamable.

EQUIPO A PRUEBA DE IGNICION DE POLVO

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

EQUIPO PRESURIZADO

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

#### MEZCLA EXPLOSIVA O INFLAMABLE

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

#### TEMPERATURA DE IGNICION

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

#### VENTILACION ADECUADA

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

#### EQUIPO INTRINSECAMENTE SEGURO

El equipo intrínsecamente seguro es aquel incapaz de producir calor o chispeo suficientes para causar la ignición de una determinada mezcla atmosférica peligrosa, ya sea en condiciones

normales o en condiciones anormales de operación; estas últimas incluyen el daño accidental del equipo, fallas del aislamiento o de otras partes eléctricas, sobretensiones, operaciones de ajuste o mantenimiento y condiciones similares. Este equipo (y alambrado relacionado) puede ser instalado en aquellos lugares peligrosos para los cuales ha sido aprobado, sin que sea necesario satisfacer otros requisitos especiales que se fijan en este capítulo para las instalaciones en los citados lugares.

## CLASIFICACION DE LUGARES PELIGROSOS

### CLASIFICACION

Para el fin de establecer medidas de seguridad y las características necesarias en instalaciones y equipos en las áreas y locales peligrosos, estos lugares se clasifican como sigue, de acuerdo con la naturaleza de su peligrosidad:

- a. Clases I. Lugares en los cuales se encuentra o puede encontrarse en el aire una cantidad de gases o vapores inflamables suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables.
  
- b. Clase II. Lugares que son peligrosos debido a la presencia

de polvos combustibles o electricamente conductores.

- c. Clase III. Lugares que son peligrosos a causa de la presencia de fibras o pelusas fácilmente inflamables, pero en los que no es probable que dichas fibras o pelusas estén suspendidas en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas inflamables.

Cada una de las clases anteriores comprende las divisiones que se indican a continuación, que corresponden a la frecuencia o permanencia y grado de las condiciones de peligro y que se definen en los artículos que siguen.

#### DIVISIONES DE LOS LUGARES CLASE I

- a. División 1, que corresponde a los lugares Clase I en los cuales:

- Existen continua, intermitente o periódicamente, en condiciones normales de operación, concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables; o,
- Pueden existir frecuentemente concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables, a causa de trabajos de reparación o mantenimiento o a causa de escapes; o,

- Una interrupción o el funcionamiento defectuoso del equipo o los procesos pueden provocar la formación de concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables y simultáneamente provocar también la falla del equipo eléctrico.

b. División 2, que corresponde a los siguientes casos en la clase I:

- Los lugares en donde se maneja, procesan o usan líquidos volátiles o 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 de funcionamiento anormal de los equipos por medio de los cuales se manejan dichos líquidos, gases o vapores; o,

- Lugares en los cuales una adecuada ventilación de presión positiva impide normalmente la formación de concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables, pero que pueden convertirse en peligrosas por falla o funcionamiento anormal del equipo de ventilación; o,

- Lugares adyacentes a los de Clase I, División 1 y

a los cuales puedan pasar ocasionalmente concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables, a menos que tal comunicación se impida por medio de una adecuada ventilación de presión positiva tomada de una fuente de aire limpio y se provean salvaguardas eficaces contra fallas del equipo de ventilación.

#### DIVISIONES DE LOS LUGARES CLASE II

a. División I que comprende los lugares Clase II siguientes:

- Lugares en los cuales haya o pueda haber polvos combustibles en suspensión en el aire en condiciones normales de operación, ya sea continua, intermitente o periódicamente y en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables; o
- Lugares donde puedan formarse dichas mezclas explosivas o inflamables en condiciones anormales de operación o de falla mecánica del equipo y donde, al mismo tiempo, pueda producirse una fuente de ignición por fallas del equipo eléctrico, del equipo de protección o por cualquier otra causa; o
- Lugares donde puedan estar presentes polvos eléctricamen

te conductores.

b. División 2, que comprende los lugares clase II en donde - los polvos combustibles no están normalmente en suspensión en el aire, ni es probable que sean puestos en suspensión por la operación normal del equipo, en cantidades suficientes para formar una mezcla explosiva o inflamable, pero donde:

- Los depósitos o acumulación de polvos puedan ser suficientes para interferir con la disipación efectiva del calor del equipo o aparatos eléctricos; o donde
- Los depósitos o acumulación de polvos dentro, sobre o cerca del equipo eléctrico, puedan inflamarse a causa de arcos, chispas o material en combustión que provengan del mismo equipo.

