

ción de banquetas o alfombrillas aislantes basa su eficacia preventiva en elevar de tal forma este valor, que la corriente de defecto que pasa por el cuerpo del usuario resulta prácticamente inapreciable.

La tensión

La tensión es el factor que unido a la resistencia del circuito, provoca el paso de la corriente resultante por el cuerpo humano.

Una tensión elevada no es peligrosa en sí misma, si no en cuanto se aplica a una resistencia baja que permite el paso de una corriente perjudicial.

Se define como tensión de contacto a aquella que resulta aplicada entre dos partes distintas del cuerpo humano. Es la tensión realmente aplicada al cuerpo humano.

Se define como tensión de defecto aquella que aparece como consecuencia de un defecto de aislamiento: entre dos masas, entre una masa y un elemento conductor o entre una masa y tierra.

Los valores límite de la tensión de contacto para una duración determinada sin llegar a ser peligrosos para las personas se indican en la siguiente figura:

Se entiende por tensión de seguridad, aquella que puede ser aplicada indefinidamente al cuerpo humano sin peligro:

- En emplazamientos secos: 50 V
- En emplazamientos húmedos o mojados: 24 V
- En emplazamientos sumergidos: 12 V

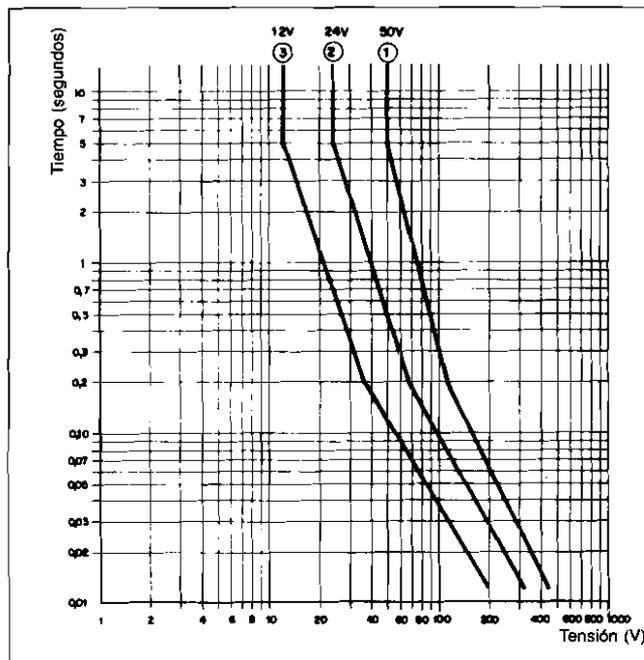
La frecuencia

Todo lo expuesto hasta ahora es en base a considerar una corriente alterna de 50 ó 60 Hz que es la que se emplea normalmente para uso doméstico o industrial.

Para corrientes eléctricas de frecuencia superior, la peligrosidad disminuye progresivamente a efectos de fibrilación ventricular aunque prevalecen los efectos térmicos de la corriente.

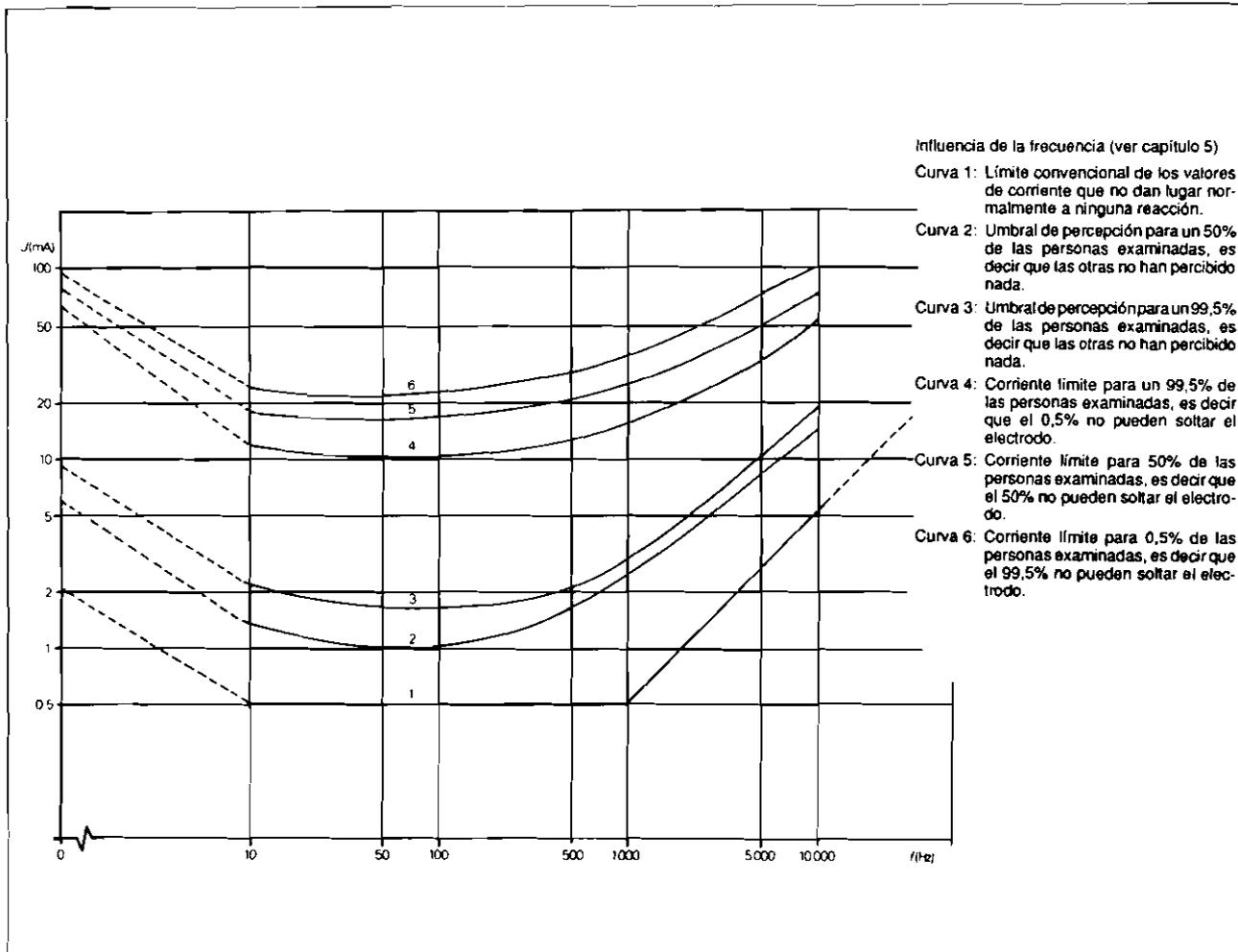
En medicina es usual el empleo de corrientes de alta frecuencia (Diatermia), para producir calor profundo en el organismo, con fines terapéuticos.

La corriente continua puede tener en principio las mismas consecuencias que la corriente alterna de 50-60 Hz aunque requiere valores de intensidad tres veces superiores.



- ① Persona con piel húmeda. Trayectoria mano-mano o mano-pies.
- ② Persona con piel mojada. Trayectoria mano-pies.
- ③ Persona sumergida en agua. Trayectoria mano-pies.

Límites de las tensiones de contacto no peligrosas



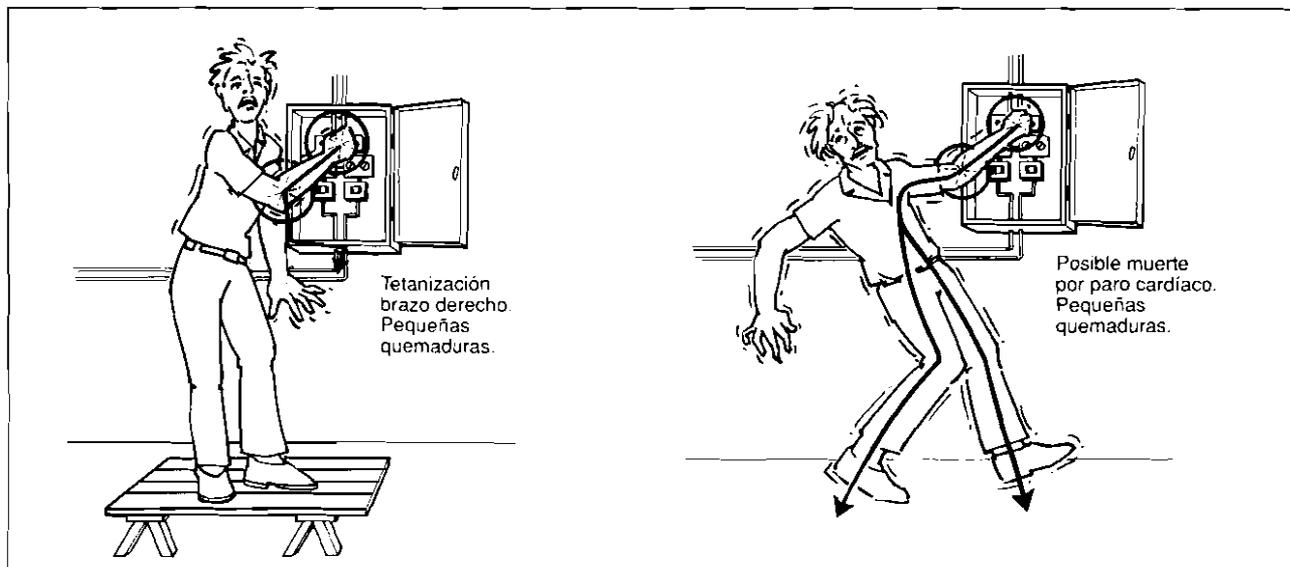
Influencia de la frecuencia

El recorrido de la corriente a través del cuerpo

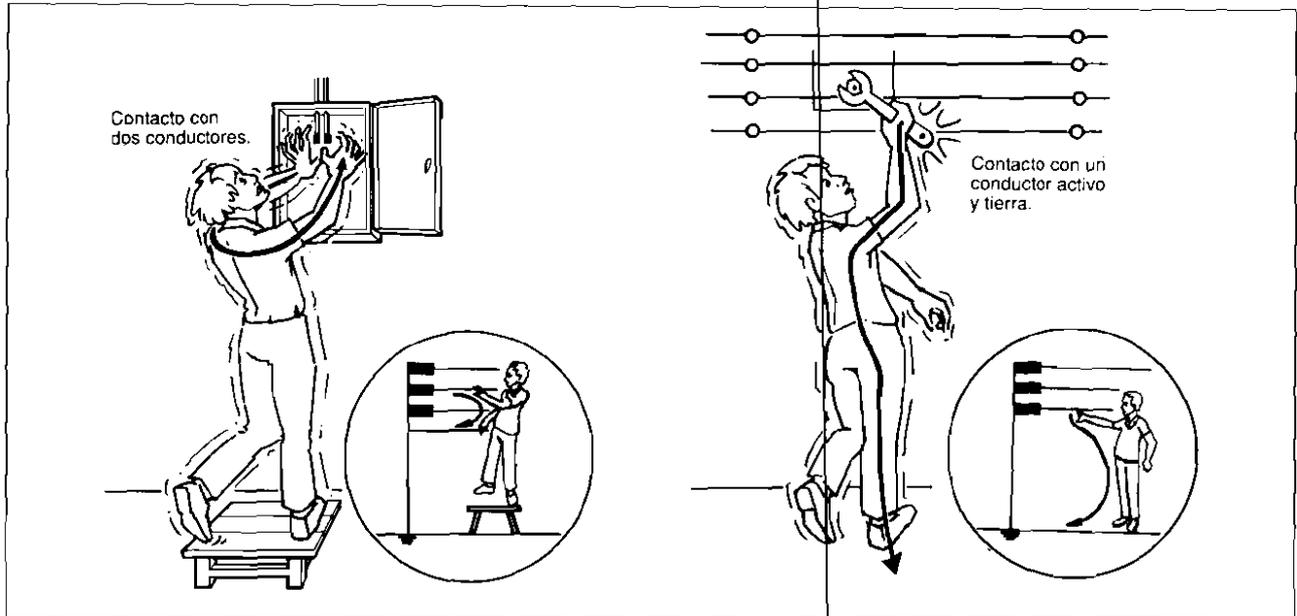
El accidente es, sin duda, mucho más grave si la trayectoria de la corriente atraviesa el

corazón pues, puede producir la muerte por fibrilación ventricular.

Es conocido un experimento que realizó Weis con un perro, al cual hizo pasar una



Importancia del recorrido de la corriente por el cuerpo humano



Formas de contacto eléctrico directo

corriente de 400 mA entre el cráneo y el maxilar inferior provocándole únicamente parada respiratoria temporal. La misma corriente, circulando entre el cráneo y una pata mató al animal instantáneamente, por fibrilación.

TIPOS DE CONTACTOS ELÉCTRICOS

Para que a una persona le suceda un paso de corriente, es condición necesaria un contacto, de alguna forma, con un elemento en tensión.

Esto puede ocurrir si cualquier parte del cuerpo toca directamente una instalación eléctrica, o bien, a través de un elemento conductor como una herramienta, una escalera metálica, etc.

A efectos preventivos los contactos eléctricos se clasifican en directos e indirectos.

Contactos eléctricos directos

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

Contactos eléctricos indirectos

Son aquellos en que la persona entra en

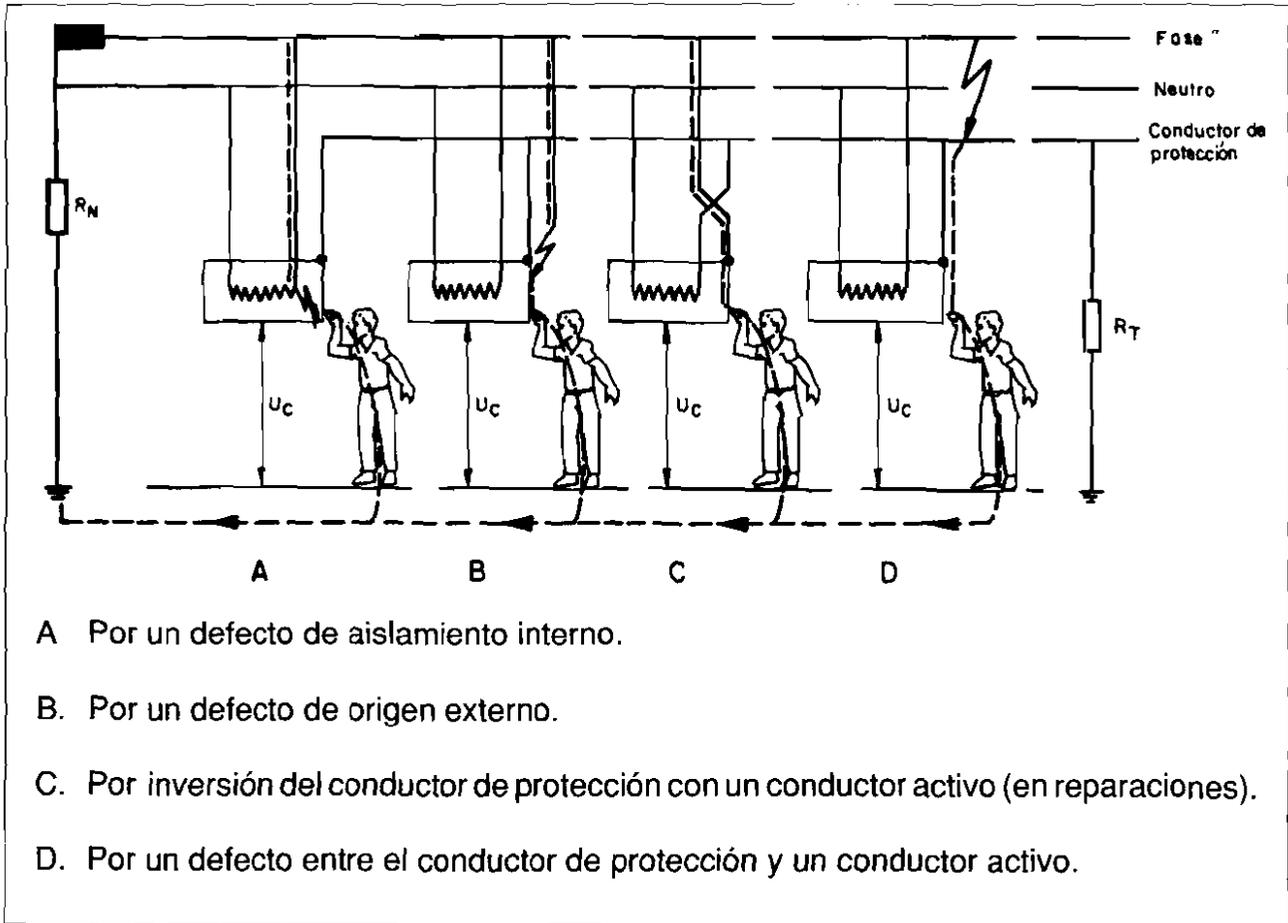


Contacto eléctrico indirecto

contacto con algún elemento que no forma parte del circuito eléctrico y que en condiciones normales no debería tener tensión, pero que la ha adquirido accidentalmente. Esto puede ocurrir por los motivos que se indican en la figura de la siguiente página.

PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ELÉCTRICOS DIRECTOS

Las medidas de protección contra contactos eléctricos directos, están destinadas a proteger a las personas del riesgo que implica el contacto con las partes activas de las instalaciones y equipos eléctricos.



Formas de contacto eléctrico indirecto

Se entiende por partes activas, los conductores y piezas conductoras bajo tensión en servicio normal.

Cabe distinguir las medidas destinadas a proteger los equipos e instalaciones para su uso o funcionamiento normal de las medidas que deben adoptarse para realizar trabajos en las instalaciones.

Medidas para proteger instalaciones y equipos

Alejamiento de las partes activas

Se conseguirá separando las partes activas de la instalación a una distancia del lugar donde las personas habitualmente se encuentran, o circulan, que sea imposible un contacto fortuito con las manos o por la manipulación de objetos conductores, cuando éstos se utilicen cerca de la instalación.

La zona que se considera alcanzable con la mano se indica en la figura de la siguiente página.

Claros ejemplos de aplicación de esta medida los encontramos en las alturas que alcanzan los tendidos eléctricos, tanto en Alta como en Baja tensión, estando reguladas las distancias mínimas por la Reglamentación Oficial.

La aplicación de esta medida requiere un estudio en fase de proyecto, debiendo limitar su aplicación sólo para aquellos casos en que no sea previsible la utilización de elementos conductores de considerable longitud.

Interposición de obstáculos

La interposición de obstáculos debe impedir todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Los obstáculos estarán fijados de forma segura y serán resistentes a los esfuerzos mecánicos usuales en su función.

Esta medida aplicada a las cubiertas y envolventes del material eléctrico supone

PROXIMIDADES Y PARALELISMOS con calles y carreteras nacionales, provinciales y comarcales (REBT MIBT 003 Cap. 16 Ap. 3)

$D1 \geq 6 \text{ m}$ | Para conductores desnudos
 $D2 \geq 5 \text{ m}$

Para conductores aislados ver REBT MIBT 003 Cap. 5

PASO POR ZONAS. Distancias a edificios y construcciones

Zonas accesibles:

$$D1 \geq 3,3 + \frac{U}{150} \text{ m}$$

(D1 mínimo = 5 m)

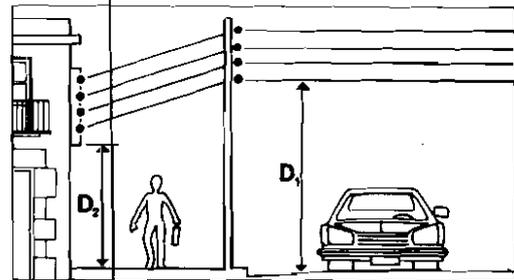
Zonas accesibles:

$$D2 \geq 3,3 + \frac{U}{150} \text{ m}$$

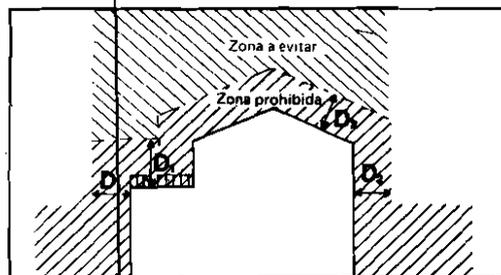
(D2 mínimo = 4 m)

U = Tensión de la línea en kV.

LINEAS DE BAJA TENSION



LINEAS DE ALTA TENSION



Protección contra contactos eléctricos directos. Alejamiento de las partes activas de la instalación

que éstas deben poseer como mínimo un grado de protección IP2XX.

Cuando los equipos eléctricos deban instalarse en locales para niños de corta edad o disminuidos psíquicos, el grado de protección no será inferior a IP4XX.

En el Cuadro se indican los grados de protección de las envolventes según UNE 20324.

La eliminación de las barreras o cubiertas sólo podrá realizarse con una de las siguientes condiciones:

- Con el uso de una llave o de un útil.
- Con la existencia de un sistema de enclavamiento automático que deje sin tensión todas las partes activas, al abrir la cubierta.
- Con la existencia de una segunda barrera de protección en el interior del equipo.

La aplicación de esta medida de protección es muy amplia: receptores en general, tomas

de corriente, armarios y cuadros eléctricos, etc.

Recubrimiento de las partes activas

Esta medida de protección la confieren los materiales aislantes que recubren las partes activas. Los aislamientos utilizados serán apropiados y capaces de conservar sus propiedades con el tiempo. No se consideran materiales apropiados las lacas, barnices, pinturas y productos análogos.

La corriente de contacto que permitirá los aislamientos no será superior a 1 mA.

Esta medida de protección normalmente se ha previsto en la construcción de los elementos eléctricos como cables aislados, bornes aislados, portalámparas, etc., no obstante subsisten elementos con partes activas al descubierto que en algunos casos pueden protegerse mediante recubrimiento posterior: barras en procesos electroquímicos y cuadros eléctricos, terminales, bornes, etc.

PRIMERA CIFRA (A)			SEGUNDA CIFRA (B)			TERCERA CIFRA (C)		
Protección contactos eléctricos directos	Protección penetración de líquidos	Protección penetración de sólidos extraños	Denominación según		Ensayo	Denominación según		Ensayo
			UNE 20324 CEI 144 NF C 20-010	DIN 40050		UNE 20324 CEI 144 NF C 20-010	DIN 40050	
Ninguna Protección	Ninguna Protección	Ninguna Protección	IP0 xx	P0		IP0x	P0	Ninguna Protección
Penetración mano	Goteo vertical	Cuerpos $\varnothing > 50$ mm	IP1 xx	P1		IP1x	P1	Resistente a una energía de choque de 0,225 J
Penetración dedo	Goteo desviado 15° de la vertical	Cuerpos $\varnothing > 12$ mm	IP2 xx	-		IP2x	-	
Penetración dedo	Lluvia Goteo desviado 30° de la vertical	Cuerpos $\varnothing > 8$ mm	-	P2		-	P2	
Penetración herramientas	Lluvia. Goteo desviado 60° de la vertical	Cuerpos $\varnothing > 2,5$ mm	IP3 xx	-		IP3x	-	Resistente a una energía de choque de 0,5 J
Penetración herramientas	Splacaduras. Proyección de agua en cualquier dirección	Cuerpos $\varnothing > 1$ mm	IP4 xx	P3		IP4x	P3	
Protección total	Chorro de agua. 0,3 Kg/cm ²	Puede penetrar polvo en cantidad no perjudicial.	IP5 xx	P4		IP5x	P4	Resistente a una energía de choque de 2 J
Protección total	Embete de mar. Chorro agua 1 Kg/cm ²	Protección total polvo	IP6 xx	P5		IP6x	-	
	Inmersión Agua a poca presión						P5	Resistente a una energía de choque de 5 J
	Material sumergible						-	
								Resistente a una energía de choque de 20 J

IDENTIFICACION DEL GRADO DE PROTECCION: El grado de protección de los receptores se indica mediante la inscripción IP seguida de tres cifras (A, B y C)

- IP
- A. PRIMERA CIFRA: Grado de protección de las personas contra contactos con partes en tensión o piezas en movimiento y de protección del material contra la penetración de cuerpos sólidos, extraños y polvo.
 - B. SEGUNDA CIFRA: Grado de protección del Material contra la penetración de líquidos.
 - C. TERCERA CIFRA: Grado de protección del Material contra los daños mecánicos.

Utilización de pequeñas tensiones de seguridad

No es necesario tener medidas de protección contra contactos eléctricos directos cuando dos partes activas de la instalación, de polaridades diferentes, no son simultáneamente accesibles o cuando la instalación está situada en un local de acceso solamente a personal cualificado. Si una u otra de estas condiciones no se cumplen, la tensión nominal entre las partes activas de polaridades diferentes no protegidas será como máximo de 24 volt.

Son "pequeñas tensiones de seguridad" las obtenidas por transformadores, generadores, baterías, pilas, etc. que respondan a las normas UNE correspondientes para esta aplicación de los citados aparatos. Esta medida se desarrolla más adelante como sistema de protección contra contactos eléctricos indirectos.

Protección complementaria con dispositivos diferenciales de alta sensibilidad

Las medidas de protección contra contactos eléctricos directos pueden presentar fallos ocasionales debidos a defectos de mantenimiento, fallos de aislamiento, imprudencias, etc. La adopción de una medida de protección complementaria, que permite asegurar una rápida desconexión de la instalación, constituye un método para reducir la probabilidad de consecuencias mortales en el caso de un accidente por contacto eléctrico directo.

Esto puede conseguirse mediante la instalación de dispositivos diferenciales con las siguientes condiciones:

Se utilizarán dispositivos diferenciales de alta sensibilidad $I_{\Delta N} \leq 0,03A$.

La utilización de estos dispositivos no deberá realizarse nunca como sustitutivo de una de las medidas de protección antedichas.

Como ejemplo de aplicación cabe citar la conveniencia de instalar dispositivos diferenciales de alta sensibilidad en aquellos circuitos que deban alimentar tomas de

corriente para receptores móviles o portátiles, porque obtendremos una protección complementaria contra contactos eléctricos en los siguientes supuestos:

Introducción de objetos en la base de la toma de corriente

Acceso a las espigas o alveolos de las tomas de corriente en caso de rotura de sus envolventes o en caso de utilización de clavijas o sistemas de conexión no adecuados.

Acceso a los conductores activos de los cables flexibles por deterioro de su aislamiento.

Protección contra contactos indirectos en los receptores por falta de continuidad en el conductor de protección.

Medidas para realizar trabajos en instalaciones eléctricas

Instrucción y habilitación del personal

Toda persona que realice trabajos eléctricos estará previamente habilitada por sus empresas respectivas y deberá poder acreditar en todo momento que posee conocimientos suficientes en los siguientes aspectos:

Características técnicas de las instalaciones eléctricas en que deba trabajar.

Procedimientos y medidas de seguridad a adoptar en los trabajos que tenga asignados.

Uso y verificación de los equipos y prendas de protección.

Medidas a adoptar en caso de accidente y primeros auxilios.

Normativa legal y normativa particular de su empresa respectiva.

Equipos y prendas de protección

En cada caso deberá emplearse el material de seguridad adecuado al trabajo que se vaya a realizar:

Guantes aislantes.

Calzado aislante.

Casco aislante.
 Banquetas o alfombras aislantes.
 Vainas o caperuzas aislantes.
 Comprobadores o discriminadores de tensión.
 Herramientas aislantes.
 Material de señalización (discos, barras, banderines, etc.).
 Equipos de puesta a tierra y en cortocircuito.
 Pértigas aislantes.
 Etc.

Relación de trabajos eléctricos a realizar.
 Asignación y prohibición de trabajos.
 Habilitación del personal.
 Procedimiento de operaciones.
 Circunstancias que pudieran originar la suspensión de los trabajos.
 Auxilio a los accidentados.
 El procedimiento de operaciones deberá ajustarse a lo establecido al respecto en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y a las características de las instalaciones.

Normativas particulares y métodos de trabajo

Las empresas que realicen trabajos en instalaciones eléctricas deberán disponer de una normativa de seguridad que contemple los siguientes aspectos:

PROTECCION CONTRA CONTACTOS ELECTRICOS INDIRECTOS

Los sistemas de protección contra contactos eléctricos indirectos tratan de prevenir

LAS "5 REGLAS DE ORO" PARA TRABAJAR EN INSTALACIONES ELECTRICAS (Art. 62 y 67 de O.G.S.H.T.)		TIPO DE INSTALACION	
		BAJA TENSION U < 1000 V	ALTA TENSION U ≥ 1000 V
1ª	Abrir todas las fuentes de tensión.	OBLIGATORIO	OBLIGATORIO
2ª	Enclavamiento o bloqueo si es posible, de los aparatos de corte.	OBLIGATORIO, SI ES POSIBLE	OBLIGATORIO, SI ES POSIBLE
3ª	Reconocimiento de la ausencia de tensión.	OBLIGATORIO	OBLIGATORIO
4ª	Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.	RECOMENDABLE	OBLIGATORIO
5ª	Delimitar la zona de trabajo mediante señalización o pantallas aislantes.	RECOMENDABLE	OBLIGATORIO

los contactos peligrosos de las personas con masas que accidentalmente se han puesto en tensión, basándose en alguno de los siguientes principios:

Impedir la aparición de defectos mediante aislamientos complementarios.

