



# Seguridad en el trabajo



MINISTERIO  
DE TRABAJO  
E INMIGRACIÓN



INSTITUTO NACIONAL  
DE SEGURIDAD E HIGIENE  
EN EL TRABAJO



# Seguridad en el trabajo

**EDICIÓN 2011**

**Autores:**

Manuel BESTRATÉN BELLOVÍ  
Xavier GUARDINO SOLÁ  
Yolanda IRANZO GARCÍA  
Tomás PIQUÉ ARDANUY  
Luís PUJOL SENOVILLA  
Montserrat SOLÓRZANO FÁBREGA  
José M<sup>a</sup> TAMBORERO DEL PINO  
Emilio TURMO SIERRA  
Isabel VARELA IGLESIAS

**Ilustraciones:**

Enric MITJANS TALON

**Diseño:**

Guillem LATORRE ALCOVERRO

**Coordinación:**

Tomás PIQUÉ ARDANUY  
Yolanda IRANZO GARCÍA

La ilustración que aparece en la cubierta de este libro pertenece a la obra *De Re Metallica* de editorial Casariego que, gentilmente, nos ha permitido su reproducción.

**Edita:**

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

**Imprime:**

Servicio de Ediciones y Publicaciones - INSHT

Depósito Legal: M-15133-2011  
I.S.B.N.: 978-84-7425-790-8  
N.I.P.O: 792-11-025-4

# Presentación



El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), ya desde la aprobación en 1971 del Plan Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, en calidad de organismo público dedicado a la Prevención de Riesgos Laborales, ha considerado que la mejora de las condiciones de trabajo sólo es posible cuando existe un nivel adecuado de formación e información de todos aquellos que participan en el mundo del trabajo. Por ello, ha dedicado un intenso esfuerzo a la producción de materiales que pudieran ser empleados como útiles formativos por quienes organizaran, impartieran o recibieran formación sobre prevención de riesgos laborales.

Uno de los proyectos más significativos en esta línea es, sin duda, el conjunto de los siete volúmenes que, empezando por el texto titulado “Condiciones de trabajo y salud”, han ido tratando sucesivamente los aspectos de Seguridad en el Trabajo, Higiene Industrial, Ergonomía, Psicosociología del Trabajo, Medicina del Trabajo y Técnicas Educativas. Estos siete volúmenes, acompañados por sus respectivas Guías del Monitor, constituyen un material educativo de alto valor para la Prevención de Riesgos Laborales que, en el momento actual, requiere sin embargo una puesta al día que le incorpore no sólo las innovaciones técnicas más recientes, sino sobre todo la nueva visión preventiva que emana de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y sus disposiciones de desarrollo.

En esta nueva edición, este texto de Seguridad en el Trabajo incorpora a su contenido las últimas novedades legislativas y técnicas a partir del año 2003. La presente publicación conserva una estructura similar a la anterior versión, aunque, tras la entrada en vigor de la Norma Básica de Autoprotección (NBA) y debido a la magnitud del tema, se ha elaborado un capítulo específico sobre Planes de Emergencia que unifica y desarrolla con mayor exhaustividad el tratamiento que sobre este tema se daba en los capítulos de Productos Químicos e Incendios y Explosiones del texto de la anterior edición, junto a la incorporación de las novedades de la citada NBA. Se incorpora, además, la reciente normativa relativa a las máquinas, aparatos a presión y productos químicos con la que se actualizan y enriquecen los correspondientes capítulos.

Se tratan de forma actualizada los conocimientos básicos necesarios para la reducción y el control de los accidentes de trabajo y la mejora continua y progresiva de las condiciones de trabajo, tomando en consideración los objetivos en el ámbito de la seguridad y salud en el trabajo de la Presidencia española del Consejo de Ministros de la Unión Europea de 2010, bajo los principios que hoy rigen en materia de salud laboral en la Organización Internacional del Trabajo, en nuestro marco comunitario europeo y, especialmente, en el marco jurídico derivado de la Ley 31/ 1995.

Bajo una concepción de prevención en la que los trabajadores son sujetos activos de sus condiciones de trabajo, este libro, dirigido especialmente a ellos, a los profesionales del campo de la prevención de riesgos laborales y a todos aquellos interesados en esta materia, pretende ser una herramienta para que el trabajo cotidiano sea cada vez más seguro y más eficiente en un entorno de progresiva preocupación por los problemas de salud laboral y de responsabilidad social de las empresas. Con ello se pretende contribuir a la mejora de la calidad de la vida laboral y al desarrollo sostenible de las empresas.