#### DIVISIONES DE LOS LUGARES CLASE III

a. División 1 que comprende lugares Clase III, en los cuales se manejan, fabrican o usan fibras o materiales fácilmente inflamables que producen pelusas combustibles.

b. División 2, que comprende los casos en que, fuera del pro



ceso de manufactura, se manejan o almacenan las fibras fácilmente inflamables.

#### LUGARES INCLUIDOS EN LAS DIFERENTES CLASES Y DIVISIONES

La tabla 601.3.5., menciona casos de lugares peligrosos que pueden considerarse incluidos en las diferentes clases y divisiones.

Nota: (De la tabla 601.3.5.).

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

Los lugares combustibles que no son eléctricamente conductores incluyen polvos producidos en el manejo de granos, azúcar o cacao pulverizados, polvos de huevo seco o de leche, especias pulverizantes, almidón y pastas, polvo de papas, de madera y de bagazo, de aceites de semillas y frijoles, pasto seco, y otros materiales orgánicos que puedan producir polvos combustibles al ser procesados o manejados.

Como polvos no metálicos y eléctricamente conductores se incluyen a los que provienen del carbón, coque y carbón de leña pulverizado. Los polvos que contengan magnesio o aluminio son especialmente peligrosos y deben tomarse toda clase de precauciones para evitar su ignición y explosión.

TABLA N° 4

CASOS QUE PUEDEN CONSIDERARSE INCLUIDOS EN LAS DIFERENTES CLASES  
DE LUGARES PELIGROSOS

División 1	<p>Lugares donde se vierten líquidos inflamables o gases licuados inflamables de un recipiente a otro; interior de las cabinas de pulverización y las áreas cercanas a las de pintura o pulverización donde se usen disolventes volátiles inflamables; lugares que contengan tanques abiertos o depósitos de líquidos inflamables; locales de secado o compartimiento de extracción de grasas o aceites por medio de disolventes volátiles inflamables; partes de las plantas de limpieza y tintorería donde se usen líquidos peligrosos.</p>
606.3.2 a)	<p>Locales de generación de gas y</p>
Clase I	<p>las demás partes de las plantas manufactureras de gas de donde pueden escaparse gases inflamables;</p>
Fuente de peligro:	<p>salas de bombeo de gases o líquidos volátiles no adecuados</p>

vienen.....

gases o

vapores

inflamables

bles

damente ventilados; interiores de refrigeradoras y congeladoras en las cuales se almacenan materiales inflamables volátiles en recipientes abiertos, fáciles de romper o mal tapados; lugares donde puedan ocurrir concentraciones de gases o vapores inflamables en el curso normal de las operaciones.

---

Lugares donde se usen gases, vapores inflamables o líquidos volátiles, pero que, a juicio de la autoridad competente, sólo puedan hacerse peligrosos en caso de accidente o alguna condición no usual de funcionamiento (la cantidad de material peligroso que puede escaparse en caso de accidente, la eficacia del sistema de ventilación, el área total afectada y la historia de la industria con respecto a explosiones o incendios son factores

División 2  
601.3.2. b)

vienen.....

que deben considerarse al determinar la clasificación y extensión de cada área peligrosa).

Lugares usados para el almacenamiento de líquidos o de gases licuados o comprimidos en depósitos herméticamente sellados - expuestos a condiciones peligrosas.

Áreas de trabajo de las plantas de almacenamiento o manejo de granos; locales en estas plantas que tengan molidoras o pulverizadoras, máquina que separen la cáscara de cereales; transportadores abiertos, cajones abiertos o tolvas, mezcladoras, básculas automáticas o con tolvas, empacadoras, elevadores de material distribuidoras a granel, colectores de polvo o material a granel (excepto los colectores totalmente metálicos y ventilados al exterior); maquinaria y equipos similares que produzcan polvo en las plantas procesadoras de gra

División 1

601.3.3 a)

Clase II

vienen....

Fuente

de peligro:

polvos combus

tibles o con

ductores.

nos, almidón, azúcar pulverizada, malta, picadoras de pasto y otras de despacho y entrega de naturaleza similar.

Plantas pulverizadoras de carbón (excepto cuando el equipo pulverizador es especialmente hermético al polvo); áreas de trabajo donde se produzcan, manejen, procesen, empaquen o almacenen(excepto en recipientes herméticos)polvos o partículas metálicas. Véase nota de esta tabla.

Otros lugares donde el polvo - combustible pueda en condiciones de funcionamiento normales estar presente en el aire en cantidades suficientes para - producir mezclas explosivas o inflamables.