Hacer que el contacto resulte inocuo, usando tensiones no peligrosas o limitando la intensidad de fuga.

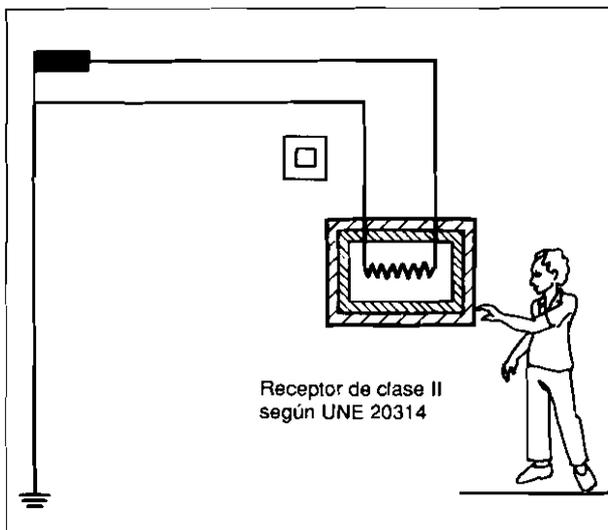
Limitar la duración del efecto mediante dispositivos automáticos de corte.

El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (MIBT 021) contempla diversos "sistemas de protección" de la clase A, que responden a los dos primeros principios, y de la clase B, que responden al tercer principio. A continuación se describen los de uso más corriente.

Sistemas de protección de clase A

Doble aislamiento

Este sistema de protección consiste en el empleo de materiales que dispongan de aislamiento de protección o aislamiento reforzado entre sus partes activas y sus masas accesibles. Basa su seguridad en que, por características constructivas, la probabilidad de que las masas accesibles queden en tensión es muy baja.



Empleo de equipos de doble aislamiento (Clase II)

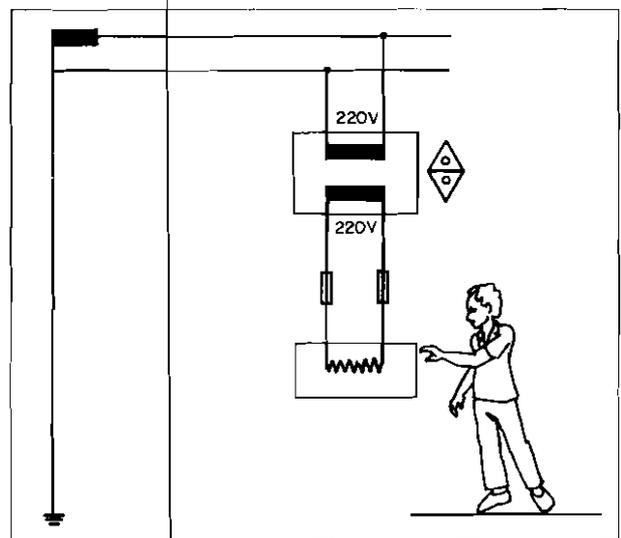
Los materiales de Clase II no llevan dispositivos para la conexión de sus masas accesibles a tierra y su aislamiento con respecto a masa es muy elevado (la tensión de ensayo es de 4000 V). Se reconocen por el símbolo □, y deben estar contruidos según norma UNE 20314.

Este sistema de protección se aplica a pequeños receptores, como electrodomésticos, cajas y cuadros eléctricos, máquinas de oficina, herramientas eléctricas manuales, etc.

Separación de circuitos

Este sistema de protección consiste en mantener separados el circuito de utilización y la fuente de energía, por medio de un transformador, manteniendo aislados de tierra a todos los conductores del circuito de utilización.

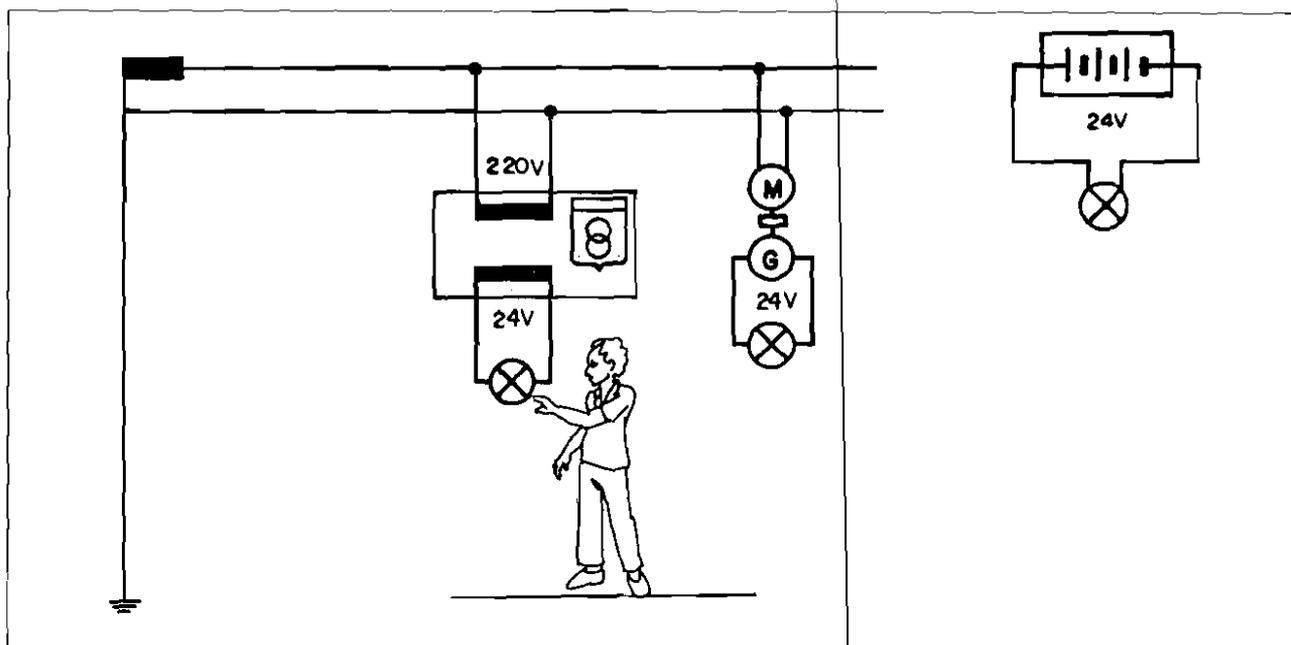
Se trata, por tanto, de mantener una red flotante de modo que, ante un primer fallo de aislamiento, el contacto con la masa no resulta peligroso debido a que el posible circuito de defecto está abierto y en consecuencia no existe circulación de corriente de defecto.



Empleo de un transformador de separación de circuitos

Si posteriormente aparece un segundo defecto actúan los fusibles o magnetotérmicos por cortocircuito.

TIPO	TENSION	POSIBILIDAD Y FORMA DE REALIZAR LA PUESTA A TIERRA	RESISTENCIA AISLAMIENTO cc (500 V)	OBSERVACIONES
Clase 0	$V_N \leq 440 \text{ V}$	Imposibilidad material de puesta a tierra de partes metálicas accesibles aislamiento funcional.	1 Mohm	Puede llevar doble aislamiento o aislamiento reforzado. Tensión de ensayo a masa ($t = 1 \text{ min}$) = 1500V (50 Hz).
Clase I	$V_N \leq 440 \text{ V}$	Posibilidad material de puesta a tierra de partes metálicas accesibles aislamiento funcional.	1 Mohm	Cable de conexión con conductos de protección. Clavija de conexión con contacto para contactos de protección. Tensión de ensayo a masa ($t = 1 \text{ min}$) = 1500V (50 Hz).
Clase 0I	$V_N \leq 440 \text{ V}$	Con borne de puesta a tierra de partes metálicas accesibles aislamiento funcional.	1 Mohm	Conductos de aumentación fijo del aparato. No incluye conductos de protección ni clavija con contactos para el mismo. Tensión de ensayo a masa ($t = 1 \text{ min}$) = 1500V (50 Hz).
Clase II	$V_N \leq 440 \text{ V}$	Imposibilidad material de puesta a tierra de partes metálicas accesibles doble aislamiento o aislamiento reforzado.	Funcional 2 Mohm	Símbolo característico:  Tensión de ensayo a masa ($t = 1 \text{ min}$) = 4000V 4500V (50 Hz).
Clase II A	$V_N \leq 440 \text{ V}$		Suplementario 5 Mohm	Envoltorio duradera-continua-aislante. Cubre casi todas las partes metálicas. Denominación: Clase II con aislamiento envoltorio.
Clase II B	$V_N \leq 440 \text{ V}$		Reforzado 7 Mohm	Envoltorio metálica aislada de las partes activas por un doble aislamiento o aislamiento reforzado. Denominación: Clase II con envoltorio metálica.
Clase II C		Conjunto de los tipos A y B.		
Clase III	$V_N \leq 50 \text{ V}$	Imposibilidad material de puesta a tierra de partes accesibles aislamiento funcional		Clavija de toma corriente especial que no pueda introducirse en bases de tensión superior a 50 V. Tensión de ensayo a masa ($t = 1 \text{ min}$) = 500 V (50 Hz).



Empleo de pequeñas tensiones de seguridad

Cuando un transformador alimente a más de un receptor, éstos estarán unidos entre sí.

Cuando se utilicen en locales mojados, conductores, o sumergidos, el transformador permanecerá fuera de dichos recintos.

El sistema proporciona muy buena protección, pero es caro y sólo aplicable hasta 16 kVA. Sus principales aplicaciones se dan en quirófanos y para alimentación de receptores móviles o portátiles en emplazamientos mojados o conductores.

Empleo de pequeñas tensiones de seguridad

Este sistema de protección consiste en la utilización de pequeñas tensiones, llamadas de seguridad, es decir, 24 V en emplazamientos húmedos y mojados y 50 V en emplazamientos secos. Basa su seguridad en no sobrepasar los valores existentes establecidos en función de las condiciones de humedad de la piel, por lo que cualquier contacto con la corriente eléctrica no produce efectos peligrosos.

Para que las pequeñas tensiones sean consideradas de seguridad serán suministradas únicamente por "fuentes de seguridad" de forma que se reduzca la posibilidad

de transferencia de tensiones de la red al circuito de utilización. Estas fuentes pueden ser:

Transformador de seguridad (UNE 20339)

Pilas

Máquinas eléctricas

El circuito de utilización no está puesto a tierra ni en unión eléctrica con circuitos de mayor tensión. Cuando se utilice en locales mojados, conductores, o sumergidos, el transformador permanecerá fuera de dichos recintos.

Probablemente sea el sistema más seguro, pero son escasos los receptores que pueden funcionar a estas tensiones. Sus principales aplicaciones se dan en quirófanos, alumbrado portátil, juguetes, circuitos de maniobras, etc.

Sistemas de protección de clase B

Estos sistemas basan su funcionamiento en la puesta a tierra directa o la puesta a neutro de las masas a proteger, asociándola a un dispositivo de corte automático que origine la rápida desconexión de la instalación defectuosa.

Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto. Diferenciales. (Esquema TT)

La aparición de un primer defecto de aislamiento en las masas a proteger provoca:

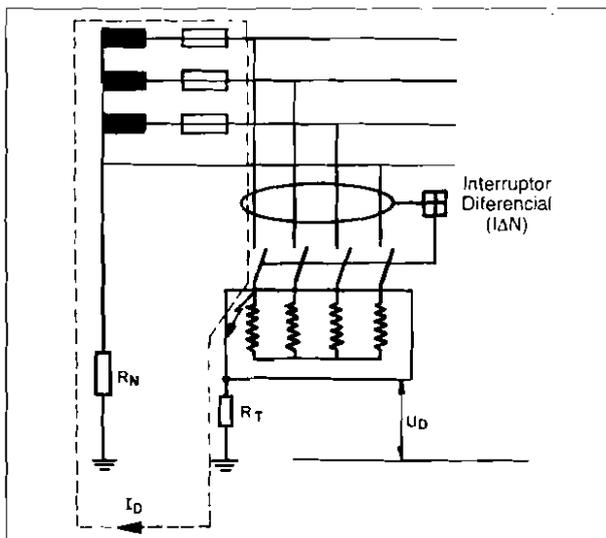
Una intensidad de defecto que se acerca a través de tierra.

$$I_D \approx \frac{U_{\text{Fase}}}{R_N + R_T}$$

Una tensión de defecto entre las masas y tierra, que podrá afectar a las personas que toquen dichas masas.

$$U_D \approx I_D \cdot R_T \approx \frac{U_{\text{Fase}} \cdot R_T}{R_N + R_T}$$

Esta tensión puede ser peligrosa en la mayoría de los casos si no existe un dispositivo de corte que limite su duración.



Protección mediante puesta a tierra e interruptor diferencial

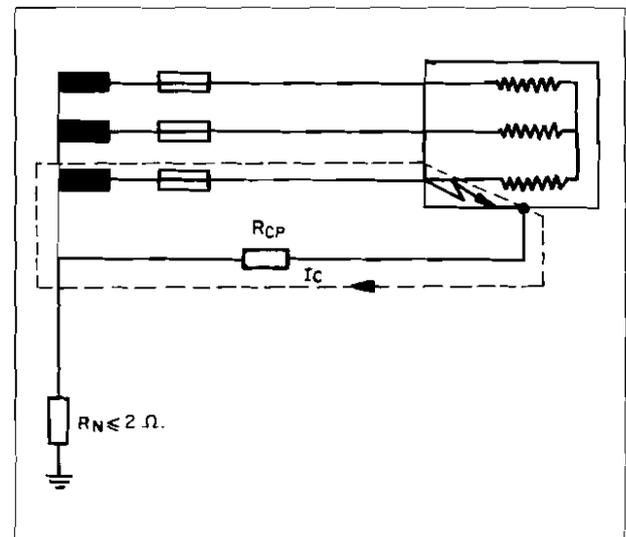
Los diferenciales son unos dispositivos de corte automático sensibles a la intensidad de defecto (I_D) e insensibles a la intensidad de funcionamiento normal de los aparatos. Esto significa que únicamente desconectan la instalación cuando por los circuitos que controla circula una intensidad de defecto que:

$$I_D \geq I_{\Delta N}$$

siendo $I_{\Delta N}$ la sensibilidad nominal del diferencial. Los valores más corrientes de $I_{\Delta N}$ son : 8 mA; 15 mA; 30 mA; 300 mA; 500 mA; 1 A; 2 A; 5A. Se denominan diferenciales de alta sensibilidad si $I_{\Delta N} \leq 30$ mA.

Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto (Esquema TN)

Consiste en unir las masas de la instalación al neutro de forma que los defectos francos de aislamiento se transforman en cortocircuitos entre fase y neutro, provocando el funcionamiento rápido de los dispositivos de corte y manteniendo la tensión de defecto a valores inferiores a la tensión de seguridad.



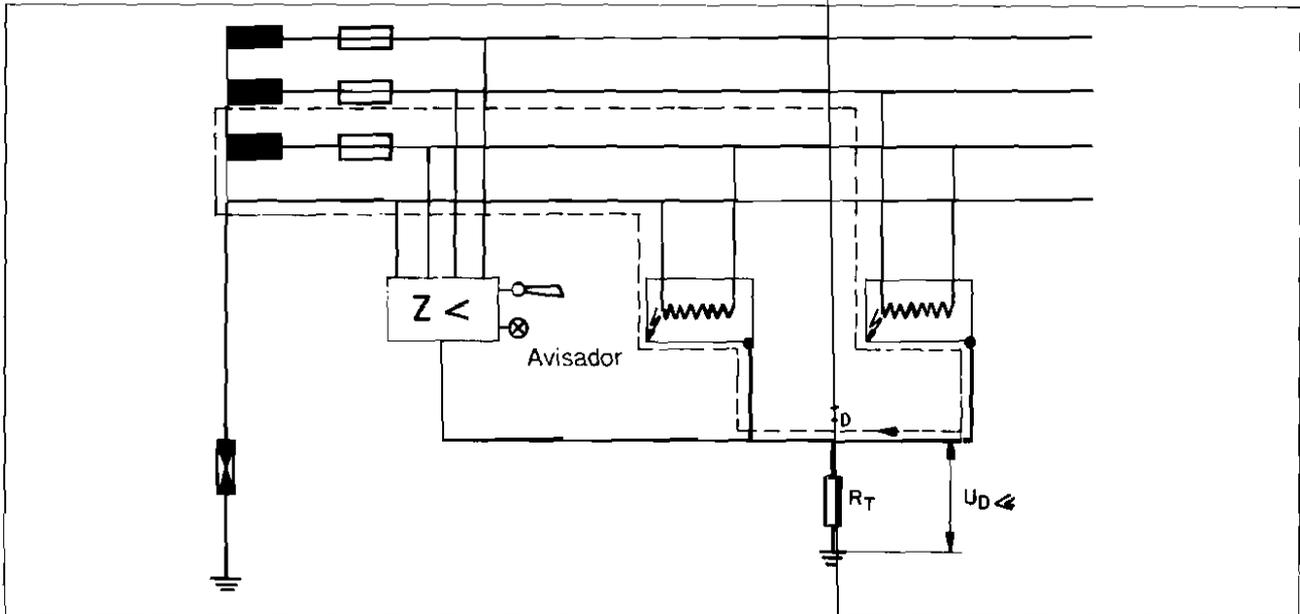
Esquema de protección TN

Al primer defecto franco, la protección debe actuar antes de 5 segundos.

Toda la instalación se alimentará de un transformador no compartido por otros usuarios y que no alimente a otros circuitos ajenos al mismo esquema TN.

Es preceptiva la conexión equipotencial, del conductor de protección a todas las masas metálicas importantes, estructuras, tuberías, etc.

El sistema es incompatible en una misma red con esquemas TT ó IT.



Esquema de protección IT

Es un sistema adecuado para proteger cualquier instalación siempre que se disponga de transformador propio y no importe excesivamente que dispare al primer defecto.

Neutro aislado de tierra (Esquema IT)

Estando el neutro prácticamente aislado de tierra, la aparición de un primer defecto en la instalación provoca una corriente de defecto pequeña que no es capaz de generar tensiones de defecto peligrosas.

Si el primer defecto no ha sido subsanado y aparece simultáneamente un segundo defecto se produce un cortocircuito que provoca la intervención de los dispositivos de corte y la desconexión automática de los circuitos afectados.

Un dispositivo de control debe señalar automáticamente la aparición del primer defecto en la instalación.

Toda la instalación se alimentará de un transformador no compartido por otros usuarios.

Es preceptiva la conexión equipotencial del conductor de protección a todas las masas metálicas importantes, estructuras, tuberías, etc.

Todos los interruptores de la instalación serán de corte omipolar. El conductor neutro

deberá considerarse como activo a todos los efectos.

El sistema es incompatible en una misma red con esquema TT ó TN.

Es un sistema adecuado para proteger cualquier instalación siempre que se dispongan de transformador propio.

Tiene la ventaja de que no detiene el proceso al primer defecto.

APLICACION DE LOS SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA CONTACTOS ELECTRICOS INDIRECTOS

Fiabilidad de los sistemas de protección

Funcionando correctamente todos los sistemas de protección confieren un nivel de seguridad similar y suficiente para cualquier situación de riesgo que se quiera proteger (a excepción de los del grupo 6 que sólo pueden proteger en emplazamientos secos). No obstante, en algunos sistemas existe la posibilidad considerable de que su funcionamiento se altere o se anule por avería, mala instalación o bloqueo voluntario de sus elementos de seguridad, por lo que su FIABILIDAD en situaciones de riesgo elevado no es preventivamente admisible.

FIABILIDAD DE LOS SISTEMAS			
SISTEMAS DE PROTECCION ORDENADOS DE MAYOR A MENOR FIABILIDAD		SIMBOLO	
SISTEMAS CLASE A	1	-TENSIONES DE SEGURIDAD	
	2	-SEPARACION DE CIRCUITOS	
	3	-DOBLE AISLAMIENTO	
SISTEMAS CLASE B	4	-PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS CON DIFERENCIAL DE ALTA SENSIBILIDAD -PUESTA A NEUTRO DE LAS MASAS CON DIFERENCIAL DE ALTA SENSIBILIDAD	
	5	-PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS DIFERENCIALES -PUESTA A NEUTRO -NEUTRO AISLADO -PUESTA A TIERRA CON DISPOSITIVOS DE TENSION DE DEFECTO	
	6	-DIFERENCIALES DE ALTA SENSIBILIDAD SIN PUESTA A TIERRA -DISPOSITIVO DE TENSION DE DEFECTO SIN PUESTA A TIERRA	

Cuadro de situaciones de riesgo. Sistemas de protección aplicables

Para cada situación deberá adoptarse uno de los sistemas de protección indicados en el recuadro correspondiente no admitiéndose

se sistemas de menor fiabilidad salvo por exigencias técnicas insalvables como es el caso de que la potencia del receptor sea muy elevada.

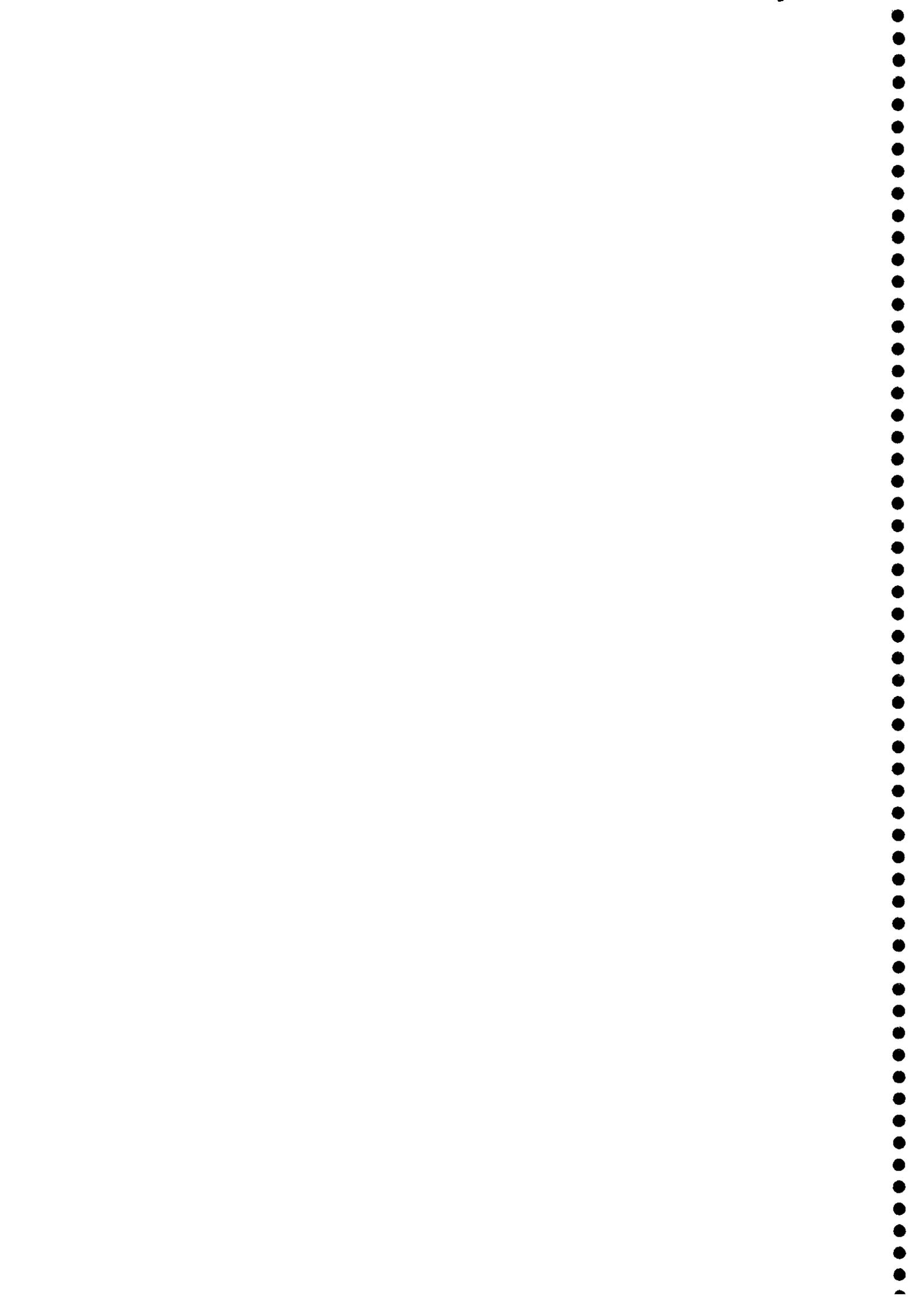
El nivel de seguridad máximo se obtiene aplicando el sistema de protección más fiable de acuerdo con el cuadro anterior.

Los receptores deberán disponer además, del grado de protección adecuado contra la penetración de sólidos y agua.

APLICACION DE LOS SISTEMAS				
TIPO DE RECEPTOR EMPL. ZAMIENTO	FIJO 	MOVIL 	PORTATIL 	ALUMBRADO PORTATIL
SECO $U_s \leq 50 V$				
HUMEDO $U_s \leq 24 V$				
MOJADO $U_s \leq 24 V$				
CONDUCTOR SECO $U_s \leq 24 V$				
CONDUCTOR MOJADO $U_s \leq 24 V$				
SUMERGIDO $U_s \leq 12 V$				

CAPITULO XIV

**LA PREVENCION
DEL RIESGO QUIMICO**



EL RIESGO QUÍMICO

En todas las actividades industriales y agrícolas y también en la vida doméstica se emplean gran cantidad de sustancias químicas de síntesis cuya producción ha aumentado vertiginosamente en estas últimas décadas. Existen en el mundo unos 6.000.000 de productos químicos registrados y aproximadamente unos 70.000 son empleados habitualmente en la industria, creciendo en número de año en año. Uno de los principales problemas radica en que de muchos de los productos que cada año aparecen en el mercado se desconocen los efectos nocivos para la salud de los trabajadores expuestos y para el medio ambiente.

Los riesgos químicos son debidos a factores intrínsecos a los propios productos en sus condiciones de empleo, por tener determinadas propiedades físico-químicas o reactividad química, determinantes de su peligrosidad, o bien a factores externos a los mismos por la inseguridad con que éstos se utilizan, ya sea por fallos de las instalaciones o equipos, de la organización, o también por un comportamiento humano inadecuado, generado este último básicamente por un desconocimiento de la peligrosidad del producto o proceso químico en cuestión y una falta de formación para seguir procedimientos de trabajo seguros.

En este capítulo se tratarán los diferentes tipos y grados de peligrosidad de las sustancias químicas y los parámetros fundamentales de las mismas que nos permitan identificarlas, así como unas nociones básicas sobre sistemas de medición ambiental para evaluar los riesgos de las atmósferas inflamables y tóxicas. Se tratarán también aquellas medidas preventivas básicas a tener en cuenta en la manipulación de sustancias químicas y que su omisión es causa frecuente de accidentes, especialmente en las operaciones manuales de trasvasado y transporte, así como aquellas intervenciones en instalaciones peligrosas para realizar trabajos de mantenimiento y limpieza.

TIPOS DE PELIGROSIDAD

Las sustancias químicas presentan diferentes tipos de peligrosidad que a continuación se definen, junto a los criterios básicos que permiten una clasificación orientativa. Hay que tener en cuenta que una misma sustancia puede ofrecer diferentes tipos de peligrosidad, y las mezclas pueden incrementar la peligrosidad de sus componentes.

Inflamables

Son las sustancias combustibles más peligrosas ya que arden con extraordinaria facilidad con un muy pequeño aporte inicial de calor, siendo la velocidad de propagación del frente de llama muy elevada y generando radiaciones caloríficas y sobrepresiones.

Se trata de gases o líquidos que desprenden vapores, y que al mezclarse con el aire pueden entrar en combustión. También pueden inflamarse las mezclas de las partículas de líquidos o sólidos combustibles y aire.

Evidentemente aquellas sustancias inflamables que en un estado normal son gases son las más peligrosas.

EL PUNTO DE INFLAMACION es el principal parámetro determinante de la peligrosidad, en especial de los líquidos, ya que es la temperatura mínima en condiciones normales de presión (760 mm de columna de Mercurio) a la cual se desprende la suficiente cantidad de vapores para que se produzca la inflamación mediante el aporte de una energía de activación externa, dándonos una idea clara sobre la susceptibilidad relativa de un líquido a la ignición.