---

**Concepción Pascual Lizana**  
Directora del INSHT

# Índice



## **1. LOS ACCIDENTES Y LA SEGURIDAD EN EL TRABAJO**

---

¿QUÉ SON LOS ACCIDENTES DE TRABAJO? .	13
Accidentes de trabajo y otros tipos de daños...	14
Características esenciales de los accidentes de trabajo.....	15
Patología de los accidentes de trabajo .....	16
Interés preventivo de los accidentes e incidentes.....	16
IMPORTANCIA DE LOS ACCIDENTES DE TRABAJO.....	17
Relación de proporcionalidad entre accidentes e incidentes .....	18
ORIGEN DE LOS ACCIDENTES DE TRABAJO	20
Factores causales de los accidentes de trabajo	22
Cultura preventiva y comportamiento de las personas .....	23
Siniestralidad laboral en España .....	24
LA SEGURIDAD EN EL TRABAJO. CONCEPTOS Y BASES HISTÓRICAS .....	26
Errores históricos de la Seguridad en el trabajo.....	28
El nuevo enfoque de la Seguridad en el trabajo.....	29
LAS TÉCNICAS DE SEGURIDAD .....	33
Técnicas operativas de seguridad.....	33
Efectividad de las técnicas operativas.....	35
Temas prioritarios de la Seguridad en el trabajo.....	35

## **2. COSTES DE LOS ACCIDENTES DE TRABAJO**

---

COSTE HUMANO Y COSTE ECONÓMICO DE LOS ACCIDENTES DE TRABAJO.....	37
--	----

COSTE PARA EL ACCIDENTADO.....	38
COSTE PARA LA EMPRESA.....	40
Costes derivados de las responsabilidades .....	42
Relación entre costes asegurables y no asegurables .....	44
COSTE PARA LA SOCIEDAD.....	46
ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO DE LA PREVENCIÓN .....	47

## **3. CONTROL ESTADÍSTICO DE LA SINIESTRALIDAD**

---

NOTIFICACIÓN OFICIAL DE ACCIDENTES.....	51
CLASIFICACIÓN DE ACCIDENTES. FACTORES CLAVE PARA LA CODIFICACIÓN ..	56
Datos del accidente .....	56
Datos asistenciales .....	61
Ejemplo.....	62
NOTIFICACIÓN INTERNA DE ACCIDENTES...	62
REGISTRO DE ACCIDENTES.....	64
ÍNDICES ESTADÍSTICOS DE SINIESTRALIDAD .....	67
Índice de frecuencia.....	67
Índice de gravedad .....	69
Índice de incidencia .....	70
Índice de duración media .....	71
Índices de accidentes mortales.....	71

## **4. INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES**

---

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	74
SELECCIÓN DE ACCIDENTES A INVESTIGAR	74
METODOLOGÍA DE ACTUACIÓN.....	75

Toma de datos .....	76
Integración de datos.....	77
Determinación de causas.....	77
Selección de causas principales .....	79
Ordenación de causas .....	79
¿CÓMO INVESTIGAR ACCIDENTES?	
¿QUÉ PROCEDIMIENTO USAR? .....	80
Cadena .....	81
Conjunción .....	81
Disyunción.....	81
Independencia .....	82
<b>CASO PRÁCTICO DE INVESTIGACIÓN</b>	
<b>DE ACCIDENTE .....</b>	<b>82</b>
Descripción del accidente.....	82
Datos complementarios .....	83
<b>DISEÑO E IMPLANTACIÓN DE MEDIDAS.....</b>	<b>84</b>
Priorización de medidas .....	84
Seguimiento de las medidas.....	85
<b>TIPOS DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES</b>	<b>85</b>
Investigación en línea .....	85
Investigación especializada .....	86