---

Lugares donde no es probable - que se produzcan concentraciones de polvo en suspensión, pe

División 2

ro donde pueden formarse acumu  
laciones de polvo como son: lo  
cales y áreas que contengan -  
canaletas distribuidoras y -  
transportadoras cerrados; cajo  
nes o tolvas cerradas; máquinas  
y equipos que dejen escapar -  
cantidades apreciables de polvo  
sólo en condiciones anormales -  
de funcionamiento.

Locales o áreas adyacentes a  
los lugares Clase II, División  
1, a los cuales no pueden lle  
gar concentraciones explosivas  
o inflamables de polvos en sus-  
pensión más que en caso de con  
diciones de funcionamiento anor  
males.

Locales o áreas donde la forma-  
ción de concentraciones explosi  
vas o inflamables de polvo en  
suspensión, es impedida por el  
funcionamiento eficaz del equi-  
po de control de polvo.

vienen.....

Almacenes y locales de despacho, donde los materiales que producen los polvos son manejados únicamente en sacos o recipientes.

---

		Fábricas de rayón y algodón y demás fábricas textiles.
	División 1	
	601.3.4 a)	Plantas de procesamiento y manufactura de fibras combustibles.
Clase III		Desmontadoras de algodón y trituradores de semillas de algodón.
Fuente de peligro:		Plantas procesadoras de lino.
fibras o	División 2	Fábricas de ropa.
pelusas -		Plantas para trabajar madera y establecimientos e industrias que usen procesos o condiciones igualmente peligrosos.
inflamables		

---

## EXTENSION DE LAS AREAS PELIGROSAS

Los límites de las áreas que deben considerarse como peligrosas, en un lugar determinado, dependen de diversos factores, entre ellos, del tipo de la fuente de peligro, de la cantidad y densidad de los gases o vapores, polvos o pelusas presentes en la atmósfera del lugar y de la clase de ventilación que se tenga.

La extensión de las áreas peligrosas debe determinarse, para cada caso particular, en base a los factores mencionados y de acuerdo con las indicaciones que, para el propio caso o casos semejantes, haga la autoridad competente.

## REQUISITOS GENERALES DEL EQUIPO E INSTALACIONES

### APROBACION DEL EQUIPO PARA LUGARES PELIGROSOS

- a. El equipo eléctrico que requiera aprobación especial para usarse en un lugar peligroso, debe estar aprobado no solamente por la clase de lugar de que se trata, sino también para el tipo específico de gas, vapor o polvo que pueda estar presente en la atmósfera del mismo lugar.



Dicha aprobación puede referirse al grupo de atmósfera peligrosa que corresponda, entre los grupos que se mencionan en el artículo 601.3.8.

- b. El equipo eléctrico usado en un lugar peligroso no debe tener expuesta ninguna superficie cuya temperatura de operación exceda a la temperatura de ignición del gas, vapor o polvo específico que pueda estar presente en el lugar de que se trate.

#### GRUPOS DE ATMOSFERAS PELIGROSAS

Para fines de pruebas y de aprobación del equipo eléctrico adecuado para una cierta atmósfera con gases o vapores inflamables o polvos combustibles, se han establecido diferentes grupos de atmósferas peligrosas con las siguientes designaciones:

- a. Atmósfera grupos A, B, C y D que corresponden a lugares Clase I y que contienen los gases o vapores de líquidos volátiles que se indican en la tabla 601.3.8. a), u otros de características peligrosas semejantes.

Nota: La peligrosidad de una atmósfera no sólo depende de la temperatura de ignición del gas o vapor (o, en su caso,

polvo) que contiene, sino también de las características explosivas del mismo gas o vapor y del grado de concentración de éste que se requiere para formar una mezcla explosiva.

b. Atmósfera grupos E, F y G, que corresponden a lugares Clase II y que contienen, respectivamente:

- En las atmósferas grupo E, polvos metálicos, incluyendo aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales u otros metales de características peligrosas semejantes;
- En las atmósferas Grupo F, negro de humo o polvos de carbón vegetal o mineral o de coque, en una proporción mayor del 8 % de material volátil;
- En las atmósferas Grupo G, harina, almidón o polvos de cereales.

#### MARCAS DE IDENTIFICACION

a. El equipo aprobado para usarse en lugares peligrosos debe tener marcas que indiquen la clase del lugar y grupo de atmósfera (o gas, vapor o polvo específico) para el cual ha sido aprobado.