Precisamente esta concentración mínima de vapores o gases en el aire capaz de inflamarse es el LIMITE INFERIOR DE INFLAMABILIDAD. Entre el límite inferior de inflamabilidad y el límite superior de inflamabilidad queda delimitado el campo de concentraciones peligrosas. Por encima del límite superior de inflamabilidad no puede producirse la inflamación al ser la atmósfera demasiado pobre en oxígeno.

Cuando a temperatura ambiente una sustancia puede alcanzar el punto de inflamación se dice que ésta es inflamable. La mayoría de Reglamentaciones coinciden en considerar como inflamable a toda sustancia que tenga un punto de inflamación inferior a 55° C. Cuando éste es inferior a 21° C se la considera como muy inflamable.

CATEGORIA	PUNTO DE INFLAMACION
MUY INFLAMABLE	P.I. < 21° C
INFLAMABLE	21° C < P.I. < 55° C
COMBUSTIBLE	P.I. > 55° C

La temperatura de autoignición es otro de los parámetros determinantes de la peligrosidad de una sustancia pues cuando es alcanzada por toda la masa se produce irremisiblemente la inflamación sin ya necesidad de foco de ignición. Es causa frecuente de explosiones el calentamiento de recipientes que contienen sustancias inflamables aunque sean en pequeñas cantidades, ya que por ejemplo en trabajos de soldadura u oxicorte se alcanzan temperaturas que superan fácilmente los 450-600°C que es la temperatura de autoinflamación de la mayoría de líquidos combustibles.

Tóxicas

Son aquellas sustancias que pueden ocasionar una pérdida de salud a toda persona

que pueda verse expuesta a la acción contaminante de las mismas, y siempre que dispongan de parámetros de referencia que determinen su toxicidad a través de cualquiera de las vías de entrada en el organismo.

Las vías de entrada de las sustancias tóxicas en el organismo son la respiratoria -la más importante-, la dérmica y la digestiva.

Los parámetros de referencia más significativos para conocer la toxicidad de una sustancia son la dosis y la concentración letal en ratas.

La dosis letal en ratas (DL-50) para vía oral es la cantidad ingerida por una muestra de ratas y que ocasiona la muerte del 50% de la muestra en unas condiciones de ensayo determinadas. Se expresa en mgde sustancia tóxica por unidad de peso (Kg). Su extrapolación para la determinación de la toxicidad sobre las personas es orientativa y puede conducir a errores, si bien su utilidad es manifiesta en análisis comparativos de toxicidad de sustancias químicas.

Las dosis letal (DL-50) para vía cutánea también expresada en mg/Kg indica la toxicidad del producto cuya vía de entrada sea la dermis.

También basado en la experiencia en ratas y considerando la vía respiratoria es el CL-50: Concentración letal y que no se expresa por unidad de peso. La concentración del CL-50 va acompañada del tiempo de exposición en que se ha realizado el ensayo, que generalmente es de 4 horas.

CATEGORIA	DL-50 oral mg/Kg	DL-50 cutánea mg/Kg	CL-50 inhalación mg/ l
MUY TOXICAS	< 25	< 50	< 0,50
TOXICAS	25 - 200	50 - 400	0,5 - 2
NOCIVAS	200 - 2000	400 - 2000	2 - 20

Tales parámetros son indicativos ante intoxicaciones accidentales. Se ha podido establecer para algunas sustancias, tales como el cloro, monóxido de carbono, amoníaco, y sulfhídrico entre otras, aquellas concentraciones límite que generan efectos agudos en seres humanos debido a haberse recogido experiencias de muchos casos de accidentes. Incluso se llega a diferenciar las dosis que producen efectos letales (mortales), de las que producen efectos funcionales en determinados órganos

Las concentraciones máximas permisibles de sustancias tóxicas en aire establecidas en nuestra Reglamentación, si bien facilitan la evaluación de posibles riesgos de efectos crónicos en función del tiempo diario de exposición y son útiles para el control ambiental, no pueden usarse como frontera precisa entre concentraciones seguras y concentraciones peligrosas, y tampoco sirven para determinar el grado de toxicidad de una sustancia.

Existe un grupo especial de sustancias tóxicas por sus efectos, que son las carcinogénicas, las teratogénicas y las mutagénicas. Las primeras son aquellas que por inhalación, ingestión o penetración cutánea pueden producir cáncer o aumento de su frecuencia.

Las teratogénicas son aquellas que pueden inducir lesiones en el feto durante su desarrollo intrauterino, y las mutagénicas pueden producir alteraciones en el material genético de las células.

La respuesta del organismo ante una sustancia tóxica depende de las características de ésta y de la propia persona, y de las condiciones de exposición.

Corrosivas

Constituyen un tipo de sustancias cuya acción nociva sobre el organismo se produce mediante destrucción o irritación fuerte de los tejidos que toman contacto directo con ellas. Suelen ser ácidos o álcalis cuyo contacto dérmico incluso en tiempo muy corto provoca quemaduras químicas.

Muchas son soluciones líquidas como determinados ácidos tanto inorgánicos (sulfúrico, clorhídrico, nítrico, fosfórico, etc.), como orgánicos (fórmico, acético, etc.).

Existe también un amplio grupo de corrosivos en estado sólido como determinados álcalis y sales alcalinas (hidróxido sódico, potásico, etc.) cuya acción nociva se genera a través de la absorción del agua de la dermis, lo que permite su dilución y su acción destructora sobre los tejidos.

FACTORES DETERMINANTES EN LA RESPUESTA DEL ORGANISMO ANTE LAS SUSTANCIAS TOXICAS	
CARACTERISTICAS DE LA SUSTANCIA	Propiedades físico-químicas y forma de presentación, (gas, líquido, sólido, tamaño de las partículas, etc.). Potencialidad toxicológica
CONDICIONES MATERIALES DE LA EXPOSICION	Concentración de la sustancia en el ambiente Tiempo de exposición Otros factores ambientales (temperatura, humedad, presencia de otras sustancias, etc.)
PERSONA	Vías de entrada, distribución y eliminación Edad, sexo, peso, condiciones físicas, etc.

El carácter corrosivo de una sustancia dependerá del tipo de sustancia, de su estado y forma de presentación, y de su concentración. Un indicador de la acidez o de la alcalinidad de una sustancia es el pH, que está en función de la concentración de iones hidronio $[H_3O]^+$.

pH	SUSTANCIA
pH < 7	ACIDA
pH = 7	NEUTRA
pH > 7	ALCALINA

Oxidantes

Son aquellas sustancias que pueden generar una reacción de oxidación-reducción peligrosa, ya sea por contacto con otro producto químico fácilmente oxidable o bien por descomposición del mismo.

El poder oxidante está en función del tipo de sustancia y de su forma de presentación, y de su concentración.

Sustancias oxidantes fuertes, ordenadas de mayor a menor poder oxidante son: flúor, ozono, peróxido de hidrógeno, ácido perclórico e hipocloroso, cloratos metálicos, permanganatos metálicos, dicromatos metálicos, ácido nítrico, cloro y ácido sulfúrico.

Otros tipos de peligrosidad

Existen sustancias químicas que ofrecen por su reactividad química con otras sustancias una especial peligrosidad. Nos referimos a las incompatibilidades químicas de sustancias que reaccionan violentamente con desprendimientos notorios de calor que pueden contribuir a provocar la inflamación o explosión de los reactivos o de los productos de la reacción, o bien liberar sustancias muy tóxicas al reaccionar.

Por ejemplo los peróxidos orgánicos son muy inestables y reaccionan violentamente con cualquier ácido. Las sustancias muy oxidantes también lo hacen con los ácidos y con los productos orgánicos.

Ejemplos de incompatibilidades por generación de sustancias tóxicas que se presentan frecuentemente son:

REACTIVIDAD QUIMICA PELIGROSA	GAS TOXICO LIBERADO
NITRITOS + ACIDOS NITRATOS + ACIDO SULFURICO ACIDO NITRICO + COBRE Y METALES PESADOS	HUMOS NITROSOS (BIOXIDO DE NITROGENO)
HIPOCLORITOS (lejía) + ACIDOS	CLORO O ACIDO HIPOCLOROSO
CIANUROS + ACIDOS	ACIDO CIANHIDRICO
SULFUROS + ACIDOS	ACIDO SULFHIDRICO

Hay productos que pueden reaccionar violentamente con el agua. Ello merece especial consideración ya que el agua en principio inocua puede generar reacciones peligrosas, por ejemplo al emplearla como sustancia extintora de incendios. En tal sentido hay que tener precauciones con sustancias tales como álcalis y alcalino-térreos (sodio, potasio, calcio), haluros y óxidos metálicos anhidros, óxidos de compuestos halogenados no metálicos), etc.

No se tratan las sustancias radiactivas que son consideradas muy peligrosas por las radiaciones ionizantes que generan y que requieren ser utilizadas con rigurosas medidas de control.

IDENTIFICACION Y ENVASADO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

Un punto clave para una actuación preventiva ante las sustancias químicas radica en que toda persona que pueda verse expuesta a la acción peligrosa de éstas, tenga la información precisa que le permita conocer su peligrosidad y las precauciones a seguir en su manejo.

Dos son las formas fundamentales que facilitan disponer de dicha información: El correcto etiquetado de los envases contenedores de sustancias peligrosas y las fichas informativas de productos.

El cumplimiento del Reglamento sobre declaración de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado (Real Decreto 2216/85) establece cómo deben ser identificadas una amplia relación de sustancias consideradas peligrosas. Obligación que recae en el fabricante, importador y/o suministrador de las mismas.

La etiqueta de una sustancia peligrosa debe contener la siguiente información:

Nombre de la sustancia y su concentración.

Nombre de quien fabrique, envase, comercialice e importe la sustancia, y dirección.

Pictograma normalizado de indicación de peligro.

Riesgos específicos de la sustancia (frases R normalizadas).

Consejos de prudencia (frases S normalizadas).

Adicionalmente existen una serie de disposiciones reglamentarias referentes a la identificación de las sustancias peligrosas en el transporte (carretera, ferrocarril, etc.).

La obligatoriedad de identificación de sustancias no se limita solamente a las materias primas, también los productos intermedios en curso de fabricación deben ser señalizados en sus envases, según se desprende de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Hay que evitar escribir las etiquetas a mano y, procurar que la legibilidad de la etiqueta y su adherencia al envase no puedan deteriorarse con facilidad.

Las fichas informativas de productos constituyen un sistema básico y complementario al etiquetado. Se trata generalmente de fichas técnicas que en función de su destino recogerán los diferentes aspectos preventivos y/o de emergencia a tener en cuenta. Están normalizadas las fichas de emergencia destinadas a informar a los transportistas y a los servicios públicos de las actuaciones a seguir ante un accidente generado en el transporte de una sustancia peligrosa. La mayoría de países de la Comunidad Europea exigen la cumplimentación de fichas informativas a los expedidores de sustancias peligrosas.

La información básica que deberían contener las fichas es la siguiente, habida cuenta que aquella debe adecuarse al receptor de la misma:

Datos de identificación de la sustancia.

Nombre y concentración.

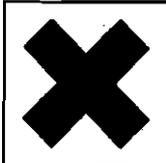
Datos del suministrador y su localización.

Características físico-químicas y parámetros de peligrosidad.

Riesgos específicos para la salud y el medio ambiente.

Medidas preventivas en el manejo y almacenamiento.

PICTOGRAMAS E INDICACIONES DE PELIGRO

<p>E</p>  <p>Explosivo</p>	<p>F</p>  <p>Fácilmente inflamable</p>	<p>F +</p>  <p>Extremadamente inflamable</p>
<p>O</p>  <p>Comburente</p>	<p>T</p>  <p>Tóxico</p>	<p>T +</p>  <p>Muy toxico</p>
<p>C</p>  <p>Corrosivo</p>	<p>Xn</p>  <p>Nocivo</p>	<p>Xi</p>  <p>Irritante</p>

MUESTRA DE ETIQUETA DE ENVASE QUE CONTIENE ALCOHOL METILICO

ALCOHOL METILICO (METANOL)

Riesgos específicos:

- FACILMENTE INFLAMABLE.
- TOXICO POR INHALACION Y POR INGESTION.

Consejos de prudencia:

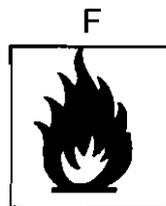
- MANTENGASE FUERA DEL ALCANCE DE LOS NIÑOS.
- MANTENGASE EL RECIPIENTE BIEN CERRADO.
- PROTEJASE DE FUENTES DE IGNICION. NO FUMAR.
- EVITASE EL CONTACTO CON LA PIEL.

CH₃OH Pm: 32

Concentración: 99,9%

Fabricante:

ALCOHOLES DEL NORTE, S.A.
Carretera N-220, Km 23
OVIEDO



Seguridad personal.

Primeros auxilios y actuaciones a seguir en casos de emergencia.

Medios de lucha contra incendios.

Con los dos sistemas expuestos de etiquetas y fichas no queda totalmente resuelta la identificación de sustancias peligrosas. Es preciso además instruir a los trabajadores sobre los métodos seguros de trabajo. Para ello es preciso desarrollar las acciones formativas necesarias elaborando procedimientos de trabajo por escrito para que los trabajadores además de conocer los peligros de las sustancias químicas actúen de forma segura.

EVALUACION DEL RIESGO QUÍMICO

Todo y que la identificación del riesgo químico es fundamental para la adopción de medidas preventivas es preciso analizarlo para que éstas sean las más idóneas y efectivas.

La evaluación del riesgo químico de accidente requiere la determinación de dos factores: la probabilidad de accidente y las consecuencias del mismo.

Existen diferentes metodologías para la evaluación del riesgo químico.

El aplicar unas u otras estará en función del tipo de riesgo y en especial de sus consecuencias.

Cuando se trata de riesgos convencionales, que generan accidentes frecuentes, como por ejemplo proyecciones y salpicaduras en operaciones manuales, estimar la probabilidad de accidente y sus consecuencias para personas conocedoras del riesgo y con experiencia puede resultar sencillo, pero en cambio cuando se trata de riesgos potencialmente muy graves y especialmente cuando se trata de instalaciones de procesos químicos, la evaluación de los riesgos es muy compleja y requiere un minucioso trabajo en equipo.

Los métodos de evaluación que suelen

aplicarse en instalaciones de proceso son los análisis de operabilidad y de peligros (Hazop) y los árboles de fallos y errores.

El primero es un método que permite en cada una de las Unidades de la instalación estudiar qué puede suceder y cuáles van a ser las consecuencias de posibles accidentes al producirse alteraciones en las condiciones normales de trabajo, por variaciones en la presión, temperatura, flujos de materias, etc.

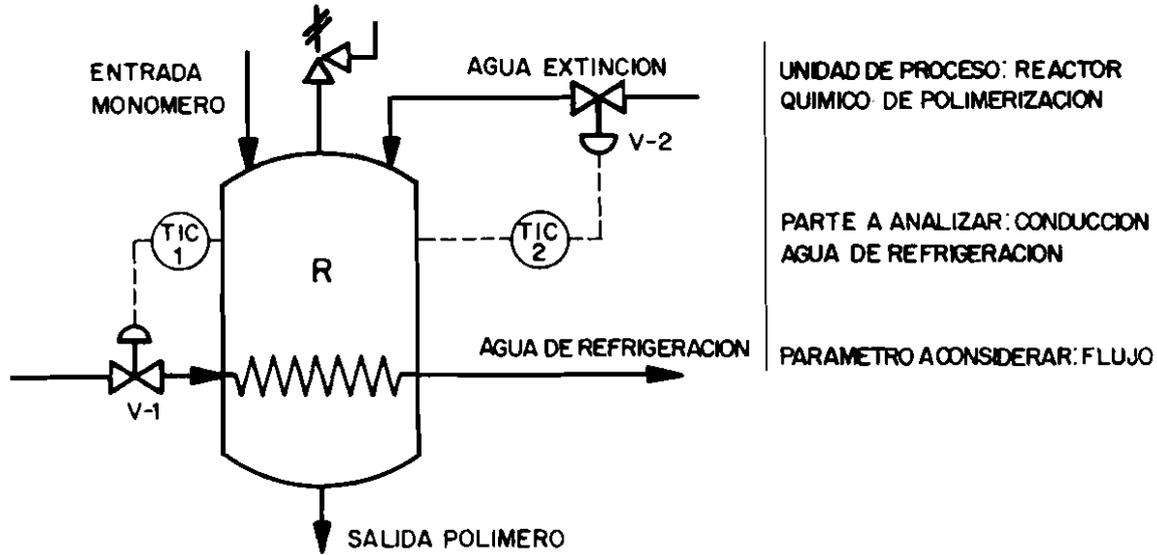
En cambio el segundo es un método que permite a partir de un acontecimiento final indeseado, deducir cuáles son los fallos básicos y originarios del mismo, y a partir de las posibles combinaciones de tales fallos que permiten por diferentes vías llegar a producir el accidente, averiguar la probabilidad de que ello pueda suceder. Esto es importante para poder decidir cuáles son las medidas preventivas prioritarias.

En muchas situaciones el análisis del riesgo químico de accidente requiere mediciones de la peligrosidad de la sustancia, (que incluso a veces puede ser desconocida), o del medio ambiente en que ésta se encuentra.

La estimación de la peligrosidad de atmósferas (inflamables, tóxicas, etc.) requiere instrumental de medición. Existen equipos de medición de lectura directa, dando información de la concentración de la sustancia y consecuentemente de la peligrosidad de la atmósfera en el mismo momento de la medición, que puede realizarse en continuo cuando así se precise para zonas que exigen un control total. Por ejemplo, los detectores de atmósferas inflamables (explosímetros) son de este tipo, siendo recomendable que dispongan de avisador acústico para indicar cuando se supera el 20% del límite inferior de inflamabilidad. Tales detectores suelen disponer de medidor del nivel de concentración de oxígeno que aporta información complementaria de interés.

Para la medición de atmósferas tóxicas se emplean equipos de lectura directa como las bombas de aspiración manual con tubos colorimétricos específicos, que en función

MUESTRA DE ANALISIS POR EL METODO "HAZOP"



UNIDAD DE PROCESO: REACTOR QUIMICO DE POLIMERIZACION

PARTE A ANALIZAR: CONDUCCION AGUA DE REFRIGERACION

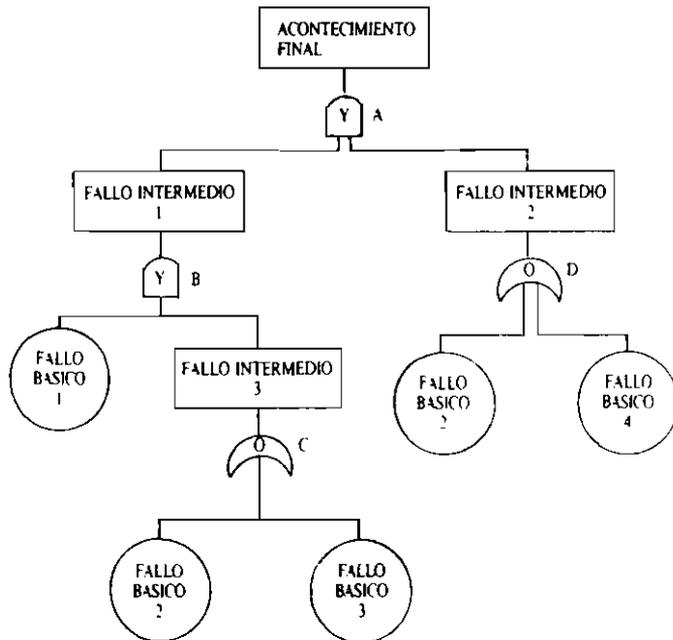
PARAMETRO A CONSIDERAR: FLUJO

PALABRAS-GUIAS A APLICAR EN LAS DIFERENTES UNIDADES DE LA INSTALACION Y SOBRE CADA UNA DE LAS VARIABLES DEL PROCESO: FLUJO, TEMPERATURA, PRESION, ETC.).

PALABRA GUIA	SIGNIFICADO
NO	NEGACION O AUSENCIA DE LAS ESPECIFICACIONES DE DISEÑO
MAS MENOS	AUMENTO O DISMINUCION CUANTITATIVA Se refiere a cantidades de medición como: Caudales, presión, temperatura o a actividades (calentar, reaccionar, etc.)
MAS DE o ASI COMO	AUMENTO CUALITATIVO Si bien se realiza la función deseada, junto a ella tiene lugar una actividad adicional.
PARTE DE	DISMINUCION CUALITATIVA Se realiza solamente una parte de la función deseada.
INVERSO	OPOSICION A LA FUNCION DESEADA Utilizable preferentemente para actividades (flujo de retroceso, inversión de reacción química, etc.).
DE OTRA FORMA	SUSTITUCION COMPLETA DE LA FUNCION DESEADA

PALABRA GUIA	DESVIACION	CONSECUENCIAS	CAUSAS	MEDIDAS PROPUESTAS
NO	No flujo	Ausencia refrigeración. Aumenta temperatura en R. Aumenta presión. Posible explosión de R. Posible fuga de gas.	(1) Fallo Bomba. (2) Válvula V-1 estropeada, cerrada (o TIC-1 falla en posición de cerrado). (3) Obstrucción en el circuito.	Instalar bomba adicional. Introducir la comprobación de V-1 y TIC-1 en manual de operaciones. Introducir comprobación periódica del circuito de refrigeración en el manual.
MENOS	Poco caudal	Idem que NO	Idem que NO	Idem que NO
DE OTRA FORMA	Circula otro fluido	Corrosión del circuito (posible). Posible falta de refrigeración.	Conexión errónea en el circuito.	Introducir comprobación del circuito después de cualquier reparación en el manual.

MUESTRA DE ANALISIS POR ARBOL DE FALLOS Y ERRORES



VIAS SECUENCIALES DE FALLOS BASICOS GENERADORES DEL ACONTECIMIENTO FINAL:

- VIA (a) = 1.2
- VIA (b) = 1.4.2
- VIA (c) = 1.2.3
- VIA (d) = 1.4.3

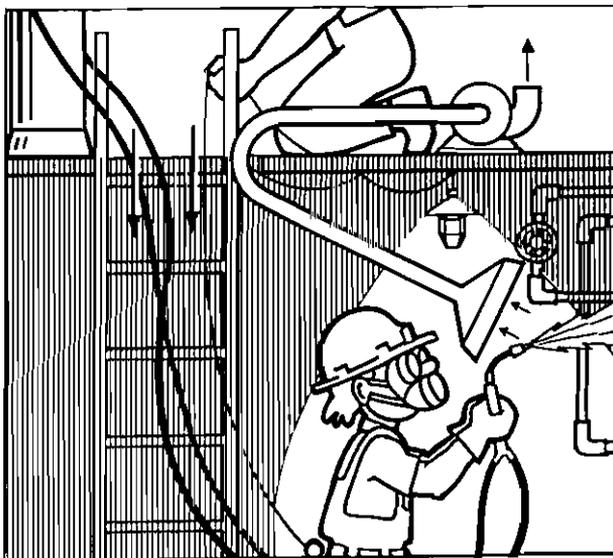
PROBABILIDAD DEL ACONTECIMIENTO FINAL (P_{AF}), IGUAL A LA SUMA DE PROBABILIDADES DE LAS DIFERENTES VIAS DE FALLOS BASICOS.

$$P_{AF} = P_{VIA(a)} + P_{VIA(d)}$$

siendo:

$$P_{VIA(a)} = P_1 \cdot P_2$$

$$P_{VIA(d)} = P_1 \cdot P_4 \cdot P_3$$



de la coloración producida en los mismos al circular en su interior un caudal determinado de aire contaminado dan una idea orientativa del nivel de concentración existente. Existen equipos de lectura directa específicos para contaminantes determinados como el cloro, ácido sulfhídrico, monóxido de carbono, etc, cuyo principio de funcionamiento puede ser otro.

Cuando se requieren mediciones más precisas es necesario emplear muestreadores personales y ambientales que captan durante un período de tiempo un caudal de aire, reteniendo en filtros de retención el contaminante, que posteriormente será analizado para estimar la concentración ambiental existente. Tales mediciones son necesarias para evaluar, con mayor fiabilidad, exposiciones que puedan generar efectos crónicos.

ALMACENAMIENTO

Un principio básico de seguridad es limitar la cantidad de sustancias peligrosas en los lugares de trabajo a la estrictamente necesaria, considerando además las restricciones legales tanto cualitativas como cuantitativas de determinados productos.

Con ello podremos conseguir el aislamiento del riesgo en el lugar destinado al almacenamiento, dotándolo con más facilidad de los medios de prevención adecuados.

La elección del recipiente adecuado para una sustancia química es la primera medida para su almacenamiento seguro. Hay que pensar en la idoneidad del material del recipiente.

El vidrio es resistente a la mayoría de productos pero es muy frágil. Por ello se requiere transportar los envases de vidrio de sustancias peligrosas en contenedores de protección, y emplearlos sólo para pequeñas cantidades, no más de 2 litros para sustancias muy corrosivas y muy tóxicas y de 4 litros para inflamables.

Los recipientes de plástico aunque son resistentes a muchas sustancias químicas y soportan pequeños golpes sufren un proceso de deterioro con el tiempo que se acelera si están expuestos al sol convirtiéndose en inseguros. Muchos accidentes suceden por roturas en este tipo de envases al manejarlos, siendo preciso cuidar y revisar su estado.

Los recipientes metálicos son los más seguros.

Cuando se precise disponer de pequeñas cantidades de productos químicos en los ámbitos de trabajo se depositarán en armarios especiales agrupándolos por comunidades de riesgo y evitando la proximidad de sustancias incompatibles o que puedan generar reacciones peligrosas.

Existen varias reglamentaciones del Ministerio de Industria y Energía que regulan el almacenamiento de productos químicos, a través de ITC's (Instrucciones Técnicas Complementarias) una de carácter general para líquidos inflamables y combustibles (APQ-001) y otras específicas para sustancias químicas determinadas (Oxido de Etileno, cloro, amoníaco,...).

Siempre que sea posible las sustancias químicas se almacenarán en locales especiales.

Las sustancias inflamables en recipientes móviles requieren locales de las siguientes características básicas:

Inexistencia de focos de ignición.

Paredes de cerramiento con elevada resistencia al fuego y puerta metálica.

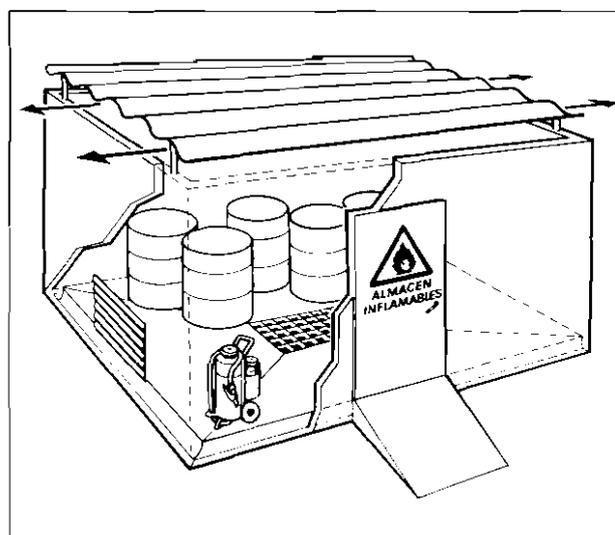
Sistema de drenaje y control de posibles derrames producidos en el recinto.

Instalación eléctrica antideflagrante.

Buena ventilación. Será forzada ($0,3 \text{ m}^3/\text{minuto}$ y m^2 de superficie, como mínimo) cuando se efectúen trasvases.

Existencia de paramento débil controlado para la liberación de sobrepresiones en caso de incendio.

Medios de detección y protección contra incendios.



Las sustancias inflamables o combustibles y reductoras deben estar separadas de las oxidantes y de las tóxicas, y mantenerse alejadas de focos de calor.

Las sustancias tóxicas deben estar almacenadas en locales muy bien ventilados.

Las sustancias corrosivas como los ácidos y los álcalis en recipientes de pequeña capacidad se mantendrán separados entre sí, procurando situar tales productos lo más cerca posible del suelo y sobre bandejas que puedan retener posibles derrames por roturas.

MANIPULACION DE SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS

La mayoría de accidentes químicos suceden en las manipulaciones de sustancias

químicas, especialmente en operaciones de trasvase.

Un recipiente abierto que contenga un producto peligroso es una constante fuente de peligros. Si se trata de un líquido inflamable, arderán fácilmente los vapores y posiblemente después todo el líquido si en la proximidad existe algún foco de ignición. Si se trata de una sustancia tóxica en estado líquido, sus vapores contaminarán el ambiente y si se trata de una sustancia corrosiva, un vuelco del recipiente generará el consiguiente derrame.