## **5. EVALUACIÓN DE RIESGOS Y REVISIONES DE SEGURIDAD**

<b>ASPECTOS GENERALES .....</b>	<b>89</b>
Metodología a aplicar .....	91
<b>EVALUACIÓN DEL RIESGO DE ACCIDENTE..</b>	<b>93</b>
<b>MÉTODOS DE EVALUACIÓN .....</b>	<b>96</b>
Métodos simplificados de evaluación de riesgos .....	98
Métodos complejos de evaluación de riesgos .....	108
<b>REVISIONES DE SEGURIDAD.....</b>	<b>114</b>
<b>TIPOS DE REVISIONES.....</b>	<b>115</b>
Revisiones o inspecciones reglamentarias .....	115
Revisiones generales de los lugares de trabajo.....	116
Observaciones del trabajo.....	116
<b>PLANIFICACIÓN DE LAS REVISIONES.....</b>	<b>118</b>
<b>EJECUCIÓN DE LAS REVISIONES .....</b>	<b>119</b>
<b>EXPLOTACIÓN DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>120</b>

## **6. NORMAS Y SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD**

<b>CONCEPTO DE NORMA DE SEGURIDAD.....</b>	<b>125</b>
<b>UTILIDAD Y PRINCIPIOS BÁSICOS DE LAS NORMAS .....</b>	<b>125</b>
<b>CONTENIDO DE LAS NORMAS.....</b>	<b>126</b>

<b>FASES DE IMPLANTACIÓN DE LAS NORMAS</b>	<b>126</b>
Creación, revisión y aprobación.....	127
Difusión .....	127
Seguimiento, control y actualización.....	127

## **PROCEDIMIENTOS SEGUROS DE TRABAJO Y NORMAS DE SEGURIDAD .....**

<b>SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD EN LOS CENTROS Y LOCALES DE TRABAJO.....</b>	<b>129</b>
Concepto de señalización de seguridad y aplicación.....	130
Requisitos que debe cumplir .....	130
Utilización de la señalización.....	131
Clases de señalización.....	132

## **SEÑALES VISUALES DE SEGURIDAD .....**

Color de seguridad .....	132
Formas geométricas de las señales .....	132
Símbolos o pictogramas .....	133
Otros colores que forman parte de las señales de seguridad .....	133
Dimensiones de las señales a aplicar .....	134
Otras señales de seguridad .....	134
Señales luminosas y acústicas.....	136
Comunicaciones verbales y señales gestuales.....	137

## **7. LUGAR Y SUPERFICIE DE TRABAJO**

<b>FASE DE PROYECTO: ASPECTOS GENERALES .....</b>	<b>144</b>
Emplazamiento .....	144
Proceso productivo .....	144
Materiales utilizados.....	144
Equipos y métodos de trabajo.....	144
Dimensiones y disposición de los lugares de trabajo.....	145
<b>CONDICIONES GENERALES DE SEGURIDAD EN LOS LUGARES DE TRABAJO .....</b>	<b>145</b>
Definición.....	146
Seguridad estructural .....	146
Dimensiones mínimas de los locales de trabajo. Zonas de trabajo peligrosas .....	147
Suelos y aberturas .....	148
Pasillos y vías de circulación .....	151
Puertas y portones. Salidas.....	154
Rampas. Escaleras fijas y de servicio. Plataformas de trabajo.....	156
Escaleras fijas .....	158
Escaleras de mano .....	159
<b>DISTRIBUCIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS... 161</b>	
Distribución de máquinas .....	161
Puestos de trabajo y equipos .....	162



ILUMINACIÓN Y COLORES.....	162
Iluminación .....	162
Colores .....	163
SERVICIOS HIGIÉNICOS Y LOCALES DE DESCANSO .....	164
Servicios higiénicos.....	164
Locales de descanso .....	165
MATERIAL Y LOCALES DE PRIMEROS AUXILIOS .....	166
Material de primeros auxilios.....	166
Locales de primeros auxilios .....	166
ORDEN Y LIMPIEZA. MANTENIMIENTO.....	166
Gestión correcta del programa de orden y limpieza .....	169
Mantenimiento.....	169
<b>8. CAÍDAS DE ALTURA</b>	
MEDIDAS PREVENTIVAS BÁSICAS .....	172
MÉTODO DE TRABAJO Y PLANIFICACIÓN PREVIA.....	173
MEDIOS DE PROTECCIÓN .....	173
Barandillas de protección.....	174
Cobertura de huecos .....	178
Redes de seguridad .....	179
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL CONTRA CAÍDAS DE ALTURA .....	185
FORMACIÓN .....	187
AGENTES MATERIALES QUE GENERAN EL RIESGO DE CAÍDA DE ALTURA.....	187
Aberturas .....	187
Plataformas de trabajo.....	188
Pasarelas .....	188
Plataformas de hormigonado.....	188
Escaleras fijas y de servicio .....	188
Andamios .....	189
Técnicas de acceso y posicionamiento mediante cuerda.....	199
Equipo de trabajo.....	200
Planificación y organización de los trabajos ...	201
Técnicas específicas necesarias para la realización segura de los trabajos verticales .....	201
TRABAJOS ESPECÍFICOS QUE GENERAN EL RIESGO DE CAÍDA DE ALTURA Y DERRUMBES .....	202
Movimiento de tierras: vaciado de solares y zanjas .....	202
Trabajos de montaje de estructuras metálicas	204
Trabajos sobre cubiertas.....	205
Derribos y demoliciones .....	207