TABLA N<sup>o</sup> 5

GRUPOS DE ATMOSFERAS PELIGROSAS EN LUGARES CLASE I Y GASES O  
VAPORES DE LIQUIDOS VOLATILES QUE CONTIENEN:

GRUPO A	GRUPO D
acetileno	acetona
	acrilonitrilo
GRUPO B	amoníaco
	benceno
butadieno	butano
óxido de etileno	butanol-1 (alcohol butílico)
hidrógeno	butanol-2 (alcohol butílico) <u>se</u> cundario.
gases manufacturados que contienen más de 30% de hidrógeno (por volumen)	acetado n-butílico
óxido de propileno	acetato isobutílico
	etano
	etanol (alcohol etílico)
GRUPO C	acetato etílico
	dicloroetileno
acetaldehído	gasolina
ciclopropano	heptanos
dietileter	hexanos
etileno	isopreno
dimetilhidrazina asimétrica	metano (gas natural)

viene.....

(UDMI:-1,1-dimetilhidrazina)

metano(alcohol metílico)

3-metil-butanol(alcohol isoalifático)

metil etil ketona

metil isobutil ketona

2.metil-1-propanol(alcohol isoalifático)

2.metil-2-propanol(alcohol alifático terciario)

petróleo nafta

octanos

pentanos

1-pentanol (alcohol alifático)

propano

1-propanol(alcohol alifático)

2-propanol (alcohol isopropílico)

propileno

estireno

tolueno

acetato vinílico

cloruro vinílico

xilenos

- b. El equipo aprobado para una determinada clase de lugar peligroso debe tener, además, la indicación de la temperatura máxima (o rango de temperatura) de operación, basada en una temperatura ambiente de 40 °C. Para esta indicación, pueden usarse los números de identificación que se muestran en la tabla 601.3.9.b.; o bien deben considerarse los valores que se mencionan en el inciso c) que sigue:

EXCEPCION: La indicación de la temperatura no se requiere - en las partes de la instalación que no producen calor en operación normal, como son la tubería, las cajas de conexiones y otros accesorios, así como en el equipo cuya temperatura máxima de operación no exceda de 100°C.

- c. Cuando no se encuentre indicado en el equipo aprobado para lugares Clase I el valor de la temperatura máxima de operación o el número de identificación,

Según la tabla 601.3.9.b., deben considerarse los siguientes - valores:

- Atmósferas Grupo A, 280°C
- Atmósferas Grupo B, 280°C
- Atmósferas Grupo C, 180°C
- Atmósferas Grupo D, 280°C

Nota: La temperatura asignada a cada grupo corresponde a la más baja temperatura de ignición de los gases o vapores comprendidos en el grupo; por lo que la inclusión de un nuevo gas o vapor en algunos de los grupos, puede dar lugar a que se modifique la temperatura límite asignada a ese grupo.

TABLA N<sup>o</sup> 6

Temperatura máxima °C	Número de identifica ción.	Temperatura máxima °C	Número de identifica ción.
450	T1	180	T3A
300	T2	165	T3B
280	T2A	160	T3C
260	T2B	135	T4
230	T2C	120	T4A
215	T2D	100	T5
200	T3	85	T6

## EQUIPO NO ESENCIAL EN AREAS PELIGROSAS

Se recomienda no instalar o usar equipos eléctricos dentro de las áreas peligrosas que no sea esencial para el proceso que se desarrolla en las mismas áreas.

El equipo del servicio, tableros, interruptores y equipo eléctrico similar debe localizarse, siempre que sea posible, en lugares de los edificios donde no existan condiciones peligrosas.

## SEPARACION DE LOS LOCALES PARA EL EQUIPO

- a. Cuando en un edificio con áreas peligrosas se usen muros, divisiones, pisos o techos para formar locales o áreas no peligrosas, estos elementos deben ser: de construcción sólida, con materiales no combustibles o con cubierta de material no combustible y contruidos en tal forma que se asegure que dichos locales o áreas estarán permanentemente libres de los factores de peligro señalados en estos artículos.
- b. La comunicación entre un local no peligrosos y un local Clase I, División 2, o Clase II o Clase III, debe tener puertas que se cierran firmemente por sí mismas y sean del tipo aprobado contra incendio.

- c. En la comunicación entre un local no peligroso y un local - Clase I, División I, debe aplicarse el criterio indicado en el artículo 601.3.2., inciso b), tercer párrafo.

#### PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS

Las instalaciones eléctricas en lugares peligrosos, cuando es tén abastecidas por una línea aérea ubicada en una área donde las descargas atmosféricas sean frecuentes, deben protegerse - con pararrayos de un equipo adecuado (uno en cada conductor ac tivo). Estos dispositivos deben estar ubicados a la entrada del servicio, antes del medio de desconexión general, y su co nexión a tierra debe estar unida al sistema de tierra general - de la instalación.

#### 6.2. INSTALACIONES EN LUGARES CLASE I

##### APLICACION

Además de los requisitos generales de la sección 601., las instalaciones y el equipo en lugares Clase I deben cumplir con los requisitos de esta sección.

##### MOTORES Y GENERADORES



a. Clase I, División I, Los motores , generadores y otras máquinas eléctricas rotatorias deben ser: 1. A prueba de explosión; o 2. del tipo totalmente cerrado con ventilación de presión positiva tomada de una fuente de aire limpio 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 también con un arreglo tal que el equipo sea energizado automáticamente cuando el abastecimiento de aire falle; o 3. del tipo "totalmente cerrado lleno de gas inerte", abastecido 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 abastecimiento de dicho gas falle.

Los motores del tipo totalmente cerrado, que se mencionan en 2. y 3., no deben tener superficies externas con temperaturas de operación que excedan del 80 % de la temperatura de ignición del gas o vapor peligroso involucrado. Estos motores deben proveerse de dispositivos adecuados para detectar si hay un incremento en la temperatura por encima de los límites establecidos y en tal caso, desenergizar automáticamente el motor o proveer una alarma adecuada. El equipo auxiliar debe

ser de un tipo aprobado para el lugar en que se instale.

- b. Clase I, División 2; Los motores, generadores y otras máquinas eléctricas rotatorias que contengan contactos deslizantes, mecanismos de interrupción de tipo centrífugo o de otro tipo (incluyendo dispositivos de sobrecorriente o sobret temperatura de motores) o resistencias integradas, deben ser del tipo aprobado para lugares Clase I, a menos que tales dispositivos o mecanismos se encuentren dentro de cubiertas aprobadas para lugares Clase I.

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 de tipo cerrado que no sea a prueba de explosión.

#### INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS Y MANUALES, CONTROLADORES DE MOTORES Y FUSIBLES. CLASE I, DIVISIONES 1 y 2.

Los interruptores, controladores de motores y fusibles, incluyendo botones pulsadores, relevadores y dispositivos similares, deben tener cubiertas que, conjuntamente con los aparatos contenidos en ellas, estén aprobadas para lugares Clase I.

En la división 2, estos aparatos pueden ir en cubiertas de uso general siempre que: 1. La interrupción de la corriente ocurra dentro de una cámara herméticamente sellada contra la entrada de gases o vapores, ó 2. Los contactos de establecimientos e interrupción de la corriente estén sumergidos en aceite.

#### MÉTODOS DE INSTALACION

a. Clase I, División 1, Las instalaciones de alumbrado, fuerza, control o comunicación, deben hacerse con tubo metálico rígido tipo pesado o semipesado con accesorios terminales aprobados para lugares Clase I. Las cajas y accesorios deben ser roscados para su conexión con el tubo y deben ser a prueba de explosión. Las uniones deben tener, como mínimo, cinco vueltas completas de rosca.

Las conexiones flexibles que se usen en motores y equipo similar, deben hacerse con acoples metálicos flexibles aprobados para lugares Clase I.

b. Clase I, División 2, las instalaciones de alumbrado, fuerza, control o comunicación, deben hacerse con tubo metálico rígido tipo pesado o semipesado. Las conexiones flexi

bles que se usen en motores y equipo similar, pueden hacerse con tubo metálico flexible, tubo metálico flexible hermético a los líquidos o cordón flexible para uso extrarruido, provistos de los accesorios terminales aprobados.

#### SELLADO Y DRENAJE

a. Sellado de tubos, Clase I, 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:

a.1. Tubos que entren a cubiertas que contengan interruptores manuales o automáticos, fusibles, relevadores, resistencias y demás aparatos que puedan producir arcos, chispas o temperaturas elevadas. El sello debe colocarse lo más cerca posible de la cubierta, pero en ningún caso a más de 45 centímetros de ella.