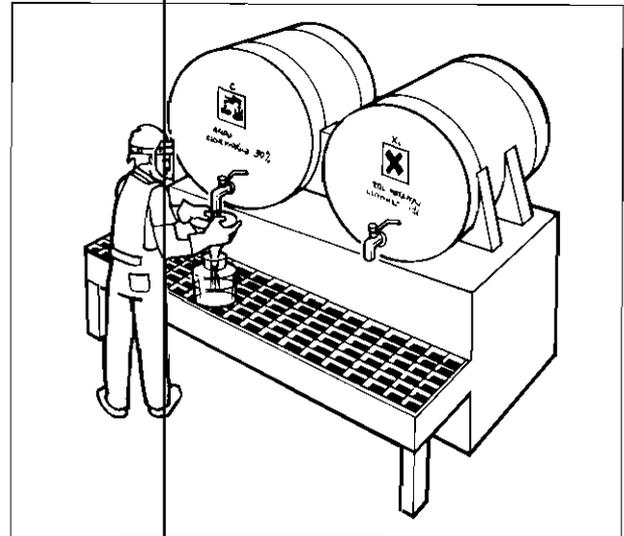
Es preciso habituarse a cerrar siempre los recipientes una vez extraída la cantidad de producto requerida, volviendo a dejar el envase en su lugar de almacenamiento. El desorden en la disposición de los productos químicos en el lugar de trabajo y el mantener recipientes abiertos es origen de frecuentes accidentes.

El trasvase de sustancias peligrosas debería efectuarse siempre en instalaciones fijas, limitando las operaciones manuales a las mínimas posibles. Los transvases por vertido libre deben evitarse.

En el trasvase de líquidos inflamables por su extraordinaria facilidad de combustión, se deberá controlar cuidadosamente que no existan focos de ignición. En el caso de emplear bombas accionadas eléctricamente, el motor estará protegido frente al riesgo.

Las descargas electrostáticas constituyen un peligroso foco de ignición, en los trasvases en los que intervienen elementos metálicos diferentes como los propios recipientes. Su prevención debe basarse en limitar la generación de cargas estáticas, evitando en lo posible vertidos a chorro libre y pulverizaciones, velocidades de circulación de líquidos en tuberías elevadas, etc., y luego facilitar su eliminación. Para ello es preciso asegurar una perfecta conexión equipotencial entre los recipientes que se vacían y llenan y a su vez entre éstos y las partes metálicas del equipo de bombeo, estando el conjunto conectado eléctricamente a tierra.

Los trasvases de sustancias inflamables y tóxicas deben efectuarse siempre en luga-



res bien ventilados y en lo posible bajo sistema de extracción localizada que capte los contaminantes en su mismo punto de emisión.

El pipeteado es un sistema seguro de trasvasar y dosificar pequeñas cantidades de líquidos siempre que la succión se realice mecánicamente y no con la boca.

Se podrán realizar trasvases por gravedad desde recipientes que estén fijos siempre que dispongan de grifo incorporado, y exista un sistema de drenaje para eliminación rápida de posibles derrames.

Cuando los recipientes sean de tamaño mediano (10-20 l.) puede ser una solución que facilita su manejabilidad el disponer de un sistema de basculación mecánica, siempre que el recipiente disponga también de grifo.

El llenado de recipientes de boca estrecha debe efectuarse con embudo, salvo cuando el trasvase se efectúe desde recipientes de muy pequeña capacidad -menor a 1 litro- que son manejables con una sola mano, y que dispongan de pico prácticamente introducidible en el recipiente que se llena.

Es imprescindible disponer de un sistema de visualización para saber cuando se está completando la carga de un recipiente. Muchos accidentes suceden al llenar depósitos y derramarse líquidos por carecer de un rebosadero controlado y/o un indicador de nivel adecuado.

ACCIDENTES FRECUENTES EN LA MANIPULACION Y TRASVASE DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

MEDIDAS BASICAS DE PREVENCION

CONTACTOS DERMICOS POR ROTURAS DE ENVASES EN SU TRANSPORTE

- Transportar los envases de vidrio en contenedores de protección.
- Emplear envases de vidrio sólo para pequeñas cantidades: 2 l para corrosivos y tóxicos y 4 l para inflamables.
- Supervisión y control de los envases plásticos frente a su previsible deterioro. No exponerlos al sol.
- Emplear envases seguros y ergonómicamente concebidos. Emplear preferentemente recipientes metálicos de seguridad.

INCENDIOS Y/O INTOXICACIONES POR EVAPORACION INCONTROLADA DE SUSTANCIAS INFLAMABLES Y/O TOXICAS

- Trasvasar en lugares bien ventilados, preferentemente mediante extracción localizada.
- Controlar los derrames y residuos, eliminándolos con métodos seguros.
- Mantener los recipientes herméticamente cerrados.
- Controlar totalmente los focos de ignición, y ventilar en operaciones de limpieza con sustancias inflamables, o de trasvase.

PROYECCIONES Y SALPICADURAS EN TRASVASES POR VERTIDO LIBRE

- Evitar el vertido libre desde recipientes. Emplear instalaciones fijas o en su defecto equipos portátiles de bombeo adecuados.
- Emplear equipos de protección personal, en especial de cara y manos.
- Limitar los trasvases manuales a recipientes de pequeña capacidad.
- Duchas de emergencia y lava ojos en lugares próximos a donde se efectuen trasvases.

CONTACTOS DERMICOS CON SUSTANCIAS PELIGROSAS DERRAMADAS

- Evitar absorber las sustancias peligrosas, especialmente las corrosivas con trapos o papel.
- Neutralizar las sustancias corrosivas con productos adecuados.

- No emplear serrín para absorber líquidos inflamables.
- No verter a la red general de desagües sustancias peligrosas o contaminantes sin tratar previamente.
- Emplear equipos de protección personal, en especial de manos.
- Mantener el orden y la limpieza en donde se manipulen sustancias peligrosas para evitar posibles derrames.

INCENDIOS EN TRASVASES DE LIQUIDOS INFLAMABLES POR LA ELECTRICIDAD ESTATICA

- Evitar la existencia de atmósferas peligrosas en el interior de recipientes. Aplicar en lo posible sistemas de inertización.
- Trasvasar a velocidades lentas.
- Evitar las proyecciones y las pulverizaciones. Llenar los recipientes por el fondo.
- Asegurar una perfecta conexión equipotencial entre los recipientes y las partes metálicas del equipo de bombeo, estando el conjunto conectado eléctricamente a tierra.
- Emplear equipos de bombeo adecuados frente al riesgo.
- Emplear siempre recipientes metálicos.
- No emplear ropa de trabajo de fibras acrílicas. Usar preferiblemente ropa de algodón. Usar calzado conductor.

PROYECCIONES Y SALPICADURAS POR SOBRELLENADO DE RECIPIENTES EN INSTALACIONES FIJAS

- Disponer de rebosadero controlado para evitar derrames.
- Existencia de sistemas de control visual de llenado.
- Indicadores de nivel con sistema automatizado de corte de la carga.

CONTACTOS DERMICOS EN TRASVASADO POR PIPETEADO CON LA BOCA, EN LABORATORIOS

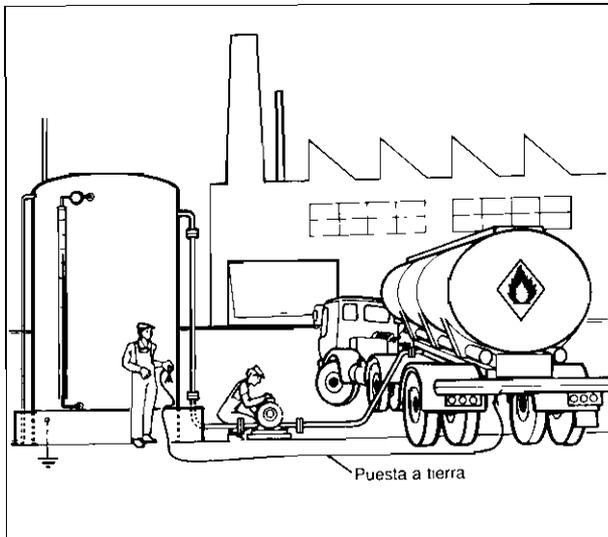
- Emplear sistemas mecánicos de pipeteado y dosificación de pequeñas cantidades de líquidos

El uso de guantes resistentes al producto químico trasvasado y pantalla facial es además necesario para evitar contactos, especialmente cuando se trata de productos corrosivos.

Donde se manipulen líquidos peligrosos es factible la generación de derrames. Ante ellos hay que adoptar medidas preventivas para su control y eliminación. Igualmente precauciones hay que tener con los residuos que se generen.

Los derrames peligrosos deben quedar delimitados y no deben ser absorbidos con trapos aunque se usen guantes. Es necesario emplear otros sistemas de absorción más seguros, que además ejerzan una acción neutralizante cuando ello sea factible. Hay que prever sustancias neutralizadoras para cada caso y agua abundante para limpieza.

El serrín es un polvo combustible que en ningún caso debe utilizarse para absorber líquidos inflamables ya que acrecentaría aún más la inflamabilidad.



Nunca debiera verterse a la red general de desagües sustancias corrosivas sin neutralizar previamente, solventes o líquidos inflamables insolubles con el agua y en general residuos peligrosos que puedan contaminarla.

Cuando se produzcan vertidos de sustancias de diferente tipo de peligrosidad es

necesario diferenciar los sistemas de desagües ya que, por ejemplo, las sustancias inflamables es conveniente recogerlas para su posterior eliminación por incineración y en cambio las corrosivas requieren como se ha dicho, de su neutralización previa en un cubeto de retención, antes de entrar en la red general. De la misma forma habría que diferenciar los recipientes de los diferentes tipos de residuos, que deberán ser metálicos y de cierre hermético.

En las proximidades de lugares de trabajo en donde se manipulen sustancias peligrosas deben existir duchas de emergencia y lavaojos.

INTERVENCIONES EN INSTALACIONES PELIGROSAS

Las personas más expuestas al riesgo químico de consecuencias graves son aquellas que intervienen en instalaciones y procesos químicos con desconocimiento de los riesgos existentes. El personal de mantenimiento suele ser el colectivo que más se accidenta por sustancias peligrosas y ello es debido a que debe efectuar reparaciones, revisiones e intervenciones diversas en instalaciones, que no están en adecuadas condiciones de seguridad y sin adoptar ante las mismas métodos correctos de trabajo.

Para asegurar la adopción de medidas preventivas deben aplicarse lo que se denomina "autorizaciones escritas de trabajo", que son documentos a cumplimentar por los responsables de Producción y Mantenimiento y que permiten verificar que la instalación está en condiciones de poder intervenir en ella y actuar de acuerdo a un procedimiento de trabajo establecido. La obligatoriedad de este sistema debe ser extensiva a todo trabajo que deba realizarse por personal ajeno a una dependencia en la que existan sustancias peligrosas, o bien cuando deban efectuarse trabajos que puedan entrañar riesgos graves, tales como soldadura y oxicorte en zona peligrosa, entrada en espacios confinados, limpieza y/o modificaciones de equipos, etc.

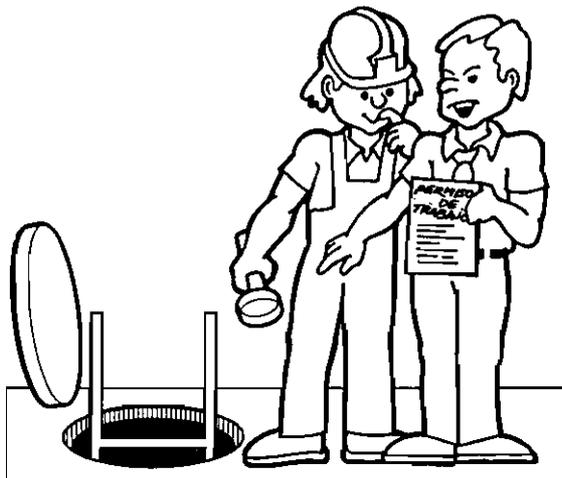
Es necesario que mientras se efectúen trabajos con riesgos el equipo o área de intervención esté totalmente aislada y controlada.

Mediante el cierre de válvulas no se logra el debido aislamiento, ya que siempre es factible que puedan producirse pérdidas, siendo imprescindible instalar bridas ciegas en las tuberías que interese cortar totalmente.

Las operaciones de soldadura y oxicorte en instalaciones que pueden contener sustancias combustibles requieren no sólo de limpieza previa para eliminar restos de tales productos, sino que además es necesario asegurar que la atmósfera no será en ningún momento peligrosa. Para ello deben emplearse sustancias como el nitrógeno para purgar e inertizar. Cuando se trate de recipientes pequeños, llenarlos de agua puede ser suficiente.

Los recintos confinados como tanques y depósitos, cisternas de transporte, etc., son espacios muy peligrosos a los que ocasionalmente hay que entrar para realizar ciertas reparaciones pudiendo ser su atmósfera potencialmente inflamable, tóxica o asfixiante por deficiencia de oxígeno.

Este tipo de operaciones además de realizarse siempre bajo autorización, exigen una clara especificación de las condiciones en que el trabajo debe ser realizado y medidas preventivas rigurosas tales como:



Aislamiento total de la zona de intervención.

Medición continua y evaluación del riesgo de la atmósfera interior.

Asegurar limpieza y/o purgado y ventilación suficiente.

Vigilancia externa continuada, y sujeción con cuerda entre el operario del interior y del exterior.

Medios adecuados ante posibles emergencias.

Formación y adiestramiento de los trabajadores.

Los trabajos de limpieza interior de depósitos debe procurarse que puedan ser realizados desde el exterior.

Es imprescindible que previamente a cualquier intervención en equipo en el que pueda existir sustancia peligrosa o estar a presión sea vaciado y purgado. Es causa frecuente de accidentes el descuido de tales operaciones previas. Para evitarlo es recomendable que determinados equipos como algunas bombas de trasvase dispongan de protección que no pueda ser retirada sin antes haber sido purgadas.

Las instalaciones peligrosas deben estar diseñadas de forma que no puedan ocasionar accidentes, por errores humanos o fallos de los elementos fundamentales de control de las operaciones o procesos químicos.

Cuando los manómetros, termómetros, etc., adquieren funciones además de indicadoras, de regulación y control, fundamentales para la seguridad de personas y bienes, deben preverse posibles fallos de respuesta y en tal sentido complementarse con el principio de redundancia las medidas preventivas. Por ejemplo, un proceso químico peligroso calefaccionado, precisa complementar el control térmico del mismo y paro del sistema calefactor con un sistema independiente que avise acústicamente al sobrepasar una temperatura determinada y otras medidas adicionales según el caso, como la refrigeración automática, etc.

PERMISO PARA TRABAJOS ESPECIALES (P.T.E.)

Fábrica _____
 Instalación _____
 Equipo _____

Empresa _____

P.T. nº _____ Trabajo a efectuar _____
 Fecha _____

PRODUCCION			
	Si	No	No P.
El equipo está despresurizado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El equipo está enfriado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El equipo está lavado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El equipo está inertizado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El explosímetro da ambiente correcto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
La atmósfera es respirable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
El área o equipo está limpio de material inflamable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El área o equipo está libre de gas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El área o equipo está libre de corrosivos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El área o equipo está libre de tóxicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se han despejado los accesos de entrada y salida	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Se han vaciado y purgado las tuberías	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

MANTENIMIENTO			
	Si	No	No P.
Interrumpidas las conexiones eléctricas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Colocadas bridas ciegas en entrada de productos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Colocadas bridas ciegas en entrada de vapor a serpentines	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Existe ventilación general adecuada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Se ha instalado la necesaria ventilación forzada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Se han colocado carteles señaladores adecuados en las áreas de trabajo posiblemente afectadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Existen medios de lucha contra incendios, en buen estado y próximos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
La superficie de trabajo es adecuada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cumplimentadas totalmente las Instrucciones de Producción	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Aplicar Normativa de Trabajo nº _____			
Trab. en caliente <input type="checkbox"/>	Trab. en frío <input type="checkbox"/>	Entrada en recip. <input type="checkbox"/>	

INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS O PRECAUCIONES ESPECIALES A SEGUIR POR MANTENIMIENTO EN LOS TRABAJOS PREVIOS

Aplicar normativa de trabajo nº _____

Inspeccionada personalmente el área de trabajo y/o el equipo destinado a su reparación, certifico que se han efectuado correctamente los trabajos preparatorios especificados.

El Responsable de Producción

Fdo.:

EQUIPOS DE SEGURIDAD Y CONTRA INCENDIOS A EMPLEAR

Gafas protectoras Extintores CO₂
 Guantes antiácidos Extintores polvo
 Traje antiácido Otros equipos: _____
 Máscara autónoma _____
 Mascarilla buconasal _____

INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS AL OPERARIO

Inspeccionada personalmente el área de trabajo y/o el equipo destinado a su reparación y comprobado el cumplimiento de los requisitos indicados, certifico que puede efectuarse el trabajo con las debidas garantías de seguridad.

El Responsable de Mantenimiento

Fdo.:

Enterado de las instrucciones complementarias, de los equipos a emplear y de la Normativa de trabajo a aplicar.

El Operario de Mantenimiento

Fdo.:

PERMISO VALIDO PARA
 EL DIA _____ DE _____ HORAS A _____ HORAS
ESTE PERMISO ES VALIDO SOLAMENTE PARA UN TURNO DE TRABAJO

PLANES DE EMERGENCIA

Prever posibles situaciones de emergencia en los centros de trabajo para poder actuar con celeridad sin improvisación, permite minimizar las consecuencias de los accidentes. Esto es vital ante el riesgo químico que como en el caso de incendios, explosiones y fugas o derrames de sustancias peligrosas pueden generar daños más allá de los recintos fabriles, siendo incluso difícil de delimitar la frontera entre los riesgos laborales de graves consecuencias y los riesgos para la salud pública o el medio ambiente.

La elaboración de Planes de emergencia, fruto de un exhaustivo análisis de riesgos potencia extraordinariamente la efectividad de instalaciones y equipos, incluso moderadamente dotados, y su inexistencia puede inhabilitar la más costosa instalación. Constituyen una parte de la gestión empresarial ante el riesgo químico, y representa la puesta a punto de unos medios de actuación y de una organización que no sólo controlen con rapidez las emergencias sino que además minimicen el número de éstas.

Todo Plan de emergencia ante el riesgo químico

debe contemplar dos tipos de actuaciones, unas encaminadas a controlar la situación de emergencia con el mínimo tiempo de intervención, para que los daños a personas y bienes sean mínimos, y otras para asegurar cuando sea necesario, una correcta y rápida evacuación de las áreas afectadas.

Es preciso disponer de efectivos sistemas de detección de las posibles situaciones de emergencia, tanto técnicos como humanos y de comunicación (número telefónico especial para emergencias, alarmas acústicas, etc.) para que las actuaciones se hagan con la rapidez necesaria y lograr que los medios de actuación existentes (instalaciones fijas contra incendios, señalización y alumbrado de emergencia, etc.) sean eficaces.

Los planes de emergencia deben estar establecidos por escrito y divulgados a todas las personas que pueden verse afectadas por los mismos.

Sólo con simulacros periódicos podrá conseguirse que las actuaciones sean acordes a lo planificado.

PLAN DE EMERGENCIA

¿QUE ES?

El plan de Emergencia o el Plan de Autoprotección, en términos más amplios, es el conjunto de acciones programadas para la protección de personas e instalaciones ante situaciones desencadenantes de posibles accidentes generalmente graves y que trata de evitar o aminorar las consecuencias.

¿PARA QUE SIRVE?

Para lograr la efectividad de los medios de prevención y de protección existentes, garantizando la seguridad de las instalaciones y de las personas, a través de la intervención inmediata y de la evacuación.

¿QUIEN HA DE ELABORARLO?

Técnicos especializados en prevención con la colaboración de la Dirección y servicios técnicos de la empresa. Es importante también la colaboración de los trabajadores.

¿CUANDO HAY QUE REALIZARLO?

Cuando se puedan producir sucesos tales como emisiones, fugas, vertidos, incendios o explosiones que sean consecuencia de un desarrollo incontrolado de una actividad industrial que suponga una situación de grave riesgo, catástrofe o calamidad pública para las personas, el medio ambiente o los bienes.

Cuando la empresa desarrolle proceso industrial peligroso o utilice sustancias químicas en determinadas cantidades según se detalla en el R.D. 886/1988 de 15 de julio - B.O.E. de 5 de agosto.

Cuando se considere necesario para un adecuado control de las consecuencias de posibles accidentes graves en centros de trabajo o locales de pública concurrencia.

Cuando sea factible que se produzca una propagación de las consecuencias de un acontecimiento inicial indeseado, generando daños graves más allá de su lugar de origen.

Cuando la autoridad competente así lo exija.

CONTENIDO DEL PLAN DE EMERGENCIA

El Plan de Emergencia debe quedar reflejado por escrito en 4 documentos según establece la Orden de 29 de noviembre de 1984 (M^o Interior). Protección Civil. "Manual de Autoprotección para el desarrollo del Plan de Emergencia contra Incendios y de Evacuación de locales y edificios". B.O.E. de 26 de febrero de 1985. Dicha reglamentación aporta dos anexos para la evaluación del riesgo en función del tipo de edificación y su uso o actividad.

DOCUMENTO 1. EVALUACION DEL RIESGO

Riesgo potencial

Indicación detallada de las situaciones peligrosas con todos sus factores de riesgo determinantes.

Información sobre emplazamiento, características constructivas, procesos productivos e instalaciones que puedan tener relación directa con el accidente.

Personas afectadas por la situación de emergencia y su ubicación.

Evaluación del riesgo

Aplicación del método de evaluación del riesgo intrínseco y evaluación de las condiciones de evacuación de acuerdo con lo establecido en la Norma Básica de la Edificación NBE-CPI 1982. Es recomendable aplicar en función de las situaciones de riesgo métodos cualitativos y cuantitativos de evaluación más precisos.

Planos de situación y emplazamiento

De emplazamiento y localización de las zonas de riesgo

(Continuación) DOCUMENTO 3

Acciones. Intervenciones de personas y medios

Detección y alerta de primera intervención para su control (extintores de incendios, ...) y comunicación a quien corresponda (Jefe de emergencia y otros servicios).

Alarma acústica para evacuación.

Intervención para el control de la emergencia.

Segunda intervención (mangueras contra incendios,...) cuando la primera intervención sea insuficiente.

Apoyo para la recepción e información a la ayuda externa (bomberos, ambulancias,...).

Equipos de emergencia

De alarma y evacuación.

De primeros auxilios.

De segunda intervención (brigada contra incendios).

Jefe de intervención (dirección y coordinación equipos de intervención).

Jefe de emergencia (Dirección máxima del Plan de Emergencia)

DOCUMENTO 2. MEDIOS DE PROTECCION

Inventario de medios de protección

Instalaciones de detección, alarma, extinción y alumbrados especiales (señalización, emergencia, etc.).

Medios humanos disponibles a participar en las acciones de autoprotección.

Planos de edificios

Se localizarán los medios de protección, así como las vías de evacuación, en relación a las diferentes zonas de riesgo.

DOCUMENTO 3. PLAN DE EMERGENCIA

Desarrollo secuencial de las acciones a realizar ante las situaciones de emergencia, con indicación de:

Clasificación de diferentes tipos de emergencia

Conato de emergencia, emergencia parcial, emergencia general.

Diurno, nocturno, festivo, vacacional.

DOCUMENTO 4. IMPLANTACION

Conjunto de medidas para asegurar la eficacia del Plan de Emergencia:

Organización

Coordinación de acciones necesarias para la implantación y mantenimiento del Plan de Emergencia o de un Comité de Emergencia o Autoprotección cuando se crea necesario.

Medios técnicos

Programa de mantenimiento de instalaciones peligrosas y de los medios de prevención y protección exigibles según la legislación vigente.

Medios humanos

Constitución, capacidad y adiestramientos de los diferentes equipos de emergencia.

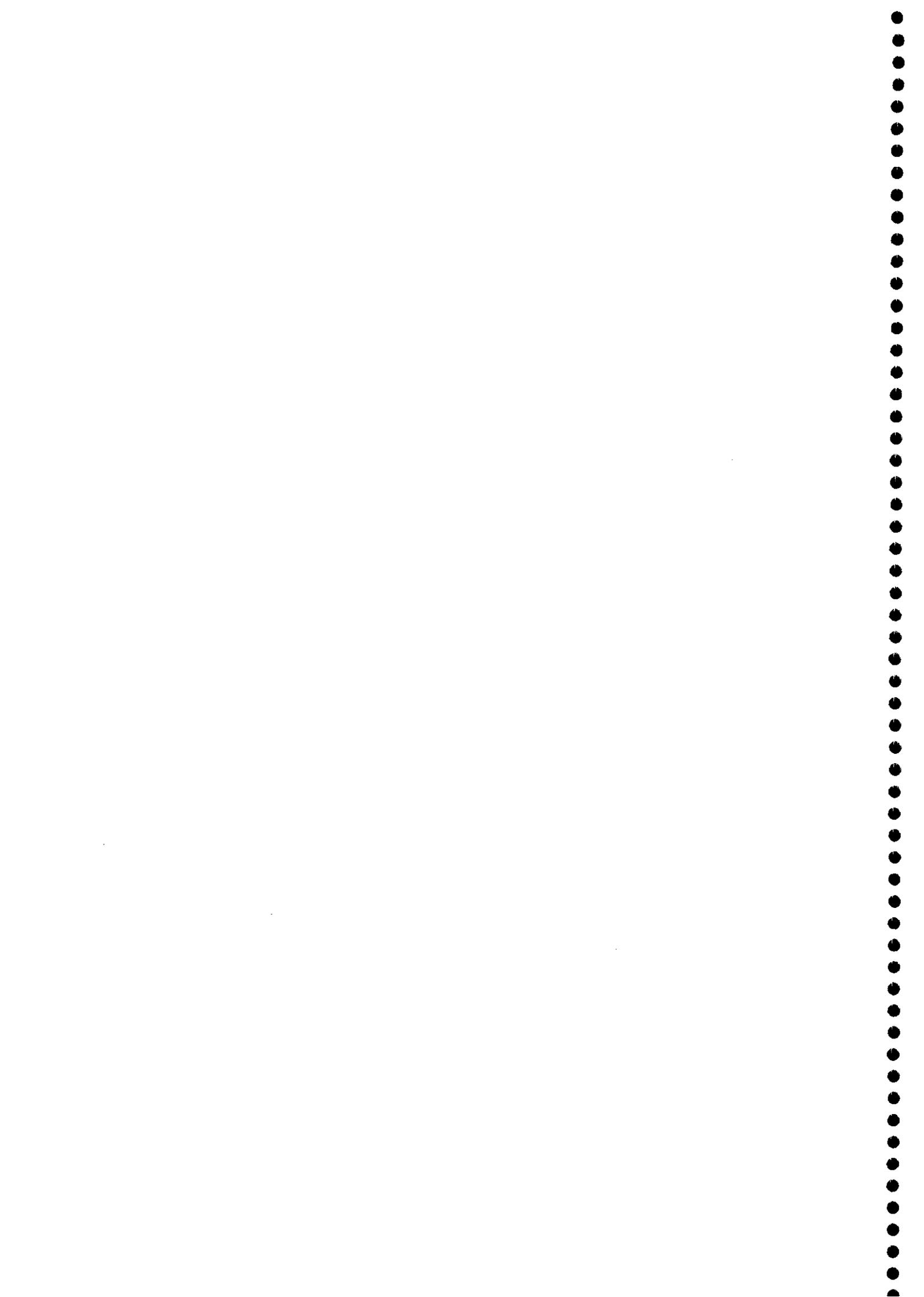
Adiestramiento sobre quién, cómo y qué debe informar en una situación de emergencia. Se dispondrá de carteles con consignas y gráficos de información.

Simulacros periódicos

Como mínimo una vez al año.

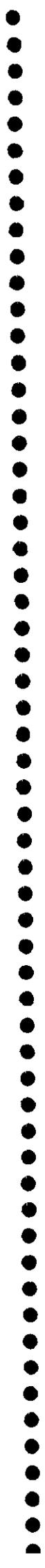
Programa de implantación y mantenimiento

Calendario de actividades y su desarrollo para la implantación del Plan de Emergencia y su control.



CAPITULO XV

**LA PREVENCION
DEL RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION**



EL RIESGO DE INCENDIO

Los incendios provocan en las empresas, y en general en la sociedad, cada año, pérdidas de vidas humanas y cuantiosos daños materiales.

La seguridad contra incendios contempla todo un conjunto de medidas encaminadas, no sólo a evitar el inicio del fuego, sino a controlar y eliminar la propagación de éste y las graves consecuencias que potencialmente puede producir.