## **9. MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS**

NORMATIVA DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVA A LAS MÁQUINAS.....	209
DEFINICIONES.....	210
DESCRIPCIÓN DE PELIGROS .....	212
SELECCIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD ...	214
Determinación de los límites de la máquina ...	214
Identificación de peligros .....	214
Evaluación del riesgo.....	214
Balance económico .....	216
PREVENCIÓN INTRÍNSECA .....	216
Modos de mando especiales .....	218
MEDIDAS DE PROTECCIÓN QUE SE DEBEN TOMAR POR PARTE DEL DISEÑADOR/FABRICANTE .....	219
Resguardos .....	219
Dispositivos de protección.....	223
Selección de técnicas de protección.....	225
MEDIDAS DE PROTECCIÓN QUE SE DEBEN TOMAR POR PARTE DE LA EMPRESA USUARIA .....	227
INFORMACIÓN PARA LA UTILIZACIÓN.....	228
Información que debe suministrar el fabricante.....	228
Información y formación a suministrar por la empresa usuaria .....	229
PRECAUCIONES SUPLEMENTARIAS.....	229
Medidas que debe tomar el diseñador/fabricante .....	229
Medidas que debe tomar la empresa usuaria .....	232
HERRAMIENTAS MANUALES .....	232
Causas frecuentes de accidentes y su prevención .....	233
Diseño ergonómico de la herramienta.....	234
Prácticas de seguridad .....	234
Gestión de las herramientas .....	235
Buenas prácticas en el uso de herramientas .....	237

## **10. ELEVACIÓN, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

ASPECTOS LEGALES.....	240
RECOMENDACIONES GENERALES .....	240
MONTACARGAS. PLATAFORMAS ELEVADORAS MÓVILES DE PERSONAL.....	241
Montacargas .....	241
Plataformas elevadoras móviles de personal ...	243

PUNTES-GRÚA. GRÚAS-TORRE.	
APAREJOS-BLOQUES DE POLEAS .....	248
Puentes-grúa .....	249
Grúas-torre .....	251
Aparejos - Bloques de poleas .....	254
ACCESORIOS DE ELEVACIÓN.....	256
Eslingas. Generalidades .....	257
Eslingas de cable .....	258
Eslingas textiles.....	261
Valor del coeficiente de utilización (también denominado factor de seguridad) .....	262
Eslingas de cadena .....	263
Ganchos .....	265
CARREILLAS ELEVADORAS.....	266
Medidas de prevención y protección .....	267
MAQUINARIA MÓVIL EN CONSTRUCCIÓN Y AGRICULTURA.....	271
Dumper - carretilla a motor con volquete .....	271
Tractor.....	272
CINTAS TRANSPORTADORAS.....	274
Medidas preventivas.....	275
TRANSPORTADORES DE TORNILLO .....	276
Medidas preventivas.....	276
ALMACENAMIENTO DE MATERIALES.....	277
Clasificación de almacenes .....	278
Diseño de los almacenes .....	279
Almacenamiento de objetos sin embalar .....	280
Almacenamiento paletizado .....	282

## **11. RIESGOS ELÉCTRICOS**

LESIONES PRODUCIDAS POR LA CORRIENTE EN EL CUERPO HUMANO .....	286
Intensidad y duración de la corriente .....	287
Resistencia eléctrica del cuerpo humano .....	288
Tensión.....	289
Frecuencia .....	290
Recorrido de la corriente a través del cuerpo..	291
TIPOS DE CONTACTOS ELÉCTRICOS.....	292
PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ELÉCTRICOS DIRECTOS .....	295
Protección de instalaciones y equipos .....	295
Medidas para realizar trabajos eléctricos.....	299
LAS CINCO REGLAS DE ORO PARA TRABAJAR EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS .....	301
TRABAJOS EN TENSIÓN.....	304
PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ELÉCTRICOS INDIRECTOS .....	305
Doble aislamiento .....	305
Separación de circuitos .....	306