Entre la cubierta y el accesorio para sellado sólo debe haber uniones, cajas o accesorios que sean a prueba de explosión.

a.2. Tubos de 51 mm. (2 pulgadas) o más de diámetro nominal que entren a cubiertas o a cajas de terminales, empal-

mes o derivaciones. Los sellos deben quedar a una dis  
tancia no mayor de 45 centímetros de la cubierta o ca  
ja.

a.3. Tubos que salgan de un lugar Clase 1, División 1. El  
accesorio para sellado puede colocarse en cualquiera  
de los lados de la línea límite, pero debe estar dise  
ñado e instalado de manera que los gases o vapores que  
puedan entrar en el sistema de tuberías, dentro del  
lugar peligroso, no pasen al tubo que está más allá  
del sello. No debe existir unión, accesorio o caja en  
tre el accesorio para sellado y la línea límite.

b. SELLADO DE TUBOS. Clase 1, División 2, Deben colocarse se  
llos en el interior de los tubos, en los siguientes casos:

b.1. Tubos que entren a cubiertas que requieran ser a prue  
ba de explosión. El sello debe colocarse lo más cer  
ca de la cubierta, pero en ningún caso a más de 45 -  
centímetros de ella.

b.2. Tubos que pasen de un lugar Clase 1, División 2, a un  
lugar no peligroso. La localización del accesorio pa  
ra sellado debe estar de acuerdo con lo indicado en -  
a.3., anterior.

c. REQUISITOS DE LOS SELLOS: Clase I, Divisiones 1 y 2, Cuando se requieran sellos, éstos deben cumplir con lo siguiente:

c.1. Las cubiertas para equipo o conexiones deben estar provistas de un medio integral para sellado o bien deben usarse accesorios para sellado aprobados para lugares Clase I. Los accesorios para sellado deben ser accesibles.

c.2. El compuesto sellador debe estar aprobado para este uso; ser resistente a la atmósfera o líquidos con los que pudiera estar en contacto.

c.3. El tapón formado por el compuesto sellador debe tener una longitud por lo menos igual al diámetro nominal del tubo y en ningún caso, inferior a 16 milímetros.

c.4. 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.

d. Cuando haya probabilidad de la presencia de líquidos o vapores condensados dentro de la cubierta de equipo eléctrico o en algún punto de la canalización, deben proveerse medios -

adecuados para evitar la acumulación o permitir el drenaje periódico de tales líquidos o vapores condensados.

### 6.3. INSTALACIONES EN LUGARES CLASE II

#### GENERAL

Además de los requisitos generales de la sección 601, las instalaciones y equipos eléctricos ubicados en lugares clase II, deben cumplir con los requisitos de esta sección.

En lugares Clase II, la temperatura en las superficies externas del equipo, en condiciones reales de operación, no debe exceder de 165°C para el caso del equipo que no está sujeto a sobrecarga y de 120°C, para equipo que pueda admitir cierta sobrecarga, como es el caso de motores y transformadores de potencia.

El equipo "a prueba de explosión" en el artículo 601.2., no se requiere instalar en lugares Clase II, y sólo puede usarse cuando el mismo está aprobado específicamente para estos lugares.

#### MOTORES Y GENERADORES. CLASE II, DIVISIONES 1 y 2

Los motores, generadores y otras máquinas eléctricas rotatorias

deben ser del tipo aprobado para lugares Clase II (a prueba de ignición de polvo) o del tipo totalmente cerrado con ventilación por ductos.

En la división 2, cuando los polvos no sean conductores ni abrasivos, la acumulación de polvo sea reducida y las máquinas sean fácilmente accesibles para mantenimiento y limpieza, pueden instalarse: 1) Máquinas de uso general - abiertas que no contengan deslizantes, dispositivos de interrupción (incluyendo dispositivos de protección contra sobrecorriente o sobretensión) o resistencias; 2) Máquinas de uso general abiertas en las que los contactos deslizantes, dispositivos de interrupción o resistencias incorporadas vayan alojados en cajas herméticas al polvo; o 3) Motores textiles de jaula de ardilla autolimpiantes.

#### INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS Y MANUALES, CONTROLADORES DE MOTORES Y FUSIBLES

a. Clase II, División 1, los interruptores, controladores de motores y fusibles, incluyendo botones pulsadores, relevadores y dispositivos similares, que estén destinados a interromper corriente en operación normal o estén instalados donde pueda haber polvos combustibles y electricamente conductores, deben tener cubiertas a prueba de ignición de -



polvo, las cuales, conjuntamente con el equipo contenido - en ellas, estén aprobadas para lugares Clase II. En lugares donde puedan existir polvos de magnesio, aluminio u otro metal que presente riesgo similar, las cubiertas deben estar específicamente aprobadas para esta aplicación.