La Combustión es una reacción química de un Combustible con el Oxígeno del aire produciendo una energía en forma de Calor que, mediante una Reacción en Cadena, da origen a la Propagación en el Tiempo y en el Espacio con unas Consecuencias de lesiones a personas y daños a bienes.

La Situación de Riesgo de incendio se encuentra en todas las actividades y la presencia o aparición accidental de un foco de ignición es suficiente para que se tenga un incendio que, si no se extingue en su fase inicial se propagará ocasionando unas consecuencias desastrosas.

Las técnicas de actuación contra incendios pueden ser de Prevención y de Protección.

La Prevención está prevista para reducir al mínimo las posibilidades de inicio de un incendio. Es una técnica que actúa antes del inicio.

Hacer Prevención es actuar de forma que no se produzca la combustión, es decir, el inicio del incendio.

La Protección trata de evitar la propagación y reducir al mínimo las consecuencias.

Esto se consigue mediante adecuados medios de Protección Estructural del edificio, de Detección - Alarma y Extinción del incendio y de Evacuación.

Para llevar a cabo las medidas de Prevención y Protección debe conocerse el estado de un local, el proceso que se efectúa, los materiales que se manipulan, etc. Ello requiere una Inspección y una Evaluación del

riesgo. Para lo cual es imprescindible tener en cuenta como mínimo la Normativa vigente.

QUÍMICA DEL INCENDIO

El incendio es el resultado de una reacción química entre un Combustible y el Oxígeno (normalmente del aire) que para su inicio precisa de un aporte de Calor (Focos de Ignición), pero que a su vez genera unos productos de combustión (humos, gases, residuos sólidos) junto a mucho más Calor que el precisado inicialmente. Cuando este calor generado se reinvierte en promover el desarrollo de nuevas reacciones químicas en cadena, el proceso de combustión se hace incontrolable y mientras no se elimina alguno de los tres factores concurrentes que determinan la posibilidad del incendio, éste no se extinguirá.

Los tres factores: Combustible, Comburente (Oxígeno del aire) y Calor son factores determinantes del riesgo de incendio. Existe un cuarto factor que es la Reacción en Cadena que nos configura el fenómeno del incendio.



FACTORES DETERMINANTES DEL RIESGO DE INCENDIO

Combustible

Es toda sustancia que es capaz de arder. Toda materia orgánica es en mayor o menor

grado buen combustible. Por ejemplo, un vegetal con cierto grado de secado es combustible.

Los combustibles se clasifican según su naturaleza en sólidos, líquidos y gaseosos.

La peligrosidad de un combustible queda determinada fundamentalmente por las características siguientes, algunas de las cuales ya fueron expuestas en el capítulo anterior:

- Límites de inflamabilidad o explosividad.
- Temperatura de inflamación.
- Temperatura de autoignición o autoinflamación.
- Potencia calorífica.
- Reactividad.
- Toxicidad de los productos de combustión.

Comburente

Es toda mezcla gaseosa en la que el oxígeno está en proporción suficiente para que en su seno se desarrolle la combustión. El comburente normal es el aire, que contiene aproximadamente un 21% en volumen de oxígeno.

Para que se desarrolle la combustión, en los procesos normales, es necesaria la presencia de una proporción mínima de oxígeno en el ambiente.

Algunas sustancias químicas desprenden oxígeno bajo ciertas condiciones porque ya lo tienen en su composición. Por ejemplo el nitrato sódico (NaNO_3) y el clorato potásico (KClO_3).

Calor

Proporciona la energía mínima que necesita la mezcla de combustible-comburente para que el fuego se produzca. Dicha energía es aportada por los llamados focos de ignición.

Esa energía depende de la naturaleza del combustible y de las condiciones en que éste se encuentre. Los sólidos como la madera, precisan para arder de energía

elevada como la proporcionada por una llama, en cambio los gases o vapores inflamables arden simplemente con el aporte de insignificantes focos de ignición, como por ejemplo la pequeña chispa eléctrica al desconectar o conectar un interruptor eléctrico.

Los focos de ignición pueden ser térmicos, eléctricos, mecánicos o químicos.

Reacción en cadena

Es el proceso mediante el cual progresa la reacción en el seno de la mezcla comburente-combustible. Da origen a la propagación del incendio en el espacio y en el tiempo.

CADENA DEL INCENDIO

Es el conjunto de fases o etapas en que se desarrolla un incendio.

Ignición o Inicio

Es la conjunción de los cuatro factores determinantes del fuego en el espacio y en el tiempo con intensidad suficiente para provocar la inflamación del combustible.

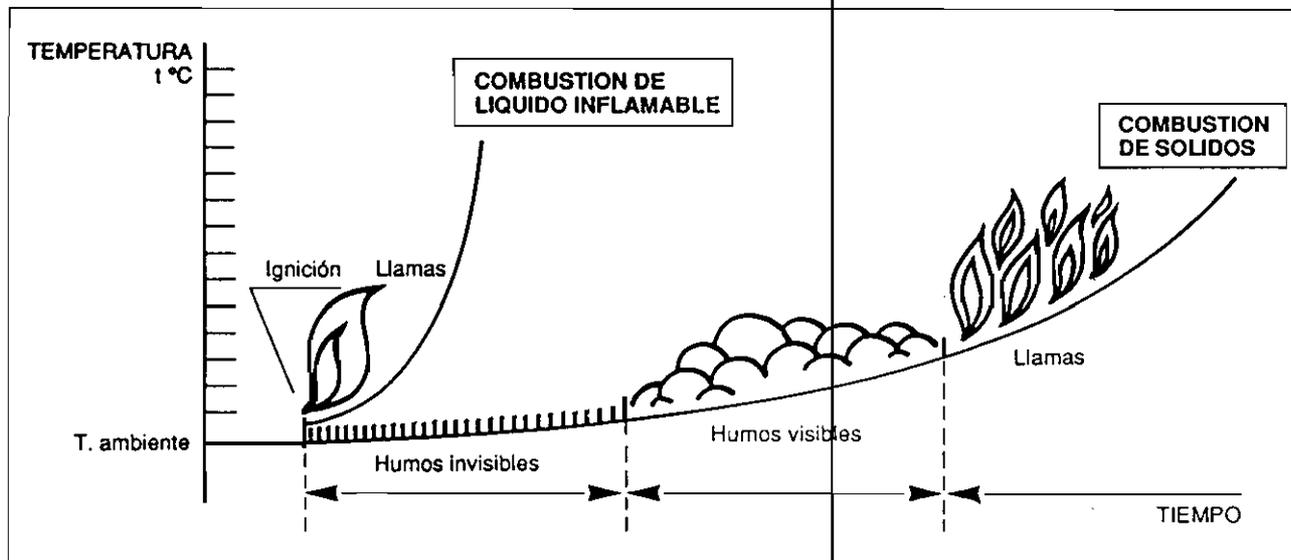
Propagación

Es la evolución del incendio en el tiempo y en el espacio.

La propagación del incendio en el espacio de unos combustibles a otros, inicialmente separados, se realiza mediante la transferencia del calor por los sistemas normales de transmisión: conducción, convección natural o forzada y radiación.

Esta propagación puede ser horizontal y vertical. La propagación horizontal se transmite a un mismo nivel por puertas, ventanas y huecos en las paredes y falsos techos. La propagación vertical es entre zonas a distinto nivel y la favorece el apilamiento de material combustible y la existencia de escaleras y ascensores, patios interiores y patinejos de instalaciones.

También se tiene propagación cuando el efecto del fuego es tan grande que supera la resistencia de los elementos estructurales y



el edificio se desploma parcial o totalmente.

Los factores técnicos determinantes de la propagación son:

Situación, distribución y características de los combustibles en el local. Esto se valora con el concepto de Carga Térmica.

$$Q_t = \frac{\sum K_{gi} \cdot P_{ci}}{S}$$

Q_t = carga térmica en megacalorías por metro cuadrado (Mcal/m²).

S = superficie del local en m².

K_{gi} = Kilos de cada combustible ubicado en el local.

P_{ci} = Potencia calorífica de cada combustible en Mcal/Kg.

Duración del incendio según el tipo de local y su carga térmica.

Gravedad del incendio o temperatura alcanzada, en función de la duración prevista.

Resistencia al fuego (RF). Condiciones estructurales del local. Existencia de huecos.

Suficiencia y adecuación de los medios de detección, alarma y extinción, así como mantenimiento de los mismos.

Se entiende como Velocidad de Propagación, la velocidad de avance del frente de reacción, es decir, la velocidad lineal de propagación del frente que separa la zona no destruida de los productos de la reacción.

Según dicho parámetro las combustiones se clasifican en:

Combustión simple

La velocidad de reacción es apreciable visualmente pero se mantiene inferior a 1 m/s. La energía desprendida es en parte disipada en el ambiente y el resto se emplea en activar la mezcla comburente-combustible manteniendo la reacción en cadena. Las reacciones que transcurren en los incendios normales son de este tipo. Ejemplos: las combustiones de sólidos como papel y madera, y generalmente de líquidos contenidos en recipientes.

Combustión deflagrante o deflagración

La velocidad de propagación es superior a 1 m/s e inferior a la velocidad del sonido en el medio ambiente en que tiene lugar la reacción. La formación rápida de productos gaseosos en la reacción ocasiona unos efectos de presión con valores comprendidos entre 1 y 10 veces la presión inicial. Ejemplos: las deflagraciones de vapores de líquidos inflamables, las de mezclas aéreas de polvos combustibles, etc.

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES INDUSTRIALES Y DE ALMACENAMIENTO, EN FUNCION DE SU NIVEL DE RIESGO INTRINSECO

El método de clasificación establecido en la NBE-CPI-82, determina el nivel de riesgo intrínseco en función de la carga térmica ponderada con dos coeficientes C_i (función de la peligrosidad de los productos) y R_a (función de la actividad)

$$Q_p = \frac{\sum K_{gi} \cdot P_{ci} \cdot C_i}{S} \cdot R_a$$

NIVELES DE RIESGO	BAJO		MEDIO			ALTO		
	1	2	3	4	5	6	7	8
CARGA TERMICA PONDERADA. Q_p Mcal/m ²	$Q_p < 100$	$Q_p < 200$	$Q_p < 300$	$Q_p < 400$	$Q_p < 800$	$Q_p < 1600$	$Q_p < 3200$	$Q_p > 3200$

COEFICIENTE C_i	1,6	1,2	1
TIPOS DE PRODUCTOS	Productos de ALTA peligrosidad Gases, líquidos inflamables, materias de combustión espontánea, etc.	Productos de MEDIA peligrosidad Líquidos inflamables	Productos de BAJA peligrosidad Líquidos combustibles y sólidos que requieren una temperatura de ignición superior a los 200°C

COEFICIENTE R_a	3	1,5	1
TIPOS DE ACTIVIDADES	Industrias químicas peligrosas. Fabricación pinturas. Talleres pintura. Fabricación pirotécnica. ...	Fabricación de aceites y grasas. Carpintería y ebanistería. Destilerías. Laboratorios químicos. Fabricación de cajas de cartón. Fabricación de objetos de caucho. Fabricación de tapicerías, ...	Almacenes en general. Fabricación de bebidas sin alcohol. Fabricación de cerveza. Talleres de confección. Fabricación de conservas. Talleres mecanización. Tintorerías. ...

Combustión detonante o detonación

La velocidad de propagación es superior a la velocidad del sonido en el medio ambiente en que tiene lugar la reacción. Las presiones originadas pueden alcanzar hasta 100 veces la presión inicial y los efectos sonoros son muy superiores a las deflagraciones. Ejemplos: los explosivos industriales detonantes y la combustión de mezclas de gases y vapores inflamables en especiales condiciones de temperatura y presión, y cuando se encuentran en espacios confinados.

Tanto las deflagraciones como las detonaciones pertenecen al campo de las Explosiones y su tratamiento en cuanto a prevención y protección requiere medidas especiales.

Consecuencias

Son las lesiones a personas y daños a los bienes, derivados del inicio y de la propagación del incendio.

Las consecuencias a las personas derivan de la temperatura (quemaduras) y del desprendimiento de humos, cuyos efectos: asfixia, desorientación, pánico e intoxicaciones, ocasionan más víctimas que la acción directa del calor.

PREVENCIÓN DE INCENDIOS

Es el conjunto de acciones tendentes a evitar el inicio del incendio, mediante la eliminación de uno o más de los cuatro factores determinantes del incendio: el combustible, el comburente, la fuente del calor (foco de ignición) y la reacción en cadena. Algunas de las medidas preventivas son las siguientes:

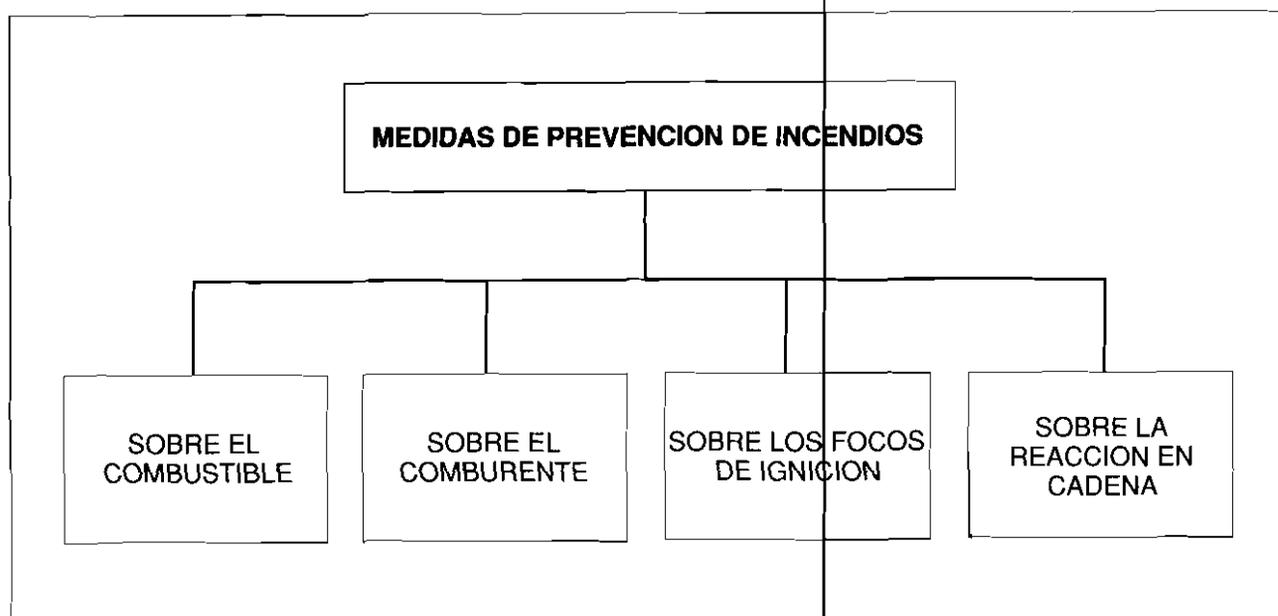
Actuación sobre el combustible

Sustitución del combustible

Por otros productos de temperatura de inflamación superior o menos combustibles.

Eliminación del combustible

Orden y limpieza. Almacenamientos aislados y alejados de zonas de trabajo. Utilización de recipientes herméticamente cerrados para almacenamiento, transporte y depósito de residuos. Transvases seguros con control de derrames. Mantenimiento escrupuloso de instalaciones con posibles pérdidas o fugas. Permisos de trabajos especiales para intervenciones de mantenimiento o reparación de instalaciones que han contenido o por las que han circulado productos inflamables.



Ventilación

Extracción localizada o general para la eliminación de concentraciones peligrosas en el aire ambiental.

Refrigeración

Mantenimiento de la temperatura del combustible por debajo de su punto de inflamación.

Disolución o mezcla

Adición al combustible de otra sustancia que aumente su temperatura de inflamación. Ejemplo: adición de agua a los alcoholes.

Recubrimiento

Aislamiento o ignifugación de materiales combustibles. Por ejemplo: todos los materiales combustibles de salas de espectáculos deberán ser ignifugados mediante recubrimientos químicos existentes al respecto. Otro ejemplo es el recubrimiento con pinturas intumescentes.

Utilizar la cantidad estrictamente necesaria

Evitar la existencia de depósitos de inflamables provisionales, y la acumulación de sustancias inflamables en el lugar de trabajo.

Señalización

Señalizar adecuadamente los recipientes y conducciones que contengan o conduzcan líquidos inflamables para evitar errores involuntarios.

Actuación sobre el comburente

Se puede realizar en casos determinados. Se basa en mantener atmósferas con bajo o nulo contenido en oxígeno mediante el empleo de agentes inertizantes como el nitrógeno, el vapor de agua, o el anhídrido carbónico. Ejemplo: la soldadura de un recipiente que haya contenido líquidos inflamables requiere el empleo de un agente inertizante y si el depósito es pequeño puede recurrirse a su llenado con agua.

Actuación sobre los focos de ignición

Sobre focos térmicos

Prohibición de fumar e introducir útiles de ignición.

Emplazamiento externo al local con riesgo, de las instalaciones generadoras de calor (hornos, calderas, etc.).

Verificación de ausencia de atmósferas inflamables con un explosímetro y protección de combustibles con mantas o pantallas en las proximidades de trabajos de soldadura. Permisos de fuego para estos casos.

En vehículos y máquinas con motor de combustión interna, colocar malla apagallamas y calorifugado en tubo de escape. Prohibición de tránsito por zonas de peligro.

Protección con cubiertas opacas para rayos solares.

Cámaras aislantes, ventilación, refrigeración según las condiciones térmicas ambientales.

Sobre focos eléctricos

Instalación eléctrica de seguridad según el riesgo (Reglamento de Baja Tensión en su Instrucción Complementaria MIBT 026, B.O.E. 26-1-1988).

Dimensionamiento de la instalación para evitar sobrecarga. Interruptores magneto-térmicos.

Interruptores diferenciales contra corrientes de fuga.

Frente a cargas electrostáticas: Puesta a tierra y conexiones equipotenciales, humidificación ambiental, dispositivos colectores, ionizadores.

Pararrayos para descargas eléctricas atmosféricas.

Sobre focos mecánicos

Lubricación contra roces mecánicos.

Herramientas antichispa.

Eliminación de partes metálicas en calzado.

Sobre focos químicos

Aislamiento adecuado y control automático de la temperatura en procesos exotérmicos, o que puedan alcanzar temperaturas peligrosas.

Separación y almacenamiento adecuado de sustancias reactivas.

Ventilación y control de la humedad ambiental en sustancias autooxidables.

Actuación sobre la reacción en cadena

Adición de antioxidantes a plásticos.

Tejidos ignifugados.

REACCIÓN AL FUEGO DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN

Estos materiales tienen un comportamiento frente al fuego determinado mediante unos ensayos que los clasifica en seis categorías:

M0, M1, M2, M3, M4 y M5

que van desde los materiales incombustibles a los altamente inflamables.

La legislación vigente limita la aplicación de cada categoría según los usos a que están destinados.

RESISTENCIA AL FUEGO

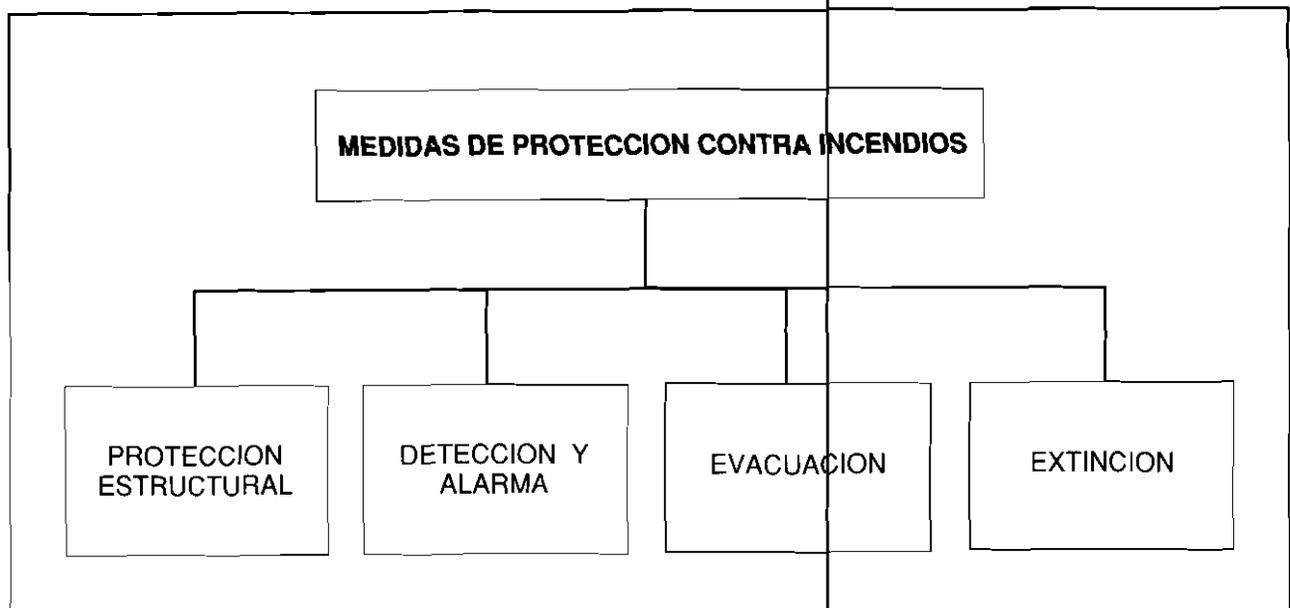
Este concepto se utiliza en la protección estructural identificándose con las siglas RF y nos indica la resistencia de un elemento constructivo expresada en minutos, sin que pierda su estabilidad ni sus características estructurales y de aislamiento del fuego. El ensayo se realiza de acuerdo con la Norma UNE 23093.

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Es el conjunto de acciones destinadas a complementar la acción preventiva para el caso en que se inicie el incendio, éste quede limitado en su propagación y reducidas sus consecuencias.

PROTECCIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICIOS Y LOCALES

Esta protección se debe prever en la fase de proyecto y consiste en diseñar los elementos constructivos de tal forma y con los materiales adecuados para que formen una barrera contra el avance del incendio en caso de que éste se produzca, logrando su aislamiento en sectores de incendio controlados. Esta actuación se llama sectorización o compartimentación.



Actuación contra la propagación horizontal del incendio

Separación por distancia entre locales con riesgo.

Muros o paredes cortafuegos que dividen el edificio o local en zonas aisladas entre sí llamadas sectores de incendio.

Puertas contra incendios o puertas cortafuegos dispuestas en las aberturas necesarias de los muros cortafuegos.

Diques o cubetos para contener el líquido inflamable derramado en una fuga o rotura de un depósito.

Actuación contra la propagación vertical del incendio

Cortafuegos. Se trata de elementos a modo de compuertas de cierre automático accionados por fusible o a distancia y que dispuestos en los conductos impiden que los humos calientes fluyan incontroladamente.

Techos. Deben tener una resistencia al fuego adecuada. Deben impedir la propagación vertical del fuego y el debilitamiento de su resistencia. Si los forjados son de estructura metálica, deben recubrirse de hormigón o recubrimiento ignífugo en caso de riesgo de incendio.

Huecos verticales. Es precisa la sectorización de los huecos de escaleras, ascensores y otras aberturas verticales mediante puertas o cerramientos incombustibles con alta resistencia al fuego y que además sean estancos al humo.

Ventanas. En los edificios con riesgo elevado de incendio debe limitarse en lo posible la presencia de ventanales. Las ventanas que se instalen deben tener marco metálico y montar vidrio armado que aunque rompa, no deja huecos a las llamas. Una protección eficaz para las ventanas son los salientes de los forjados (aleros o balconadas) que obligan a las llamas a separarse de la fachada. Si el riesgo proviene de la radiación del edificio de enfrente la protección básica proviene de la separación por distancia.

Lucha contra el humo

El efecto negativo del humo es muy superior

al efecto de la temperatura (llamas), por su influencia sobre las personas, dificultando o impidiendo la evacuación de los locales. Su eliminación es imprescindible pero debe ser controlada a través de zonas que no coincidan con vías de evacuación de personas. Las aberturas en techos para salida de humos se denominan exutorios. Su apertura puede ser manual o automática mediante fusibles térmicos u otros mecanismos.

DETECCION Y ALARMA

Se entiende por detección de incendios al hecho de descubrir lo antes posible la existencia de un incendio en un lugar determinado.

La alarma consiste en avisar de forma que se ponga en marcha la evacuación de las personas y la extinción del incendio. La alarma manual se realizará mediante unos pulsadores debidamente localizados y accionados por personas. La alarma automática pasará por la central de control desde la que se darán las órdenes oportunas.

La detección se basa en los fenómenos que acompañan al fuego: gases, humos, llamas y calor. De ahí surgen las denominaciones de los diferentes tipos de detectores que son unos dispositivos distribuidos en el techo del local a proteger y conectados a una central de control.

Los principales tipos de detectores de incendios son los siguientes:

Detectores de gases o iónicos

Detectan los gases de la combustión, es decir, humos visibles o invisibles. Al inicio de un incendio se desprenden gases y puede que no se desprendan humos visibles, ni llamas, ni se eleve la temperatura de sus proximidades por lo que un detector de este tipo es el de mayor sensibilidad, el primero en detectar el incendio. Por ello, en principio es el de mayor aplicación.

Reciben el nombre de detectores iónicos por utilizar en su funcionamiento el fenómeno de la ionización.

Como efectos perturbadores de su funcionamiento hay que destacar las corrientes de

aire (se neutralizan con paravientos) y el polvo (se neutraliza con telas filtrantes).

Detectores ópticos de humos

Detectan humos visibles. Su funcionamiento se basa en la absorción o difusión de la luz por los humos producidos por el incendio. Su sensibilidad es media.

El principal efecto perturbador es el polvo.

Ideal para fuegos de sólidos (madera, papel, etc.), ya que actúan en una etapa previa a la aparición de las llamas.

Detectores ópticos de llamas

Detectan las radiaciones infrarrojas o ultravioletas que emiten las llamas.

Los efectos perturbadores son radiaciones procedentes del sol, cuerpos incandescentes, soldadura, etc. Se limitan a base de filtros y mediante mecanismos retardadores de la alarma para evitarla ante radiaciones de corta duración.

Son adecuados para proteger grandes espacios (hasta 1000m²) estando el detector situado a gran altura, especialmente si se trata de fuegos rápidos de líquidos inflamables (por ejemplo, hangares de aviación, etc.). Un detector de llama protege lo que "ve".

Detectores de temperatura o térmicos

Detectan la superación de una temperatura fija (tipo térmico de temperatura fija) o el aumento rápido de temperatura de unos 7°C por minuto (tipo termovelocimétrico). Estos valores se determinan en la fabricación del aparato.

Normalmente existe el tipo combinado que incluye ambas detecciones.

Por su simplicidad son de fiabilidad alta, aunque actúan en una etapa en que el fuego ya ha generado aumentos notorios de temperatura. Los efectos perturbadores son los rayos solares directos, radiadores, estufas, hornos, etc.

EVACUACION

Es la acción de desalojar un local o edificio en que se ha declarado un incendio u otro tipo de emergencia.

Se desarrolla en las fases de detección, alarma, tiempo de retardo y evacuación propiamente dicha. El tiempo total empleado es el tiempo de evacuación. Este tiempo debe estar previsto y marcar un límite.

La evacuación se efectúa a través de las vías de evacuación:

Horizontales: Pasillos y puertas.

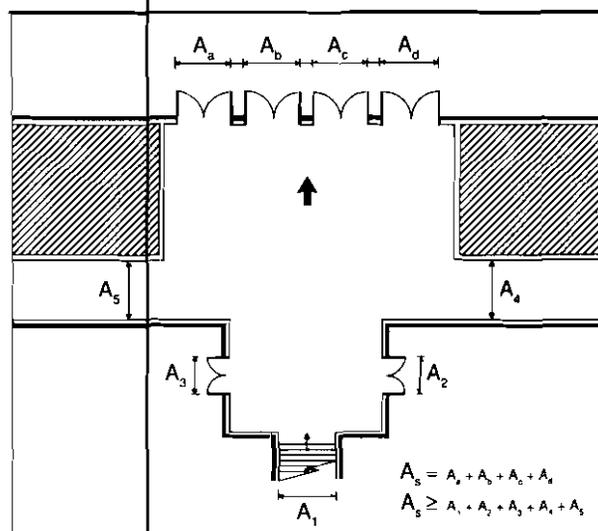
Verticales: Rampas y escaleras.

El tiempo propio de la evacuación depende de la capacidad de paso de una vía y del tipo de ocupación laboral. Es estimada para industrias en 100 personas por minuto y por unidad de anchura (60 cm), si la vía es horizontal, y de 60 personas si la vía es una escalera. La velocidad de circulación de una persona se supone de 60 m/min en vías horizontales y 30 m/min en vías verticales.