Empleo de pequeñas tensiones de seguridad ..	306
Protección por corte automático de la alimentación.....	307

FIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ELÉCTRICOS INDIRECTOS .....	310
PROTECCIÓN EN ATMÓSFERAS CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN .....	311
HERRAMIENTAS PORTÁTILES.....	312

## **12. PRODUCTOS QUÍMICOS**

TIPOS DE PELIGROSIDAD.....	318
Peligrosidad según las propiedades físico-químicas .....	320
Peligrosidad según las propiedades toxicológicas.....	322
Peligrosidad según efectos sobre el medio ambiente .....	330
Otros tipos de peligrosidad.....	331
IDENTIFICACIÓN Y ENVASADO DE PRODUCTOS PELIGROSOS .....	332
Envasado .....	335
ALMACENAMIENTO .....	338
Líquidos inflamables.....	339
Óxido de etileno .....	340
Cloro.....	341
Líquidos corrosivos.....	341
Líquidos tóxicos .....	342
Fertilizantes a base de nitrato amónico.....	343
Peróxidos orgánicos .....	344
MANIPULACIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS.....	345
Trasvases .....	346
Electricidad estática.....	349
TRANSPORTE INTERNO DE AGENTES QUÍMICOS PELIGROSOS. TUBERÍAS .....	350
INTERVENCIONES EN INSTALACIONES PELIGROSAS.....	351
EVALUACIÓN DEL RIESGO QUÍMICO .....	354

## **13. INCENDIOS Y EXPLOSIONES**

NORMATIVA SOBRE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....	360
QUÍMICA DEL INCENDIO. FACTORES DEL RIESGO DE INCENDIO.....	361
Combustible.....	362
Comburente .....	362
Calor.....	363

Reacción en cadena.....	363
<b>CADENA DEL INCENDIO .....</b>	<b>363</b>
Tipos de combustiones.....	364
Consecuencias .....	366
<b>PREVENCIÓN DE INCENDIOS.....</b>	<b>366</b>
Actuación sobre el combustible .....	366
Actuación sobre el comburente.....	367
Actuación sobre los focos de ignición.....	368
Actuación sobre la reacción en cadena.....	369
<b>COMPORTAMIENTO ANTE EL FUEGO DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y ELE- MENTOS CONSTRUCTIVOS. REACCIÓN AL FUEGO. RESISTENCIA AL FUEGO .....</b>	<b>369</b>
<b>PROTECCIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICIOS Y LOCALES.....</b>	<b>374</b>
Actuación contra la propagación horzonta del incendio .....	375
Actuación contra la propagación vertical del incendio .....	376
Lucha contra el humo.....	376
<b>DETECCIÓN Y ALARMA .....</b>	<b>377</b>
Detectores iónicos.....	378
Detectores ópticos de humos.....	378
Detectores ópticos de llamas .....	378
Detectores de temperatura o térmicos.....	379
Detectores de humo por aspiración .....	379
<b>EVACUACIÓN .....</b>	<b>379</b>
Número y disposición de las salidas .....	380
Número y anchura mínima de las vías de evacuación .....	381
Instalaciones de alumbrado de emergencia ....	383
Señalización .....	383
<b>EXTINCIÓN .....</b>	<b>384</b>
Clases de fuego.....	385
<b>EXTINTORES .....</b>	<b>385</b>
Clasificación .....	385
Placas y revisiones obligatorias.....	388
Eficacia y localización de los extintores portátiles.....	389
<b>INSTALACIONES FIJAS DE EXTINCIÓN.....</b>	<b>392</b>
Bocas de incendios equipadas (BIE).....	393
Hidrantes de incendios .....	395
Monitores.....	397
Columna seca .....	397
Rociadores automáticos de agua (Sprinklers). 398	
Instalaciones fijas y automáticas de extinción con polvo .....	400
Instalaciones fijas y automáticas de extinción con anhídrido carbónico u otros gases .....	401
Sistemas de espuma física .....	402

<b>PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN DE EXPLOSIONES.....</b>	<b>403</b>
Normativa sobre protección contra explosiones .....	403
Clases de explosiones .....	405
Explosivos.....	406
Consecuencias .....	406
Prevención de explosiones.....	406
Protección contra explosiones.....	407