Los desconectores e interruptores destinados sólo para accionar, que no contengan fusibles y no estén instalados donde pueda haber polvos electricamente conductores, deben tener cubiertas metálicas diseñadas en tal forma que se reduzca al mínimo la entrada de polvo, las cuales estén provistas de tapas de cierre ajustado u otros medios efectivos para evitar el escape de chispas o material en combustión y no tengan aberturas (como agujeros para tornillos de fijación).

- b. Clase II, División 2. Las cubiertas para interruptores, controladores de motores y fusibles, incluyendo botones pulsadores, relevadores y dispositivos similares, deben cumplir con lo indicado en el segundo párrafo del inciso anterior.

#### METODO DE INSTALACION

- a. Clase II, División 1, Las instalaciones de alumbrado, fuerza, control o comunicación deben hacerse con tubo metálico rígido

tipo pesado o semipesado.

Las cajas de conexión y accesorios deben ser roscados para su conexión con el tubo y no deben tener aberturas (como agujeros para tornillos de fijación) a través de las cuales pudiera entrar el polvo o pudieran escaparse chispas o material en combustión. Las cajas y accesorios que contengan empalmes, derivaciones o conexiones terminales o que se usen en locales donde existan polvos combustibles y electricamente conductores, deben estar aprobados para lugares Clase II.

Las conexiones flexibles que se usen con motores y equipo similar deben hacerse con conectores herméticos al polvo, tubo metálico flexible hermético a los líquidos o cordón flexible para uso extrarrudo, con los accesorios adecuados. Cuando se use cordón flexible y existan polvos eléctricamente conductores, deben proveerse sellos herméticos al polvo en ambos extremos del cordón. Un conductor adicional para propósitos de conexión a tierra debe proveerse en el cordón flexible, a menos que se cuente con otro medio aceptable de conexión a tierra. Cuando las conexiones flexibles estén expuestas al aceite u otras condiciones corrosivas, el aislamiento de los conductores debe ser el aprobado para tal condición o estar protegido con una cubierta exterior adecuada.

b. Clase II, División 2. Las instalaciones de alumbrado, fuerza, control o comunicación debe hacerse con tubo metálico rígido tipo pesado o semipesado, o bien ductos herméticos al polvo.

Los ductos, cajas y accesorios en los que se hagan empalmes o derivaciones de conductores deben estar diseñados de tal forma que se reduzca al mínimo la entrada de polvo y cumplir con lo siguiente:

1. Estar provistos de tapas de cierre ajustado u otros medios efectivos para evitar el escape de chispas o material en combustión; y,
2. No tener aberturas (como agujeros para tornillos de fijación) a través de las cuales pudiera inflamarse el material combustible adyacente.

Cuando sean necesarias conexiones flexibles, debe aplicarse lo indicado en el inciso a) anterior, tercer párrafo.

SELLADO. Clase II, Divisiones 1 y 2

Cuando una canalización comunica una cubierta que es a prueba de ignición de polvo con otra que no lo es, deben

proveerse medios adecuados para impedir la entrada de polvo en la cubierta a prueba de ignición de polvo, a través de la canalización. Esto puede lograrse por medio de un sello permanente y efectivo.

#### CORDONES FLEXIBLES, CLASE II, Divisiones 1 y 2

Los cordones flexibles deben cumplir con lo siguiente:

1. Ser para uso "extrarrudo";
2. Contener un conductor de puesta a tierra adicional a los conductores del circuito;
3. Estar conectados a las terminales del equipo en una forma aprobada para tal objeto;
4. Tener abrazaderas u otro medios de sujeción que impidan que las conexiones terminales estén sujetas a tensión mecánica; y
5. Que la entrada del cordón a una caja, accesorio o cubierta de equipo que requiera ser "a prueba de ignición de polvo", esté convenientemente sellada contra la entrada de polvo.

#### PARTES VIVAS, CLASE II, Divisiones 1 y 2

No deben existir partes vivas expuestas en equipos o instalaciones.

### 6.4. INSTALACIONES EN LUGARES CLASE III

#### GENERAL

Además de los requisitos generales de la sección 601, las instalaciones y equipos eléctricos ubicados en lugares - Clase III, deben cumplir con los requisitos de esta sección.

En lugares Clase III, la temperatura en las superficies - externas del equipo, en condiciones normales de operación, no debe exceder de  $165^{\circ}\text{C}$ , para el caso del equipo que es tá sujeto a sobrecarga y de  $120^{\circ}\text{C}$ , para equipo que pueda admitir cierta sobrecarga, como es el caso de motores

#### MOTORES Y GENERADORES. CLASE III, Divisiones 1 y 2

Los motores, generadores y otras máquinas eléctricas rota torias deben ser: totalmente cerrados no ventilados, total mente cerrados con ventilación por ductos o totalmente ce rrados con ventilación forzada.