Número y anchura de las vías de evacuación

La solución de un problema concreto para un local con riesgo de incendio debe basarse en las siguientes premisas fundamentales:

Un número de salidas suficientes, ubicadas de forma que la distancia a recorrer



ANCHURAS MINIMAS DE VIAS DE EVACUACION NBE-CPI-82

VIAS HORIZONTALES PASILLOS Y SALIDAS EXTERIORES	VIAS VERTICALES ESCALERAS								
$A = 0,60 \frac{N}{K}$	$A = 0,60 \frac{N}{K} \cdot P$								
Viviendas K = 60 Uso Sanitario K = 30 Otros usos K = 100	Viviendas K = 45 Uso Sanitario K = 22 Otros usos K = 65								
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>A = Anchura mínima en metros.</p> <p>N = Número de personas que pueden utilizar la vía de evacuación.</p> </td> <td style="width: 50%; border-left: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; padding-left: 10px;"> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">NUMERO DE PLANTAS SUPERIORES</td> </tr> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="text-align: center;">0 1 2 3 4 5 6 </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">COEFICIENTE P</td> <td style="border-left: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; padding-left: 5px;">1,0 1,1 1,2 1,3 1,4 1,5 1,6 </td> </tr> </table> </td> </tr> </table>		<p>A = Anchura mínima en metros.</p> <p>N = Número de personas que pueden utilizar la vía de evacuación.</p>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">NUMERO DE PLANTAS SUPERIORES</td> </tr> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="text-align: center;">0 1 2 3 4 5 6 </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">COEFICIENTE P</td> <td style="border-left: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; padding-left: 5px;">1,0 1,1 1,2 1,3 1,4 1,5 1,6 </td> </tr> </table>		NUMERO DE PLANTAS SUPERIORES		0 1 2 3 4 5 6 	COEFICIENTE P	1,0 1,1 1,2 1,3 1,4 1,5 1,6
<p>A = Anchura mínima en metros.</p> <p>N = Número de personas que pueden utilizar la vía de evacuación.</p>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">NUMERO DE PLANTAS SUPERIORES</td> </tr> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="text-align: center;">0 1 2 3 4 5 6 </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">COEFICIENTE P</td> <td style="border-left: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; padding-left: 5px;">1,0 1,1 1,2 1,3 1,4 1,5 1,6 </td> </tr> </table>		NUMERO DE PLANTAS SUPERIORES		0 1 2 3 4 5 6 	COEFICIENTE P	1,0 1,1 1,2 1,3 1,4 1,5 1,6 		
	NUMERO DE PLANTAS SUPERIORES								
	0 1 2 3 4 5 6 								
COEFICIENTE P	1,0 1,1 1,2 1,3 1,4 1,5 1,6 								

Dichas fórmulas son apropiadas para locales con una superficie superior a 100 m² y una ocupación superior a 50 personas, debiendo existir entonces dos salidas hasta una ocupación de 500 personas, incrementándose en una salida cada 500 personas adicionales o fracción.

Para la determinación de la anchura necesaria de una vía de evacuación (pasillo) se adoptará como mínimo la de 0,80 m, aunque según cálculo sea suficiente con un valor inferior, y de 1,20 m o de 1,80 m para valores de cálculo superior a 0,80 y 1,20 respectivamente. Cuando la anchura requerida sea superior a 1,80 m se adoptará el valor de cálculo.

Se considerará un ancho de puerta útil de 0,80 m cuando la real esté comprendida entre 0,80 y 1,20 m, y se considerará de 1,20 m cuando la real esté comprendida entre 1,20 m y 1,80 m.

Para el cálculo de la anchura necesaria de una escalera, se adoptará el número de personas existente en la planta de mayor ocupación y no la suma de las personas de cada planta. El coeficiente P de la fórmula mayor la anchura necesaria al aumentar el número de plantas.

Debería existir una distancia máxima de 25 m desde cualquier lugar de trabajo a otra zona sectorizada contra incendios y de 50 m si la salida conduce al exterior.

desde cualquier punto del local a una de ellas sea razonable (función del fenómeno esperado).

Al menos dos salidas opuestas.

La anchura de tales salidas, acorde con el número de personas y tipo de ocupación del local a evacuar, se obtiene de fórmulas, según cuadro.

Nudos de confluencia de las vías

Cuando varias vías de evacuación de anchuras mínimas calculadas $n_1, n_2, n_3 \dots$ descargan en otra vía de un camino de evacuación, la anchura mínima N de esta última debe ser la suma de las que en ella confluyen.

Otros aspectos a tener en cuenta son:

Las puertas que dan acceso a una vía de evacuación siempre deben abrir en el sentido de circulación (salvo cuando deban circular a su través pocas personas).

La apertura de la puerta nunca mermará la anchura útil de la vía en que descargue.

La anchura útil de las vías de evacuación a lo largo de un camino será constante o en todo caso creciente.

No existirán aberturas en las vías de evacuación que puedan comunicar dicha vía con una de las posibles zonas de incendio.

EXTINCIÓN

Además de la evacuación del personal deben planificarse unos medios de lucha contra el fuego de forma que actúen lo antes posible una vez detectado el lugar del incendio.

Los procedimientos de extinción de incendios están basados en la eliminación de uno de los cuatro factores clave:

ELIMINACION del combustible.

SOFOCACION - eliminación del comburente.

ENFRIAMIENTO - eliminación del calor.

INHIBICION - eliminación de la reacción en cadena.

Clases de fuego

A fin de seleccionar el agente extintor, los fuegos se clasifican según la tabla de la siguiente página.

Extintores

Un extintor es un aparato que contiene un agente o sustancia extintora que puede ser proyectada y dirigida sobre un fuego por la acción de una presión interna. Esta presión interna puede obtenerse por una compresión previa permanente, por una reacción química o por la liberación de un gas auxiliar.

El extintor como primer elemento de intervención requiere estar en buen estado, accesible y que el personal esté adiestrado en su manejo.

Clasificación de los extintores según la sustancia extintora

a) Extintores de agua (pulverizada-chorro). La impulsión se realiza mediante un gas a presión incorporado al cuerpo de la botella o con botellín auxiliar.

Aplicaciones: Fuegos clase A. Inconvenientes: No utilizable en fuegos eléctricos, ni en la extinción de fuegos de metales ligeros.

b) Extintores de polvo. La impulsión del polvo se produce al actuar la presión del gas CO_2 comprimido en un botellín, interior o exterior, según el modelo, o bien mediante la presión incorporada en la misma botella del polvo y que suele hacerse también con anhídrido carbónico.

Se fabrican en tres modalidades:

Polvo seco. Aplicaciones: Fuegos de clase B (líquidos inflamables como aceites lubricantes, gasolina, grasas, fuel-oil, etc). Fuegos de clase C (metano, propano, gas natural, etc). Pueden emplearse sobre fuegos de tipo eléctrico. Recomendables

MATERIALES QUE PUEDEN ARDER CLASIFICACION DE FUEGOS		
MATERIALES		CLASIFICACION DE LOS FUEGOS
SOLIDOS CON BRASA	Madera. Papel. Telas. Gomas. Corcho. Trapos. Caucho	A
LIQUIDOS INFLAMABLES Y SOLIDOS LICUABLES	Gasolina. Petróleo. Aceites. Grasas. Pinturas. Barnices. Disolventes. Gasoil. Alcohol. Cera	B
GASES INFLAMABLES	Propano. Butano. Metano. Hexano. Gas ciudad. Gas hulla. Acetileno	C
METALES Y PRODUCTOS QUIMICOS REACTIVOS	Magnesio. Titanio. Sodio. Potasio. Uranio.	D
FUEGOS ELECTRICOS	Cualquiera en presencia de la corriente eléctrica	E

en refinerías, destilerías, instalaciones eléctricas, etc.

Polvo polivalente o antibrasa. Aplicaciones: Protección de lugares donde la naturaleza del fuego es difícilmente previsible. Eficaces contra fuegos clases A, B, C, incluso eléctricos hasta 1000 V.

Polvo especial. Aplicaciones: En fuegos clase D (metales ligeros o alcalinos como aluminio, sodio, potasio, litio, magnesio, etc).

- c) Extintores de espuma. Son de dos tipos: espuma química y física. Los primeros constan de un cuerpo principal que contiene una disolución de bicarbonato sódico y un producto estabilizante de espuma y una ampolla con sulfato de aluminio. Al accionar el extintor se rompe

esa ampolla y reacciona la mezcla dando una espuma líquida que se expande 8 veces y es expulsada fuera del extintor



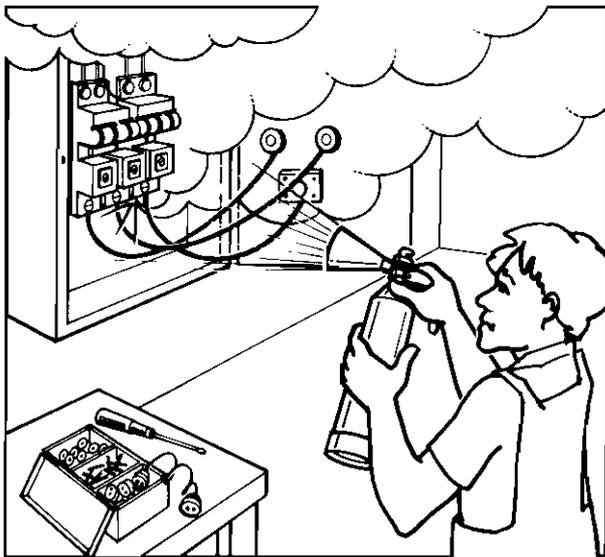
por la presión del CO_2 que desprende la mezcla.

Los de espuma física son más corrientes y más eficaces que los anteriores. Emplean espumas de proteínas o espumas generadoras de película acuosa. El cuerpo del extintor está lleno de agua con el agente espumógeno. La presión se obtiene de un botellín de CO_2 o son de presión permanente incorporada por un gas.

Aplicaciones: Fuegos de clase B, líquidos combustibles, grasas, aceites, pinturas, etc. Aceptable para madera, papel, tejidos, etc.

d) Extintores de CO_2 , llamados también de nieve carbónica.

La impulsión está generada por la propia presión de CO_2 contenido en la botella.



Aplicaciones: Pequeños fuegos de clase B y fuegos en instalaciones eléctricas. Recomendable para protección de máquinas, transformadores, laboratorios, equipos electrónicos, garajes, etc. Ventajas: Es limpio, no deja residuos y es económico. Inconvenientes: Ineficaz en fuegos clase A, poco efectivo en exteriores e incompatible con fuegos especiales de ciertos metales ligeros.

e) Extintores de halón (hidrocarburos halogenados). La impulsión del halón se rea-

liza normalmente con nitrógeno a presión. Su poder extintor es superior al CO_2 .

Aplicaciones: Excelentes para fuegos eléctricos, adecuados para fuegos clase B y aceptables para fuegos clase A y C. Recomendables en los sectores del petróleo, automóvil, industria eléctrica y electrónica. Al no dejar residuos ni descender la temperatura es el mejor para protección de equipos eléctricos delicados como ordenadores.

Ventajas: Limpio, no deja residuos, no mancha y no deteriora. Inconvenientes: Incompatible con los fuegos especiales de clase D y tiene efecto nocivo para el medio ambiente.

Debido a la variedad de productos y clases de fuego que se pueden originar en una empresa es conveniente disponer de varios tipos de extintores y tener en lugar visible un cuadro con los agentes extintores adecuados a cada fuego en los cuales se indica una valoración clasificada en excelente, bueno o adecuado, aceptable e inaceptable, peligroso o proscrito. Estas indicaciones también vienen indicadas en el extintor. Conviene indicar en el cuadro citado ejemplos de varios productos incluidos en cada clase de fuego para no quedarse indeciso ni emplear un tipo de extintor poco eficaz o inaceptable.

Placas y revisiones obligatorias

Según el Reglamento de Recipientes a Presión, los extintores deben ir provistos de una placa de timbre (excepto los de CO_2 que llevan las inscripciones reglamentarias para botellas de gases) y de una etiqueta de características.

La placa de timbre contendrá el número de registro de timbrado y el primero, segundo, tercero y cuarto retimbrado correspondiente a las recargas y pruebas de presión, las cuales se deberán realizar cada cinco años por las entidades autorizadas y al final de los cinco años después del cuarto retimbrado, es decir a los veinte años de vida útil se desechará el extintor.

LOCALIZACION Y EFICACIA DE LOS EXTINTORES PORTATILES

Se entiende por eficacia de un extintor, la aptitud para la extinción de una o varias clases de fuego normalizados según tipos de hogar de pruebas de características definidas. La eficacia o potencia extintora de un aparato se expresará por el hogar-tipo máximo que pueda apagar.

La base del sistema de clasificación de la eficacia de los extintores, consiste en un número y una letra (para los fuegos clase A y B, de acuerdo al siguiente código. Los fuegos clase C no tienen código de eficacia.

CODIGOS EFICACIA	SIGNIFICADO (UNE 23-110-75)
8A, 13A, 21A 27A, 34A, 55A	Número: longitud en dm del lado de un entramado de madera ardiendo de sección transversal constante y sobre un pedestal metálico que el extintor es capaz de apagar, según se establece en el ensayo normalizado. Letra A: Clase de fuego - SOLIDOS.
8B, 13C, 21B 34A, 55,... 377B	Número: litros de combustible normalizado -gasolina de aviación- ardiendo sobre bandejas circulares de diámetros especificados, que el extintor es capaz de apagar. Letra B: Clase de fuego - LIQUIDOS.
C	Carece de número identificativo de eficacia. Letra C: Clase de fuego - GASES.

Mientras no se disponga de normativa de protección contra incendios en establecimientos industriales, debe aplicarse la Norma Básica de la Edificación-Protección contra incendios (NBE-CPI-82) la cual indica el número de extintores y eficacia correspondiente para distintas dependencias y ocupaciones de la que se extraen los siguientes criterios básicos de referencia:

DISTANCIA A UN EXTINTOR	La distancia a recorrer horizontalmente desde cualquier punto de una zona protegida al extintor adecuado más próximo será de 25 m para fuegos clase A y 15 m para fuegos clase B
ZONAS DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE SOLIDO	Se instalará un extintor de eficacia 13A por cada 150 m ² de superficie o fracción.
ZONAS DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES LIQUIDOS Y/O GASEOSOS	Se instalará un extintor de eficacia 21B por cada 50 m ² de superficie o fracción, y un extintor de eficacia 89B por cada 25.000 Kg de combustible líquido o fracción y un extintor de eficacia 21B por cada 1.000 Kg de combustible gas licuado o fracción.

AGENTE EXTINTOR RESPECTO A LA CLASE DE FUEGO								
CLASES DE FUEGO		AGENTES EXTINTORES						
		AGUA CHORRO	AGUA PULVERIZ.	ESPUMA FISICA	POLVO SECO	POLVO POLIVAL.	NIEVE CARBONICA CO ₂	HALONES
A	SOLIDOS	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
B	LIQUIDOS	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI
C	GASES	NO Extingue SI Limita propag.			SI	SI	SI	SI
D	METALES	NO*	NO*	NO*	NO*	NO*	NO*	NO*
E	FUEGOS ELECTRICOS	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI
CLAVES: SI Bueno - SI Aceptable - NO Inaceptable o Peligroso *REQUIERE AGENTES ESPECIALES								

Aparte del retimbrado se deberá efectuar una revisión anual por una entidad autorizada, la cual verificará el estado y la presión o carga del extintor, indicándose la fecha y firma de la persona que la ha realizado en una etiqueta adhesiva.

La etiqueta de características debe contener los siguientes datos como mínimo:

Nombre y razón social del fabricante.

Temperatura máxima y mínima de servicio.

Productos contenidos y cantidades de los mismos.

Clase de fuego a que puede aplicarse y en caso de peligro a los que no debe aplicarse.

Instrucciones de empleo.

Fecha y contraseña correspondiente al registro de tipo.

Instalaciones fijas

Una instalación fija de extinción está formada por una red de tuberías y elementos terminales que cubren fundamentalmente las zonas con riesgo de incendio. Requieren además de un correcto diseño, un programa de mantenimiento, y en algunos de ellos su utilización periódica en simulacros y prácticas para asegurar su eficacia.

Normalmente la sustancia extintora es el agua, aunque existen también instalaciones que emplean espuma, CO₂, polvo seco y halones.

Las instalaciones fijas con agua pueden ser de los siguientes tipos:

Bocas de incendios

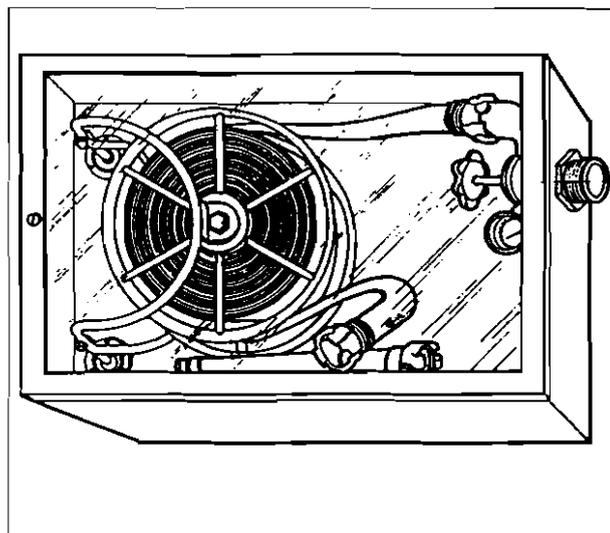
Se designa con este nombre a la instalación fija contra incendios con puntos de toma de agua que son las bocas de incendio propiamente dichas y que deben ir alojadas en un receptáculo adecuado.

Estarán compuestas de los siguientes elementos: Bocas de incendio equipadas, red de tuberías de agua y fuente de abastecimiento de agua.

Las bocas de incendio equipadas pueden ser con mangueras de 25 ó 45 mm de diámetro interior enrolladas sobre una devanadera o plegada sobre un soporte, con una boquilla o lanza que permita la salida del agua en forma de chorro y pulverizada, situadas en un armario empotrado o de superficie y con una tapa de cristal para su visibilidad. Deben disponer de un manómetro para la lectura de la presión que será como mínimo 3,5 Kg/cm² y como máximo 5 Kg/cm².

El emplazamiento de estas bocas de incendio equipadas estará cerca de las puertas o salidas y la distancia entre bocas no dejará zonas sin protección.

Los caudales serán suficientes para extinguir el posible incendio y mantenerse durante tiempo suficiente. Para facilidad de manejo por el propio personal son preferibles



las mangueras de 25 mm. Estos aspectos deberán cumplir la Normativa existente.

Hidrantes de incendios

Estas instalaciones también poseen en los extremos de su red unas tomas de agua y cuya diferencia con las anteriormente llamadas bocas de incendio se basa en su mayor diámetro y ser exteriores al edificio a proteger.

El hidrante propiamente dicho puede estar enterrado en una arqueta con una única salida de agua o en forma de columna provista de tres salidas de agua.

Deben estar distribuidos alrededor del edificio a proteger y que el agua lanzada con mangueras acopladas a ellos alcance cualquier zona a proteger.

Generalmente son empleados por el Servicio de Extinción de Incendios (bomberos) conectando sus propias mangueras o las que puedan estar dispuestas en un receptáculo anexo al hidrante.

Monitores

Son unos aparatos fijos para lanzar a distancia grandes cantidades de agua (800 a 8000 l/min).

Se instalan alrededor de la zona a proteger.

Se emplean para proteger materiales combustibles en patios de almacenamiento, vagones de ferrocarril o autobuses, parque de tanques de almacenamiento de líquidos o gases inflamables, etc.

Estos aparatos también pueden ser móviles para proporcionar un fácil transporte y manejo, permitiendo su actuación en puntos de difícil acceso, como tejados, autotanques, lanchas, etc. En vez de agua también pueden servir para espuma utilizando unas lanzas especiales.

Columna seca

La instalación de columna seca es para uso exclusivo del Servicio de Extinción de Incendios y está formada por una conducción normalmente vacía, que partiendo de la fachada del edificio discurre generalmente

por la caja de escalera y está provista de bocas de salida en los pisos y de toma de alimentación en la fachada, para la conexión de los equipos del Servicio de Extinción de Incendios, que es el que proporciona a la conducción, la presión y el caudal de agua necesarios para la extinción del incendio.

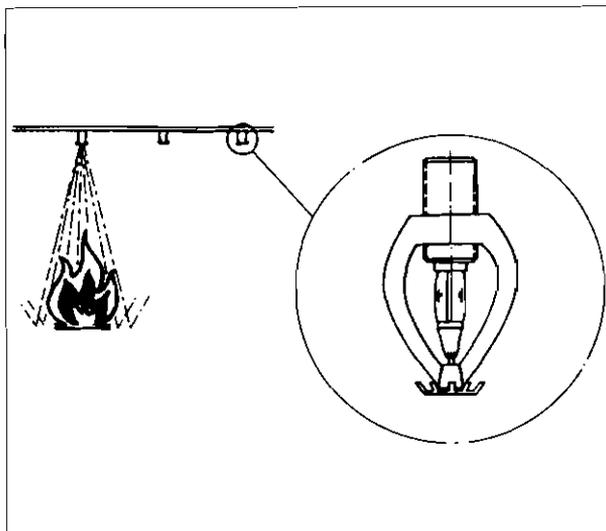
La toma de alimentación en la fachada estará alojada en una hornacina provista de caja metálica pintada de blanco con la inscripción "USO EXCLUSIVO BOMBEROS" en letra roja y situada junto al acceso principal del edificio.

Las bocas de salida en pisos se dispondrán en los rellanos de escalera en donde el Servicio de Extinción de Incendios conectará sus mangueras para atacar el incendio en su proximidad.

Rociadores automáticos de agua (Sprinklers)

Son unos dispositivos de extinción automática distribuidos en el techo de un local y que arrojan agua en forma de lluvia sobre la zona precisa en que se produce el incendio, debido al calor producido en el techo y que abre el paso del agua. Esta apertura es por rotura de una ampolleta con líquido especial o por fusión de una lámina metálica a unas temperaturas determinadas por fabricación.

Una instalación de rociadores engloba tres acciones simultáneas: detección, alarma y extinción. Comprende los rociadores pro-



piamente dichos, la red de tuberías, la unidad de control y el abastecimiento de agua.

Aplicaciones: es imprescindible en locales en que la propagación del incendio pueda ser rápida y se precise una intervención inmediata. Ejemplo: almacenes de productos acabados, grandes almacenes comerciales, etc.

Instalaciones fijas y automáticas de extinción por polvo

Están constituidas por una red fija de tuberías que parten de un depósito de suministro del polvo que aporta la cantidad necesaria de éste a una serie de boquillas de descarga emplazadas en los lugares con riesgo de incendio.

El disparo de estas instalaciones puede hacerse manualmente, aunque en general se realiza automáticamente, a partir de la central de control de una instalación automática de detección.

Instalaciones fijas y automáticas de extinción con CO₂

Se distinguen los siguientes tipos:

- Extintores fijos de CO₂ orientados al elemento a proteger y de funcionamiento automático mediante fusible. Su activación quedará reflejada en lugar adecuado, mediante una señal audible o visible.
- Instalación automática de extinción por inundación del local con CO₂.

En caso de incendio los detectores térmicos o de humos actúan primero sobre un sistema de alarma y sobre un relé temporizador graduable para dar tiempo a evacuar el personal antes de inyectar el CO₂. El disparo también puede ser por fusibles, termcontactos y termostatos. Se dispondrá al menos de un disparo manual.

Estos sistemas sólo serán utilizables cuando quede garantizada la evacuación del personal que ocupe el local.

Aplicaciones: petroleros, bodegas de buques, transformadores en locales cerrados, cuadros eléctricos, almacenes de pinturas y disolventes, rotativas de imprentas, maquinaria para obtención y refinado de pinturas,

maquinaria electrónica y cajas fuertes, salas de calderas, cabinas de pintura, etc.

NORMATIVA SOBRE PROTECCION CONTRA INCENDIOS

Es el conjunto de disposiciones legales destinadas a exigir unos requisitos mínimos de seguridad contra incendios.

La normativa es amplia, aunque la norma de mayor aplicación es la Norma Básica de la Edificación publicada en B.O.E. de 18 y 19 de septiembre de 1981 y corrección del 6 de noviembre del mismo año y la modificación posterior en B.O.E. de 21 de julio de 1982 y corrección del 27 de septiembre del mismo año. Existe una edición refundida de esta normativa denominada NBE-CPI-82 publicada por el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

Esta normativa es de ámbito muy amplio y entre otros aspectos afecta a las instalaciones de protección contra incendios, la dimensión máxima del sector de incendios, anchura de las escaleras, etc.

Está estructurada en dos partes, una primera que contiene las condiciones generales de protección contra incendios en los edificios y sus apéndices y que es de exigencia en todos, y otra segunda denominada "Anexos" en las que se contienen las condiciones particulares de cada tipo de edificio según su ocupación y para la cual se ha concedido un aplazamiento de forma que se vaya produciendo la necesaria adaptación de todos los sectores afectados.

PREVENCION Y PROTECCION DE EXPLOSIONES

Todos conocemos las consecuencias catastróficas originadas por las explosiones ya que éstas son violentas y a primera vista suceden de una forma más inesperada que los incendios. Al ser tan violentas no hay oportunidad de evacuar y la proyección de objetos y el derrumbamiento de estructuras suele atrapar a bastantes personas por lo

que este tipo de accidente se transforma en catástrofe.

En términos amplios, explosión es un aumento brusco de volumen de una sustancia (aire, vapor de agua, gases de combustión, etc.) en un medio (recipiente, atmósfera, local, etc.) que opone resistencia a dicho aumento.

Clases de explosiones

Según su origen pueden ser:

Químicas: Producidas por reacciones químicas de combustión violenta. Ejemplo: combustión de nitroglicerina, nitrocelulosa, dinamita, etc.

Neumáticas: Producidas por la rotura de un recipiente a causa de la presión interior. Ejemplos: reventón de un neumático, explosión de una caldera de vapor, etc.

Eléctricas: Producidas por el establecimiento de un arco eléctrico, vaporización brusca de conductores, efectos producidos por calentamiento de los mismos.

Nucleares: Producidas por procesos de fusión o fisión de núcleos atómicos.

Según su forma de desarrollarse pueden ser:

Confinadas: Suceden dentro de un recipiente o recinto determinado. Ejemplo: explosión de un reactor químico.

No confinadas: Suceden al aire libre. Ejemplo: deflagración de una nube de vapor inflamable.

Explosivos

Son aquellas sustancias capaces de provocar una reacción de explosión química.

Se considera que existen dos clases:

Explosivos industriales: son aquéllos cuya finalidad es provocar la explosión. Ejemplos: los explosivos para voladuras, el fulminato de mercurio, etc.

Explosivos accidentales: son aquellas sustancias combustibles cuando la combustión está controlada, pero en determi-

nadas condiciones pueden originar una explosión. Ejemplo: acumulación por escape de gases o vapores inflamables, suspensión de polvo orgánico en el aire, nitrato amónico que reacciona violentamente con sustancias combustibles, reductoras y con polvos metálicos.

Consecuencias

Las consecuencias suelen ser catastróficas y casi siempre dan origen a:

- Abatimiento de estructuras con el consiguiente sepultamiento de las personas.
- Proyección y muerte o lesiones de las personas dentro de su radio de acción.
- Incendio posterior a consecuencia de los efectos térmicos ocasionados por la explosión.

Prevención de explosiones

Sabiendo que una reacción de combustión requiere combustible, oxígeno y una fuente de ignición, con eliminar uno de los tres factores se consigue evitar la explosión. Se consigue, por ejemplo, reemplazando el oxígeno del aire por un gas inerte. Este método se llama inertización y se suele emplear nitrógeno.

Manteniendo una mezcla explosiva por debajo de una concentración mínima que se llama límite inferior de inflamabilidad o explosividad, se evita la explosión. Estas condiciones se consiguen mediante extractores. La medición de tal concentración peligrosa en el caso de los gases y vapores inflamables, se realiza con el explosímetro ya citado. Además existen medidores para las concentraciones de diversos gases.

Otra forma de prevención es evitando el foco o fuente de ignición, esto es evitar golpes, frotamientos, chispas eléctricas, fumar, quemadores, etc.