## **14. PLANES DE EMERGENCIA**

<b>NORMA BÁSICA DE AUTOPROTECCIÓN (NBA).....</b>	<b>410</b>
Ámbito de aplicación de la Norma Básica de Autoprotección .....	410
Elaboración del PA según la Norma Básica de Autoprotección .....	411
<b>CLASIFICACIÓN DE LAS SITUACIONES DE EMERGENCIA .....</b>	<b>415</b>
<b>ORGANIZACIÓN DE EMERGENCIAS.....</b>	<b>415</b>
<b>ACTUACIONES EN UN PLAN DE EMERGENCIA .....</b>	<b>416</b>
Actuaciones en el conato de emergencia .....	417
Actuaciones en la emergencia parcial.....	417
Actuaciones en la emergencia general .....	417
Actuaciones en la evacuación.....	418
Implantación y divulgación del Plan de Emergencia.....	418
Mantenimiento y actualización.....	419
<b>PLANES DE EMERGENCIA EN ESTABLECIMIENTOS AFECTADOS POR ACCIDENTES GRAVES EN LOS QUE INTERVENGAN SUSTANCIAS PELIGROSAS ...</b>	<b>421</b>

## **15. EQUIPOS A PRESIÓN**

<b>LEGISLACIÓN.....</b>	<b>425</b>
Requisitos técnicos esenciales de seguridad....	427
El marcado CE .....	428
Obligaciones de los usuarios .....	428
<b>TÉRMINOS BÁSICOS Y DEFINICIONES.....</b>	<b>430</b>
<b>TIPOS DE EQUIPOS A PRESIÓN.....</b>	<b>431</b>
Equipos sometidos a la acción de la llama.....	431
Equipos no sometidos a la acción de la llama. 432	
Tipos de fluidos.....	432
<b>ACCESORIOS PARA LOS EQUIPOS A PRESIÓN.....</b>	<b>432</b>
Válvulas.....	433
Manómetros, vacuómetros y manovacúómetros .....	435
Manorreductores.....	436

Medidores de caudal .....	437
RIESGOS DE LOS EQUIPOS A PRESIÓN .....	437
MEDIDAS PREVENTIVAS BÁSICAS .....	437
REVISIONES Y PRUEBAS PERIÓDICAS .....	438
CALDERAS DE VAPOR .....	439
Legislación.....	440
Tipos de calderas .....	441
Categorías de las calderas.....	443
Salas de calderas .....	443
Riesgos de las calderas.....	445
Medidas preventivas básicas de las calderas ...	445
Puesta en servicio e inspecciones periódicas...	447
Otras disposiciones sobre calderas .....	449
BOTELLAS PARA GASES .....	450
Partes de una botella de gas .....	452
Identificación de los gases contenidos en las botellas .....	452
Grado de llenado .....	457
Acoplamiento para válvulas de las botellas....	458
Almacenamiento .....	460
Riesgos y medidas preventivas básicas.....	461
Inspecciones y pruebas de las botellas.....	462
Controles periódicos .....	464
INSTALACIONES DE AIRE COMPRIMIDO.....	465
Riesgos y medidas preventivas en las instalaciones de aire comprimido .....	466
Inspecciones y pruebas .....	468

## **16. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

---

GESTIÓN DE LOS EPI.....	473
Necesidad de uso.....	473
Selección del EPI.....	473
Adquisición de los EPI.....	474
TODOS LOS EPI DEBERÁN DISPONER DEL MARCADO CE.....	474
Normalización interna de uso .....	474
Distribución .....	475
Información y formación.....	475
Mantenimiento y limpieza.....	476
Supervisión .....	476
CLASIFICACIÓN DE LA PROTECCIÓN INDIVIDUAL .....	476
Protección del cráneo .....	477
Protección de la cara y/o los ojos .....	479
Protección del aparato auditivo .....	481
Protección de las extremidades superiores.....	482
Protección de pies y piernas .....	482
Protección de vías respiratorias .....	485
Ropa de protección .....	489
Ropa y prendas de alta visibilidad .....	490
Protección contra caídas de altura.....	491
Protección frente al riesgo eléctrico.....	493

## **BIBLIOGRAFÍA**

---

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	495
------------------------------	-----

# Los accidentes y la seguridad en el trabajo

# 1

Cada año, en el mundo, millones de trabajadores sufren accidentes de trabajo que les producen lesiones de diversa gravedad: de carácter leve, grave (con o sin incapacidad permanente) y mortal. En cada uno de estos accidentes hay dolor físico y psíquico, pérdida de la capacidad de trabajo, preocupación y sufrimiento en la familia del accidentado y costes económicos para la empresa y la sociedad en general.