Los motores, generadores y otras máquinas eléctricas rota torias del tipo "parcialmente cerrado" no deben instalarse en lugares Clase III.

#### INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS Y MANUALES, CONTROLADORES DE MO TORES Y FUSIBLES. CLASE III, DIVISIONES 1 y 2

Los interruptores, controladores de motores y fusibles, in

cluyendo botones pulsadores, relevadores y dispositivos similares, deben tener cubiertas metálicas diseñadas en tal forma que se reduzca al mínimo la entrada de fibras o pelusas; tales cubiertas deben estar provistas de tapas de cierre ajustado u otros medios efectivos para impedir el escape de chispas o material en combustión y no tener aberturas (como agujeros para tornillos de fijación), a través de las cuales pudieran escapar chispas o material en combustión o pudieran inflamarse las acumulaciones exteriores de fibras o pelusas o el material combustible adyacente.

#### MÉTODOS DE INSTALACION. CLASE III, Divisiones 1 y 2

- a. Las instalaciones de alumbrado, fuerza, control o comunicación deben hacerse con tubo metálico rígido tipo pesado o semipesado.
- b. Las cajas y accesorios que contengan empalmes o derivaciones de conductores o conexiones terminales deben:
  1. Estar provistos de tapas de cierre ajustado u otros medios efectivos para impedir el escape de chispas o material en combustión; y
  2. No tener aberturas (como agujeros para tornillos de fijación) a través de las cuales pudieran escapar chispas o material en combustión o pudiera inflamarse el material combustible adyacente.

c. Las conexiones flexibles que se usen con motores y equipo similar deben cumplir con lo indicado en el artículo 603.4 inciso a), tercer párrafo.

· CORDONES FLEXIBLES. CLASE III, Divisiones 1 y 2

Los cordones flexibles deben cumplir con lo indicado en el artículo 603.6

PARTES VIVAS

No deben existir partes vivas expuestas en equipo e instalaciones.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Realizando un análisis de los resultados obtenidos en todos los capítulos de esta tesis, se tienen las siguientes conclusiones:

1. En el país no se han establecido NORMAS que rijan las instalaciones eléctricas industriales.
2. Que el establecimiento de normas para las instalaciones eléctricas es importante por cuanto vela por la seguridad de las personas y sus propiedades, caso patético evitando incendios.
3. Que es importante el establecimiento de un Código Eléctrico - Ecuatoriano.
4. Que el INEN y el INECEL conscientes de esta problemática coordinaron, dirigieron y financiaron a egresados de la Escuela Superior Politécnica del Litoral y de la Escuela Politécnica de Quito, elaborarán Tesis de Grado como proyecto de Normas para instalaciones para que conformen el Código Eléctrico - Ecuatoriano, que la presente tesis surgió como consecuencia -



de esta necesidad.

5. Que estas normas deben considerarse como requisitos mínimos de seguridad.
  
6. Estas normas técnicas no han sido elaboradas para resolver los problemas que se presentan en Proyectos y Construcciones e Instalaciones Eléctricas Industriales. Para la solución de estos problemas se necesita el consumo de los Ingeniero - en Electricidad.
  
7. Las normas deben ser revisadas y actualizadas periódicamente.
  
8. Sería muy conveniente que dentro del Código Eléctrico Nacional se contemplen las normas expresadas en esta tesis.

## BIBLIOGRAFIA

1. CODIGO ELECTRICO NACIONAL (Estados Unidos)
2. NORMAS V.D.E.ALEMANAS
3. NORMAS TECNICAS MEXICANAS
4. EL REGLAMENTO NACIONAL PARA LA INSTALACION DE ACOMETIDAS DEL SERVICIO ELECTRICO
5. REGLAMENTO PARA APROBACION DE PROYECTOS ELECTRICOS (EMPRESA ELECTRICA DEL ECUADOR).
6. REDES ELECTRICAS ZOPPETTI
7. "DISTRIBUCION SYSTEMS" WESTINGHOUSE
8. INDUSTRIAL POWER SYSTEMS HANDBOOK OF DONALD BEERMAN (PRIMERA EDICION).
9. ELECTRIC POWER DISTRIBUTION FOR INDUSTRIAL PLANTS (I.E.E.E.)