Protección de explosiones

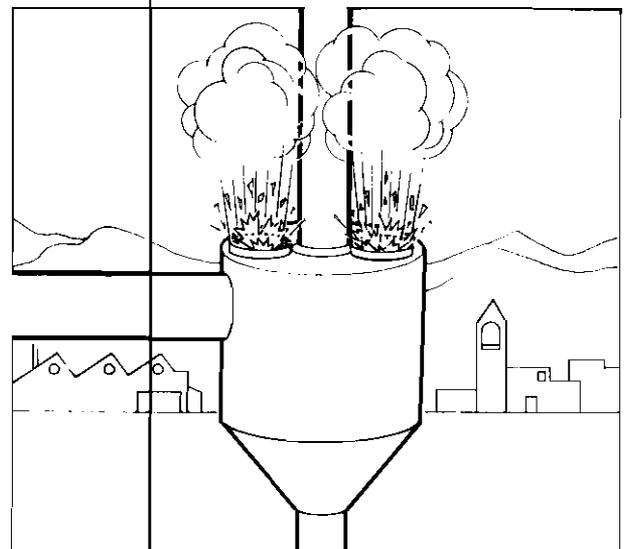
Entre las medidas de protección frente a las explosiones una vez ocurridas están:

- Contención de la presión de la explosión.

Este sistema casi siempre es prohibitivo por su coste, excepto en recipientes pequeños o con productos muy caros o altamente tóxicos. Se utilizan los llamados recipientes a presión y los resistentes al choque de presión. Los primeros resisten la presión sin rotura y los segundos sufren una deformación.

Separación de zonas o equipos para reducir las consecuencias de una posible explosión y evitar su propagación. Esta medida es equivalente a la sectorización o compartimentación para incendios. En el caso de polvos explosivos se utilizan válvulas rotativas y transportadores de tornillo helicoidal. Dentro de este método se puede incluir la construcción de muros que desvíen la presión de la explosión hacia arriba y evitar sus efectos sobre zonas adyacentes.

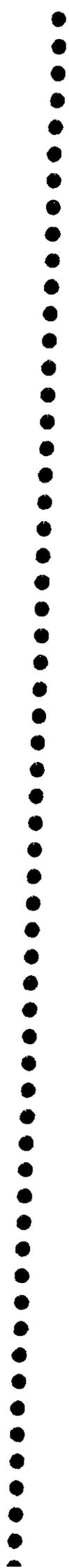
Respiraderos o venteos de alivio de explosiones. Este término incluye en sentido amplio todas las medidas que sirven para abrir un aparato o equipo cerrado en origen, sea por un tiempo corto, o permanentemente y en una dirección no peligrosa después de iniciarse una explosión o desarrollarse hasta un cierto grado. Entre las soluciones prácticas se tienen: discos y diafragmas de ruptura, placas de explosión, puertas de explosión con o sin mecanismo de autocierre, tapas sujetas a una cadena, paneles que saltan o paramentos débiles.





CAPITULO XVI

**LA PREVENCION
DEL RIESGO DE CAIDA DE ALTURA**



EL RIESGO DE CAÍDA DE ALTURA

En la ejecución de determinadas tareas se dan circunstancias en las que el trabajador está expuesto a caer desde el nivel de trabajo a otro inferior.

Dicho riesgo se materializa con relativa frecuencia y todos sabemos que, en general, comporta lesiones graves para las personas, y en ocasiones, la muerte.

La necesidad de eliminar este riesgo nace precisamente de la frecuencia con que se da y de la gravedad de sus consecuencias.

La Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo tiene en cuenta estos factores y así en su articulado establece una serie de prescripciones en plataformas de trabajo, aberturas, escaleras, etc., tendentes a evitar el riesgo de caída de personas a distinto nivel.

MEDIDAS PREVENTIVAS A TOMAR

El riesgo de caída de altura puede presentarse en múltiples circunstancias, muchas de ellas cambiantes. Piénsese en el sector de la Construcción, donde además entra en juego un nuevo factor, como es el que muchas veces los trabajos se llevan a cabo a la intemperie.

Intentar referirnos aquí, de una forma concreta y detallada, a este gran número de situaciones peligrosas supondría un trabajo muy extenso. Por ello, se marcarán unas líneas generales de actuación y se señalarán una serie de medidas aplicables a circunstancias concretas que puedan darse en las diversas actividades.

Todo riesgo de caída de altura se ha de abordar con medidas dirigidas a:

1ª) Impedir la caída.

Eliminando el riesgo en proyecto, si es posible.

Empleando un método de trabajo adecuado y las protecciones colectivas necesarias.

2ª) Limitar la caída.

Mediante el empleo de protecciones colectivas. Un ejemplo de ello lo tenemos en las redes de recogida.

3ª) Eliminar o reduciendo sus consecuencias.

Mediante el empleo de protección personal.

El orden en que se debe actuar es precisamente el indicado.

Como medida complementaria, pero necesaria, los trabajadores, además de ser aptos para el trabajo a realizar, han de recibir la formación adecuada y han de conocer los riesgos a los que pueden estar expuestos y las medidas de prevención a adoptar ante los mismos.

De acuerdo con lo dicho, para el desarrollo de las medidas generales, se cuidará de que:

El método de trabajo sea adecuado.

Se empleen las protecciones necesarias.

El personal esté debidamente formado.

Método de trabajo adecuado

Consiste en la organización racional de los trabajos a realizar de forma que en ningún momento los trabajadores se vean expuestos al riesgo de caída de altura. Ello implica disponer y emplear los medios auxiliares necesarios.

Por otro lado cabe señalar que en ocasiones, el emplear un método de trabajo u otro, puede eliminar un riesgo concreto sin necesidad de adoptar medidas protectoras.

La realización de un trabajo en altura de unas determinadas formas, organizadas y planificadas secuencialmente en el espacio y en el tiempo, permite un mejor control del riesgo.

En cualquier caso, la organización racional de los trabajos, es imprescindible para que la seguridad sea realmente efectiva.

Ahora bien, para asegurar que un método seguro de trabajo se siga, además de facilitar los medios necesarios, es preciso in-

struir y adiestrar a los trabajadores en su aplicación, vigilando periódicamente su cumplimiento, a fin de detectar desviaciones que deban ser corregidas.

Protecciones

Las protecciones a emplear se pueden agrupar en:

Protección colectiva

Protección personal.

Protección colectiva, es aquella que protege simultáneamente a más de una persona del riesgo de caída de altura. Entre ellas destacan:

Las barandillas

La cubrición de huecos

Las redes

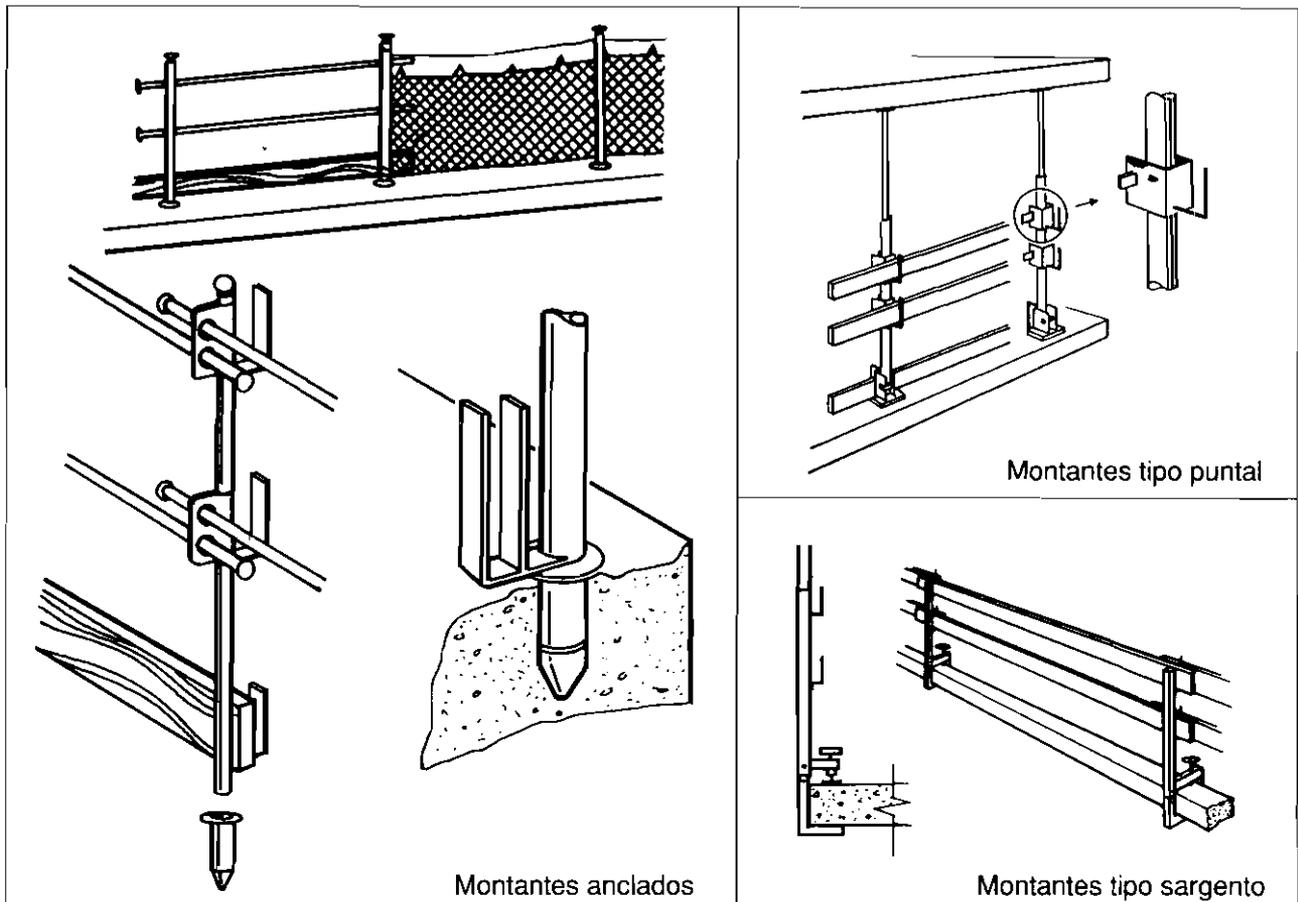
Barandillas

No son quitamiedos, que no sólo no evitan la caída de personas a distinto nivel, sino

que en ocasiones, debido a su deficiente construcción y falta de resistencia, son causa de accidente. Ejemplo de ello lo encontramos en la utilización de cuerdas a modo de barandillas.

Las barandillas serán de materiales rígidos y resistentes (150 Kg. por metro lineal), y tendrán una altura mínima de 90 cm. a partir del nivel del piso. Se completarán con plintos o rodapiés, igualmente rígidos y resistentes, que tendrán una altura mínima de 15 cm. sobre el nivel del piso. El hueco existente entre el plinto y la barandilla estará protegido por una barra horizontal o listón intermedio, o por medio de barrotes verticales con una separación máxima de 15 cm.

Existen diferentes sistemas de montantes para la instalación de barandillas provisionales. Pudiéndose anclar al forjado de piso o bien ser independientes de éste, existiendo, entre otros, los de tipo puntal que se deberán instalar de forma que se evite el peligro de deslizamiento del mismo, y los de tipo "sargento".



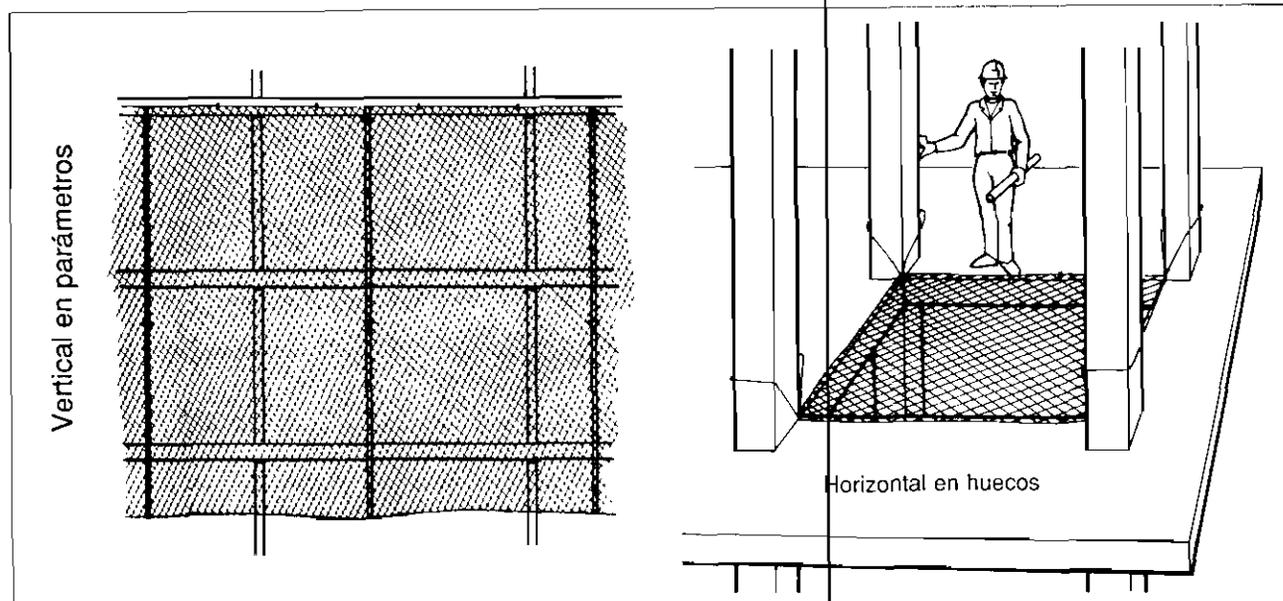
Diferentes tipos de montantes en barandillas provisionales

Cubrición de huecos

Se emplea en las aberturas en los pisos. Estas pueden ser desde muy pequeñas, como las destinadas a la conducción de servicios, pasando por las medianas, como podrían ser los patios de luces de tamaños normales, hasta las que desaparece totalmente el forjado de pisos, dándose tal circunstancia al levantar una estructura metálica.



La cubrición en general ha de ser fija, y de resistencia adecuada para garantizar la seguridad de las personas que pudieran circular sobre la misma.



Redes de prevención

Las aberturas en pisos de poco uso podrán estar protegidas por una cubierta móvil que gire sobre bisagras al ras del suelo, en cuyo caso, siempre que la cubierta no esté colocada, la abertura estará protegida por barandilla portátil.

Redes de seguridad

Se emplean especialmente en el sector de la construcción.

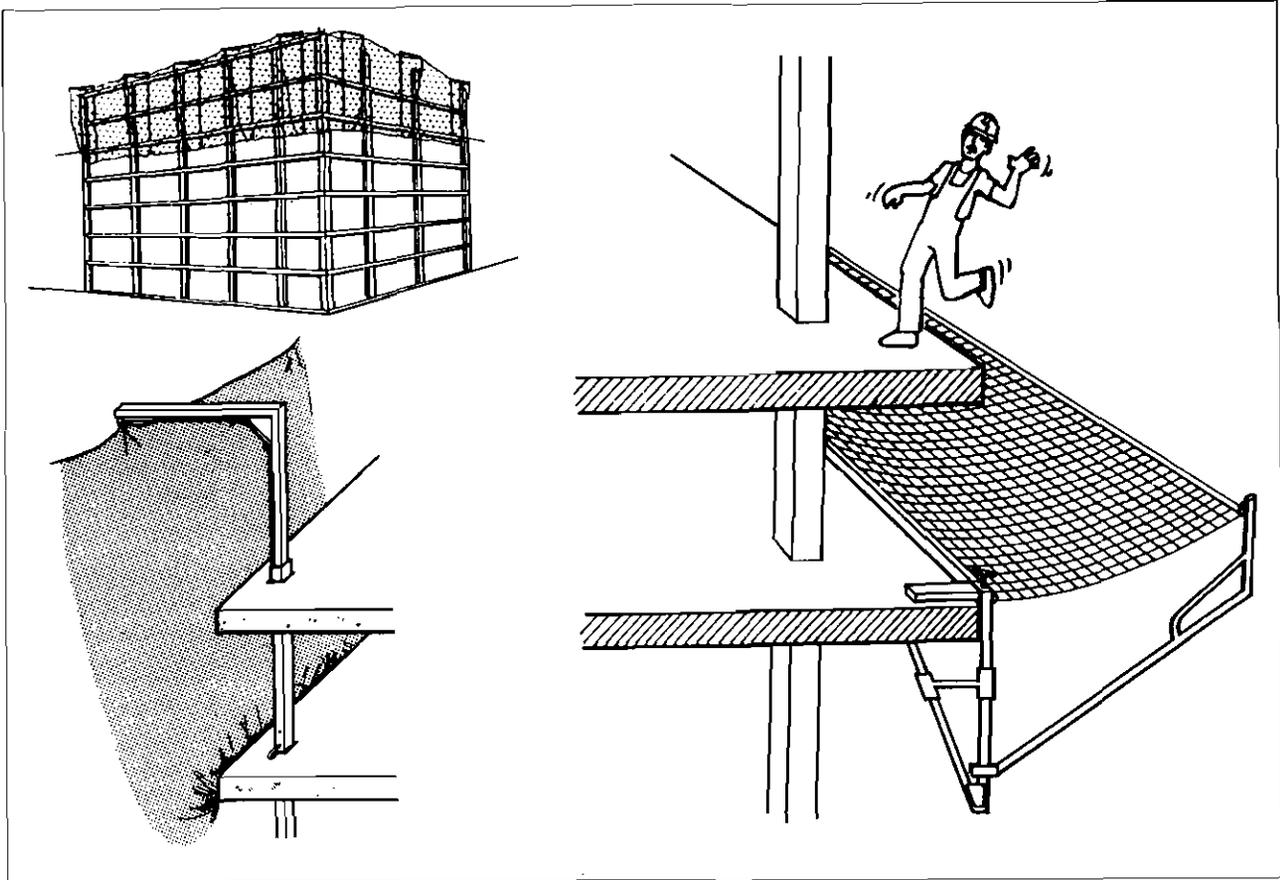
Generalmente son de fibras, pudiéndose distinguir entre:

Redes de prevención, que impiden la caída de personas.

Redes de protección, que no impiden la caída de personas, pero sí limitan la altura de caída. Se emplean cuando no es posible utilizar las primeras.

Dentro de las de prevención existen las de fachada que están colocadas verticalmente cerrando totalmente el recinto. También las redes horizontales instaladas en la planta de trabajo de manera que cubran los huecos existentes.

Dentro de las de protección cabe destacar las redes tipo "horca" que aún estando instaladas en la misma planta de trabajo, no impiden la caída del trabajador, pero recogen al mismo. Otro ejemplo lo tenemos en las redes horizontales instaladas por debajo de la planta de trabajo, ya sea en huecos



Diferentes tipos de redes de protección

interiores o en el perímetro de fachada. En cualquier caso, siempre se deberán instalar lo más próximas posible a la planta de trabajo, no permitiéndose la caída libre de más de 6 m.

Protección personal

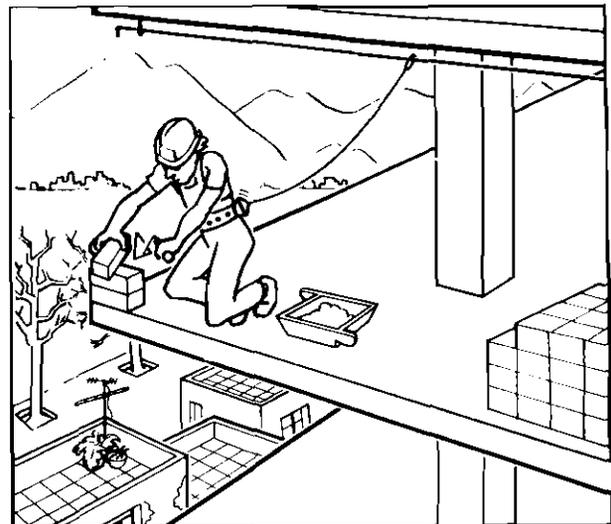
Es aquella que protege del riesgo de caída de altura exclusivamente al trabajador que utiliza dicha protección.

Es muy importante tener en cuenta que si bien las protecciones colectivas una vez bien instaladas previenen o protegen eficazmente el riesgo de caída de altura, durante la instalación de las mismas, los operarios están expuestos eventualmente a este riesgo.

Otras veces se llevan a cabo trabajos cuya eventualidad dificulta extraordinariamente la instalación de una protección colectiva por lo que conlleva de coste y tiempo.

En ambos casos está justificado el recurrir a la protección personal mediante el empleo

del cinturón de seguridad homologado, debiéndose elegir el apropiado para cada circunstancia: sujeción, caída o suspensión, al tiempo que se deberá hacer uso de dispositivos anticaídas, si procede.



En cualquier caso, el empleo del cinturón de seguridad como medida de protección conlleva una organización de los trabajos a

realizar, debiéndose prever los puntos de anclaje del cinturón y vigilar de manera especial la seguridad y resistencia de aquéllos.

Cuando el trabajador deba desplazarse vertical u horizontalmente sin la existencia de protección colectiva, es imprescindible prever la instalación de cables guía a los que se sujetará el cinturón de seguridad.

Formación del personal

Sirve de complemento imprescindible a las medidas ya citadas, ya que muchas veces éstas podrían ser ineficaces por un comportamiento inadecuado del trabajador.

Por otro lado, el trabajador deberá ser consciente del riesgo que corre en la ejecución de un trabajo, máxime cuando se trata de un riesgo grave. Al mismo tiempo conocerá las medidas de seguridad dispuestas a tal fin, así como su utilización correcta.

Asimismo, los mandos deberán estar sensibilizados en la seguridad, y aplicarán y exigirán las medidas de seguridad necesarias ante cada situación.

AGENTES MATERIALES QUE SUELEN GENERAR EL RIESGO DE CAÍDA DE ALTURA

Aberturas

Las aberturas podrán ser en paredes o en pisos.

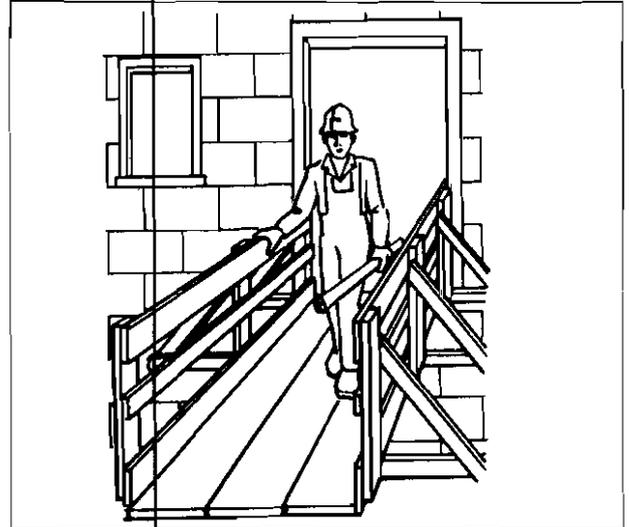
Deberán protegerse con barandillas aquellas aberturas en paredes que estén a menos de 90 cms. sobre el piso y exista riesgo de caída de más de dos metros.

Las aberturas en pisos se protegerán, en cualquier caso, bien mediante barandillas en todo su perímetro, bien mediante cubrición fija.

Pasarelas

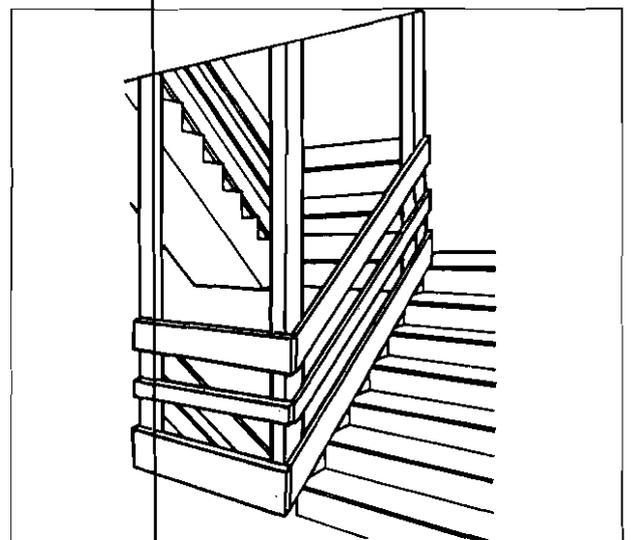
Tendrán un ancho mínimo de 60 cms. y poseerán un piso unido, debiendo disponer de barandillas o rodapiés en ambos lados,

aquellas que se encuentren situadas a más de dos metros de altura sobre el suelo o piso.



Escaleras fijas y de servicio

Los lados abiertos de las escaleras que tengan cuatro contrapeldaños o más se protegerán con barandillas. En obras de construcción en donde las escaleras aún no tengan el peldañeado, deberán contar con uno provisional cuya amplitud y resistencia permitan un tránsito seguro.



Andamios

Por andamio se entiende una construcción provisional, fija o móvil, que sirve como auxiliar para la ejecución de las obras.

Condiciones generales

Deberán organizarse en forma constructivamente adecuada para que quede asegurada su estabilidad y al mismo tiempo para que los trabajadores puedan estar en él con las debidas condiciones de seguridad. En este sentido se asegurará la inmovilidad de los tablonces que constituyen el piso, desechándose aquéllos con defectos peligrosos que comprometan su resistencia, siendo su anchura la precisa para la fácil circulación de los trabajadores y el adecuado almacenamiento de los útiles, herramientas y materiales imprescindibles para el trabajo a realizar. Asimismo, cuando exista riesgo de caída a partir de dos metros se protegerá obligatoriamente con barandillas y rodapiés.

Cuando el andamio se apoye sobre el suelo deberá cuidarse que el pavimento ofrezca la solidez y resistencia necesaria.

Condiciones particulares

Dentro de los andamios se pueden destacar los siguientes tipos:

ANDAMIO DE BORRIQUETAS. Como su nombre indica está constituido por dos borriquetas sobre las que se apoyan unos tablonces para formar el piso o plataforma de trabajo.

Es un andamio sencillo y generalmente

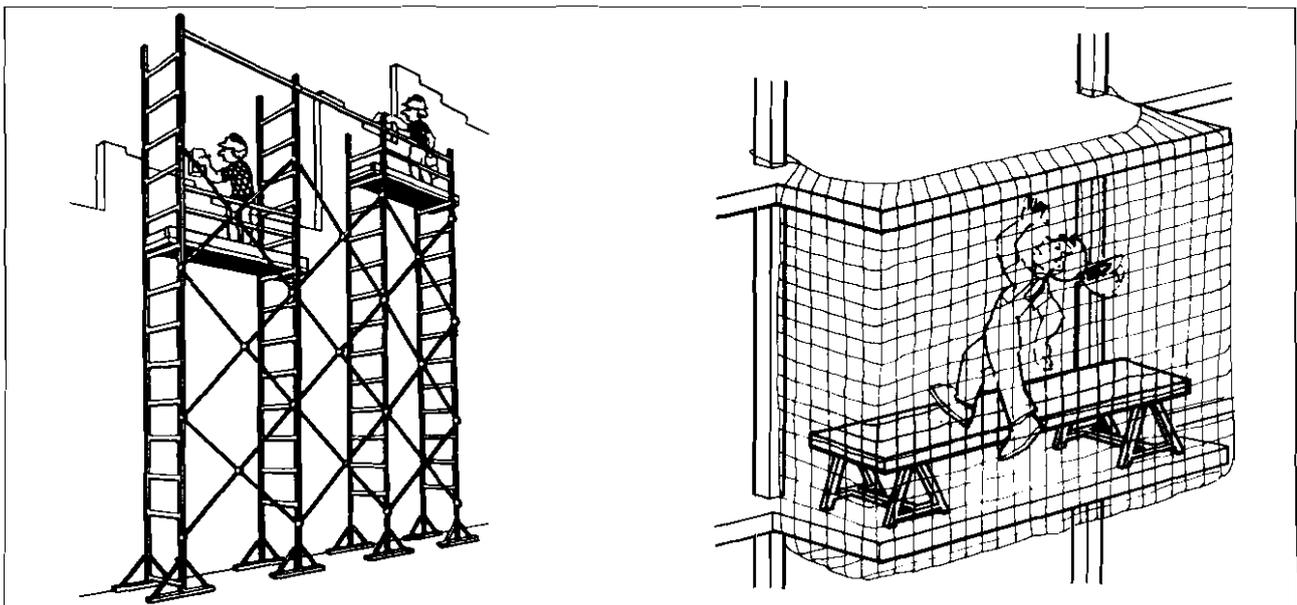
de poca altura, pudiendo alcanzar como máximo seis metros y debiendo arriostarse obligatoriamente a partir de los tres.

Muchas veces el riesgo grave de caída de andamios de poca altura viene determinado por el lugar donde se ubican: galerías exteriores, balcones junto aberturas, etc., siendo en tales casos, necesaria y muy práctica la protección por medio de redes verticales u horizontales, dependiendo de las circunstancias.

En ningún caso se emplearán andamios de borriquetas montados total o parcialmente sobre andamios colgados o suspendidos.

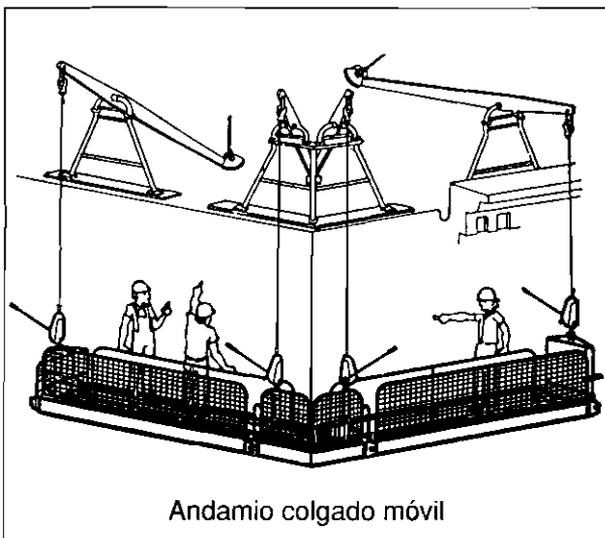
El orden y limpieza se cuidarán de manera especial alrededor de los andamios de borriquetas, evitándose el acopio de materiales, herramientas, etc.

ANDAMIO COLGADO MOVIL. Consta de pescantes, cables de suspensión, mecanismo de elevación y descenso y plataforma de trabajo, protegido con barandillas y rodapiés en todo su perímetro. Las colas de los pescantes deberán anclarse en el forjado del piso sobre el que descansan y de ser imposible podrán contrapesarse, organizándose de tal forma que se garantice la estabilidad del conjunto y evidentemente que los contrapesos no podrán alterarse.



Los andamios móviles no excederán la longitud de ocho metros, debiéndose dar instrucciones a los trabajadores para que no entren ni salgan del andamio mientras no quede asegurada su inmovilidad respecto del muro en sentido horizontal.

Como medida complementaria de seguridad, pero necesaria, cada trabajador estará provisto de un cinturón de seguridad, tipo caída, sujeto a un dispositivo anticaída, anclado este último en un punto fijo independiente del andamio.

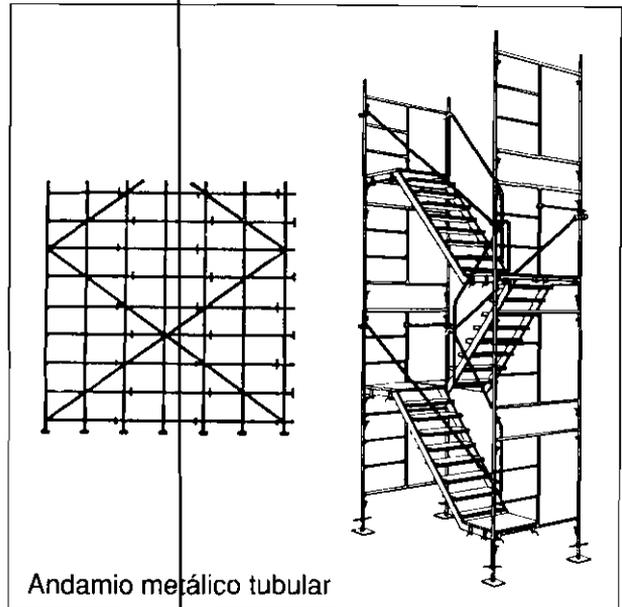


Andamio colgado móvil

ANDAMIO METALICO. Está constituido por tubos o perfiles metálicos, verticales y horizontales, arriostrados convenientemente. Su estabilidad se garantizará anclándose, en un número suficiente de puntos y con unas bases sólidas y estables.

Las escaleras que pongan en comunicación las distintas andamiadas se aconseja sean del tipo metálico, adosadas a la estructura del andamio o como módulo independiente.

El riesgo de caída de altura se protegerá por medio de barandillas y rodapiés.



Andamio metálico tubular

Trabajos sobre cubiertas de fibrocemento

En el proyecto de un edificio se deberá tener en cuenta los trabajos de mantenimiento y posibles reparaciones que se lleven a cabo en las cubiertas de edificaciones. Así, para trabajar sobre cubiertas de fibrocemento, extremadamente peligrosas, se deberán prever los accesos, haciéndolos fáciles y seguros.

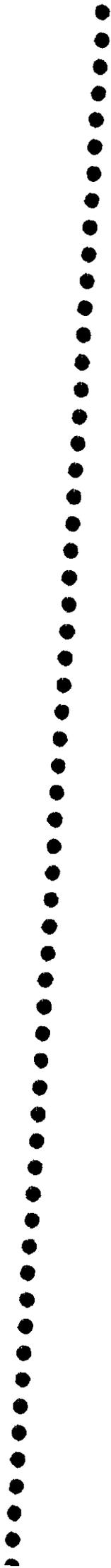
Por otro lado, se transitará siempre sobre los elementos resistentes, tales como correas, instalando pasarelas de paso para evitar la posible rotura de la placa, si bien ante una eventual rotura de la misma se debería instalar como medida de protección complementaria una red por debajo de la cubierta en la zona de trabajo. Esta medida se podrá tomar en la construcción de la estructura portante de la cubierta, instalándose, entonces, una tela metálica apoyada en las correas y por debajo de las placas de fibrocemento, que quedará definitivamente incorporada a la construcción.





**BIBLIOGRAFIA
CONSULTADA**





BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**Legislación básica***De aplicación general*

Estatuto de los Trabajadores

Ley 8/1980 de 10 de Marzo (B.O.E. 64 de 14.3.80)

Ley 4/1983 de 29 de Junio (B.O.E. 155 de 30.6.83. Corrección de errores en B.O.E. 175 de 23.7.83)

Ley 32/1984 de 2 de Agosto (B.O.E. 186 de 4.8.84)

Real Decreto Ley 1/1986 de 14 de Marzo (B.O.E. 73 de 26.3.86)

Ley General de la Seguridad Social

Decreto 2065/1974 de 30 de Mayo (B.O.E. 173 y 174 de 20 y 22.7.74)

Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas.

Decreto 2414/1961 de 30 de Noviembre (B.O.E. 292 de 7.12.61)

Ordenanza General de Seguridad e Higiene del Trabajo

Orden 9.3.71 (B.O.E. 64 y 65 de 16 y 17.3.71)

Señalización de Seguridad en los centros y locales de trabajo

Real Decreto 1403/1986 de 9 de Mayo (B.O.E. 162 de 8.7.86)

Normas de Iluminación de Centros de Trabajo

Orden 26.8.40 (B.O.E. 242 de 29.8.40)

Aparatos a presión

Reglamento de Aparatos a Presión

Real Decreto 1244/1979 de 4 de Abril (BB.OO.E. 128 de 29.5.79 y 154 de 29.6.79)

Real Decreto 507/1982 de 15 de Enero. Modifica los arts. 6º y 7º del Reglamento de Aparatos a presión. (B.O.E. 61 de 12.3.82) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias

Construcción

Obligatoriedad inclusión de un estudio de Seguridad e Higiene en el Trabajo en los proyectos de edificación y obras públicas

Real Decreto 555/1986 de 21 de Febrero (BB.OO.E. 69 de 21.3.86 y B.O.E. 227 de 22.9.86).

Responsabilidad de los Aparejadores y Arquitectos Técnicos en el Estudio de Seguridad e Higiene en el Trabajo y del Plan de Seguridad (nueva redacción a los artículos 1,4,6 y 8 del R.D. 555/1986 de 21.2.86)

Real Decreto 84/1990, de 19 de Enero (BB.OO.E. 22 de 25.1.90 y 38 de 13.2.90).

Modelo de Libro de Incidencias correspondiente a las obras en que sea obligatorio un Estudio de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Orden de 20.9.86 (BB.OO.E. 13.10.86 y 31.10.86).

Ordenanza de trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica.

Orden de 28.8.70

Electricidad

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Decreto 2413/1973 de 20 de Septiembre (B.O.E. 242 de 9.10.73) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias

Exigencias de seguridad de material eléctrico.

Real Decreto 7/1988 de 8 de Enero (B.O.E. 12 de 14.1.88).

Orden de 6.6.89 (B.O.E. 147 de 21.6.89).

Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

Decreto 3151/1968 de 28 de Noviembre (B.O.E. 311 de 27.12.68 y B.O.E. 58 de 8.3.68).

Condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre (B.O.E. de 1.12.82 y B.O.E. 15 de 18.1.83).

Incendios y emergencias

Norma Básica de la Edificación N.B.E.-CPI-82. Condiciones de Protección contra incendios en los edificios.

Real Decreto 2059/1981 de 10 de Abril (BB.OO.E de 18.9.81 y de 19.9.81 y correcciones del 6.11.81).

Real Decreto 1587/1982 de 25 de Junio (B.O.E. de 21.7.82. Corrección en B.O.E. 21.7.82).

Manual de Autoprotección para el desarrollo del Plan de Emergencia contra Incendios y de Evacuación en locales y edificios

Orden de 29.11.84. (B.O.E. 49 de 26.2.85).

Máquinas en general

Reglamento de Seguridad en las Máquinas.

Real Decreto 1495/1986 de 26 de Mayo (B.O.E. 173 de 21.7.86).

Aparatos elevadores

Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención.

Real Decreto 2291/1985 de 8 de Noviembre (B.O.E. 296 de 11.12.85)

I.T.C. M.I.E.-A.E.M. 1. Ascensores electromecánicos.

Orden de 19.12.85 (B.O.E. 12 de 14.1.86).

I.T.C. M.I.E.-A.E.M.2. Grúas Torre desmontables para obras.

Orden de 28.6.88 (B.O.E. 162 de 7.7.88).

Reglamento de Aparatos Elevadores para obras.

Orden de 23.5.77 (B.O.E. 141 de 14.6.77).

Productos químicos. Identificación.

Reglamento sobre declaración de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.

Real Decreto 2216/1985 de 23 de Octubre (B.O.E. 284 de 27.11.85. Corrección de errores en B.O.E. 111 de 9.5.86).

Productos químicos. Almacenamiento.

Reglamento sobre almacenamiento de productos químicos

Real Decreto 668/1980 de 8 de Febrero (B.O.E. 90 de 14.4.80).

Real Decreto 3485/1983 de 14 de Diciembre. Modifica el Reglamento sobre almacenamiento de productos químicos. (B.O.E. 43 de 20.2.84) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Productos químicos. Accidentes mayores.

Prevención de accidentes mayores en determinadas actividades industriales

Real Decreto 886/1988 de 15 de Julio (B.O.E. 187 de 5.8.88).

Real Decreto 952/1990 de 29 de Junio (B.O.E. 174 de 21.7.90).

Protección personal

Homologación de medios de protección personal de los trabajadores.

Orden de 17.5.74 (B.O.E. 128 de 29.5.74).

Textos Básicos sobre Seguridad en el Trabajo

ALBESA, A.

Ambito Sociojurídico de la Prevención
Barcelona, I.N.S.H.T. Ed. interna. 1982.

ALONSO, F. et al

Condiciones de Trabajo en la Construcción
Madrid, I.N.S.H.T. 1984.

BASELGA, M. et al

Seguridad en el Trabajo. Plan de estudios del Técnico de Seguridad.
Madrid. I.N.S.H.T. 1984.

P. BEGUERIA

Manual para estudios y planes de Seguridad e Higiene. Construcción.
Madrid. I.N.S.H.T. 1988.

BESTRATEN, M.

Gestión y Evaluación de programas de prevención integrada. Curso Precongreso.
Barcelona. I.N.S.H.T. 1987.

BLAKE, R.P.

Seguridad industrial
México. Diana. 1970.

COMISION DE SALUD LABORAL - CCOO

Guía sindical de seguridad y salud laboral
Barcelona. Comissio Obrera Nacional de Catalunya. 1988

COMITE INTERNACIONAL DE LA AISS PARA LA PREVENCION DE RIESGOS EN LA CONSTRUCCION

Trabajos en proximidad de líneas eléctricas aéreas y cables subterráneos
Madrid. I.N.S.H.T. 1983.

COMITE INTERNACIONAL DE LA AISS PARA LA PREVENCION DE RIESGOS EN LA CONSTRUCCION

Redes de protección y sus sistemas de fijación
Madrid. I.N.S.H.T. 1984.

CONSEJO INTERAMERICANO DE SEGURIDAD

Manual de Prevención de accidentes para operaciones industriales.
Madrid. MAPFRE. 1979.

DOMINGO, S. et al

Prevención y Protección contra Incendios. Plan de estudios del Técnico de Seguridad.
Madrid. I.N.S.H.T. 1982.

ESTALELLA, V. et al

Protección de maquinaria
Barcelona. I.N.S.H.T. Edición interna. 1982.

FACTORY MUTUAL ENGINEERING CORP.

Manual de Seguridad y protección de plantas industriales.
Madrid. MAPFRE. 1976.

FINE, W. (traducción de TURMO, E.)

Evaluación matemática para control de riesgos. Traducción.
Barcelona. I.N.S.H.T. 1975.

FRAILE, A. et al

Introducción a la Prevención
Barcelona. I.N.S.H.T. Edición interna. 1982.

GRIMALDI, J.V. y SIMONDS, R.H.

La Seguridad industrial, su administración
México. Representaciones y Servicios de Ingeniería. 1973.

HANDLEY, W.

Manual de Seguridad Industrial
México, Mc Graw-Hill, 1980.

LLUIS Y NAVAS, J.

La responsabilidad laboral, penal y civil por faltas de adopción de medidas de prevención de accidentes del trabajo.
Barcelona. Librería Bosch, 1969.

MAÑAS, J.L.

Seguridad básica en la industria química y petrolera
Manresa. ASEPEYO. 1979.

MAPFRE

Manual del Instructor de Seguridad
Madrid. MAPFRE. 1984.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA)

Manual de Protección contra Incendios.
Madrid. MAPFRE. 1987.

NOVAU, J.M.

Señalización de Seguridad
Barcelona. I.N.S.H.T. Edición interna. 1982.

O.I.T.

La prevención de los accidentes. Manual de educación obrera.
Ginebra. O.I.T. (9ª ed.). 1976.

O.I.T.

Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo
Madrid. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. 1989.

RICCARDI, R.

Manual de seguridad en el trabajo
Bilbao. Ed. Deusto. 1968.

RODELLAR, A.

Seguridad e Higiene en el Trabajo
Barcelona. MARCOMBO, S.A. 1988.

SANFELIX, D.

Economía de la Seguridad e Higiene en la Empresa
Barcelona. I.N.S.H.T. Edición interna. 1984.

SIMONDS R. y GRIMALDI, J.V.

Organización de la Seguridad en el trabajo
Madrid. Rialp. 1968.

VALLS, R. y MESTRE, J.

Prevención y protección del riesgo de electrocución
Barcelona, I.N.S.H.T. Edición interna. 1982.

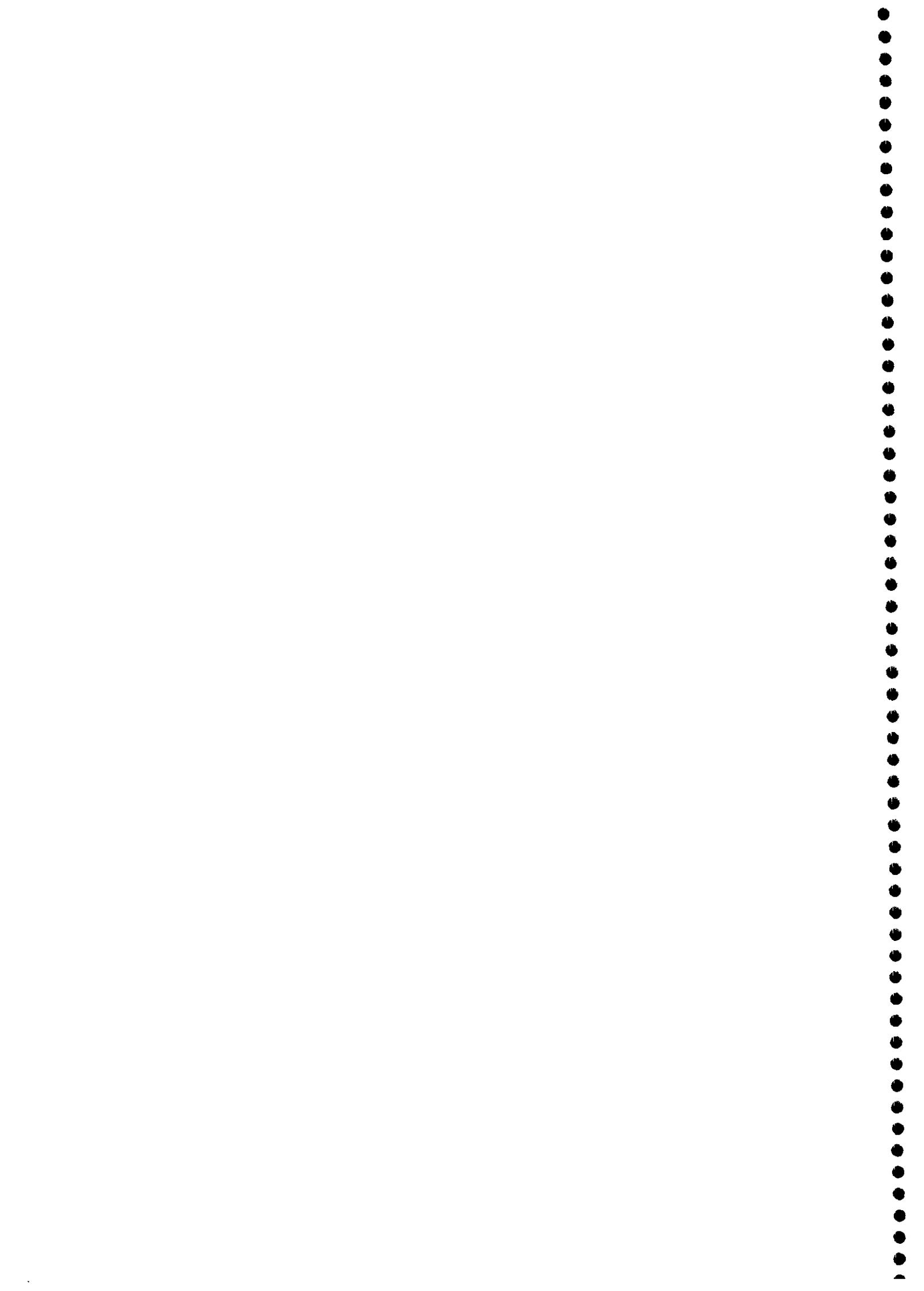
VARIOS AUTORES

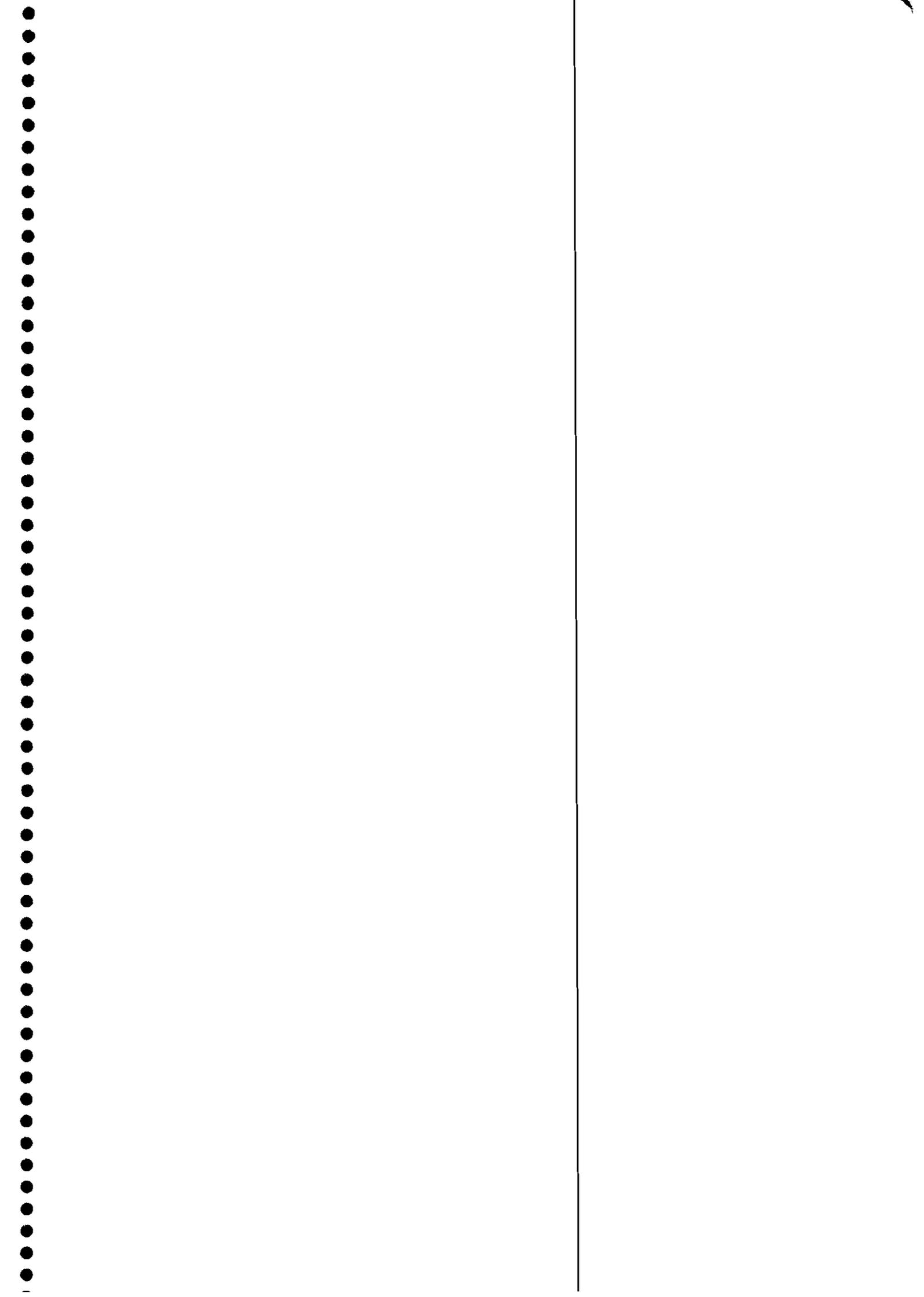
Notas Técnicas de Prevención

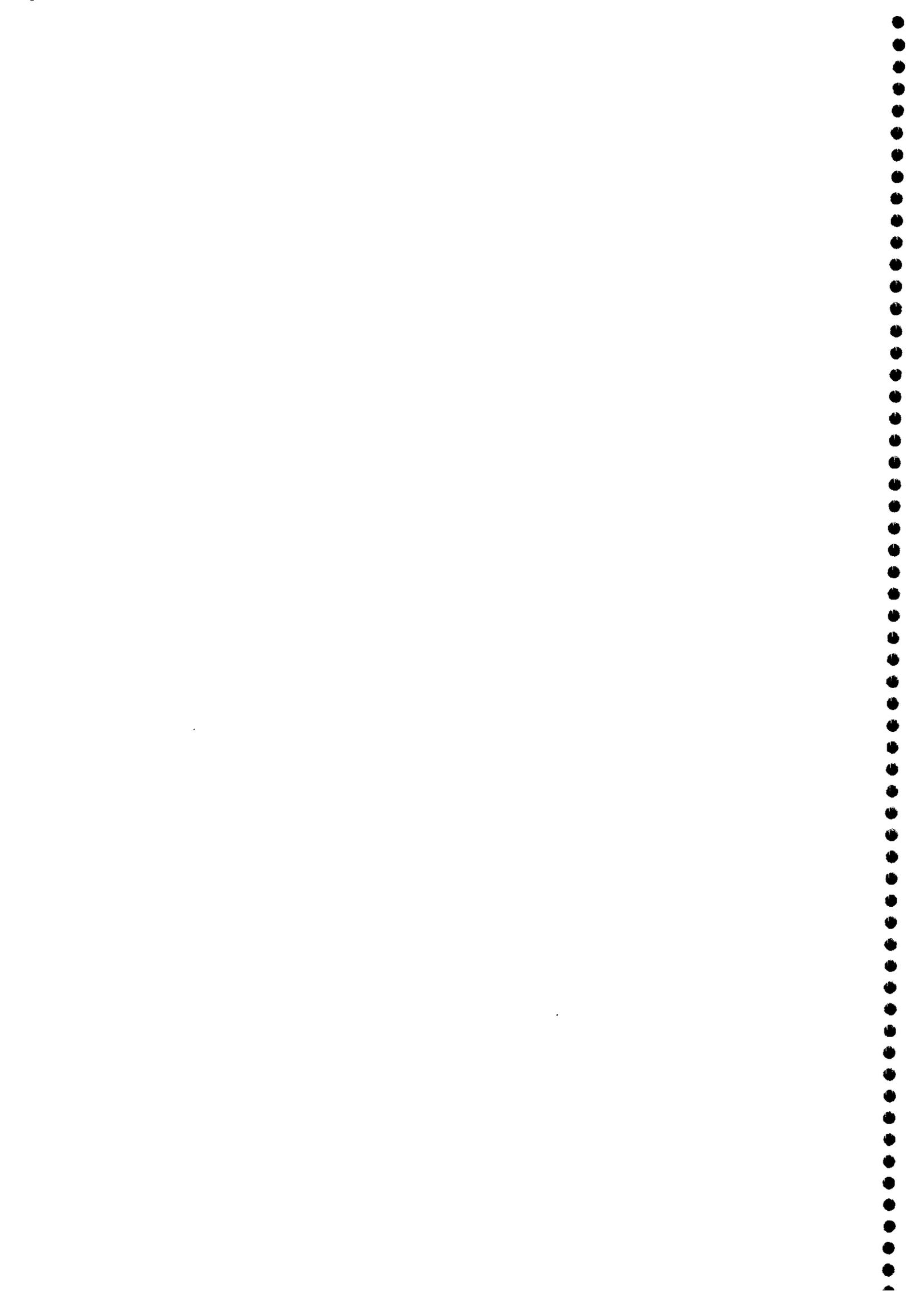
Barcelona. I.N.S.H.T. 1982,...

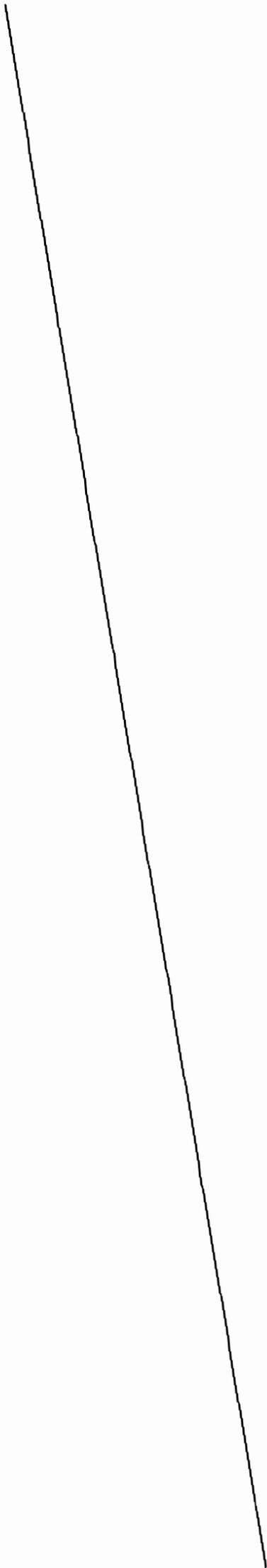
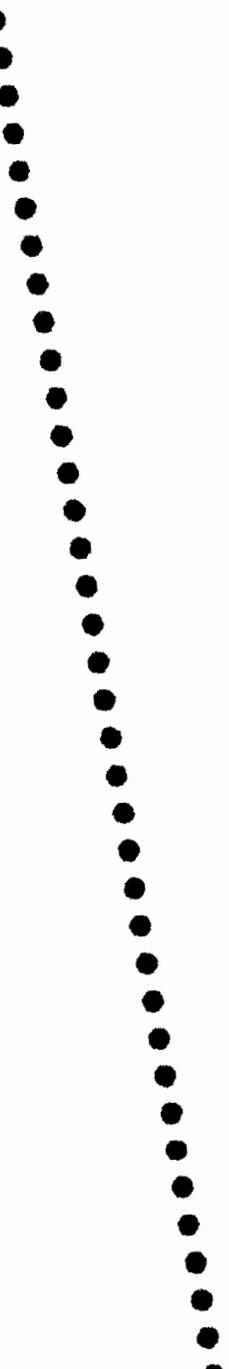
Documentos Técnicos.

Barcelona. I.N.S.H.T. 1983,...









MAP 871-SEG-SEG
11635



MAPFRE ESTUDIOS



004724