Las personas trabajan para ganar su sustento y, a la vez, crean riqueza para los demás. Los accidentes de trabajo malogran estos dos propósitos porque incapacitan al trabajador para su trabajo, bien sea temporal o definitivamente, y dañan los bienes humanos y materiales de la sociedad.

Por todo ello es necesario evitar los accidentes de trabajo, tarea ésta en la que tienen que participar todos: los trabajadores, los técnicos y directivos de las empresas, los gobiernos, etc., porque a todos afecta e interesa, pero sobre todo a los trabajadores que son los que sufren las peores consecuencias de los accidentes. Razones éticas, económicas y legales sustentan el creciente interés por evitarlos o reducirlos.

El primer paso para evitar los accidentes es conocer lo que son, en qué consisten.

RAZONES ÉTICAS, ECONÓMICAS Y LEGALES  
SUSTENTAN LA NECESIDAD DE EVITAR LOS  
ACCIDENTES DE TRABAJO

## ¿QUÉ SON LOS ACCIDENTES DE TRABAJO?

Todos tenemos un concepto “natural” de lo que es un accidente de trabajo y si preguntásemos a distintas personas, la mayoría probablemente respondería que se trata de accidentes que producen lesiones y ocurren cuando se está trabajando. Esta idea de lo que

es un accidente de trabajo coincide sustancialmente con la definición que da la legislación en la que, según el artículo 115 de la Ley de Seguridad Social, “*se entiende por accidente de trabajo toda lesión corporal que el trabajador sufra con ocasión o por consecuencia del trabajo que ejecute por cuenta ajena*”. Esta definición legal incluye tanto las lesiones que se producen en el centro de trabajo como las producidas en el trayecto habitual entre éste y el domicilio del trabajador. Estos últimos serían los accidentes llamados “*in itinere*”. Otras situaciones especiales que están incluidas en el concepto legal de accidente de trabajo son los accidentes que se sufren con ocasión del desempeño de cargos electivos de carácter sindical, actos de salvamento y de naturaleza análoga cuando tengan relación con el trabajo, enfermedades no consideradas enfermedades profesionales que contraiga el trabajador con motivo de la realización de su trabajo y las padecidas con anterioridad que se agraven como consecuencia de la lesión constitutiva del accidente.

La anterior definición de accidente de trabajo es útil cuando el objetivo es reparar los daños personales causados por el accidente, pero no es apropiada cuando el objetivo es prevenirlo. Por ello los prevencionistas usan la siguiente definición de accidente de trabajo:

*“Accidente de trabajo es un suceso anormal, que se presenta de forma brusca e inesperada, normalmente es evitable, interrumpe la continuidad del trabajo y puede causar lesiones a las personas”.*

Desde un punto de vista preventivo, la lesión física puede no ir necesariamente asociada al accidente de trabajo, produciéndose en muchas ocasiones accidentes, llamados “blancos”, u otros incidentes que, sin generar lesiones, ocasionan daños materiales o alteran la secuencia normal de desarrollo del mismo, llegando incluso a detenerlo. Así, por ejemplo, las averías se caracterizan porque son incidentes que acontecen sin haberlo previsto, alterando el proceso productivo, y se diferencian de los accidentes en que en aquéllas no tiene por qué existir potencialidad lesiva sobre las personas. Así, el mantenimiento preventivo tiene por objetivo principal evitar averías, a diferencia de la seguridad en el trabajo que tiene por objetivo principal evitar accidentes, aunque ambas disciplinas tengan puntos de coincidencia y de mutua interrelación.

---

### **Accidentes de trabajo y otros tipos de daños**

El concepto prevencionista de accidente de trabajo es bastante fácil de entender si no se intenta profundizar más sobre su significado. No obstante, cualquier trabajador conoce que las lesiones o daños que puede sufrir en su trabajo son muy variados y no siempre se les llama accidente de trabajo. Es el caso de las enfermedades que se contraen en el trabajo y que se van agravando poco a poco si se sigue estando expuesto a condiciones ambientales agresivas. Existe un listado oficial de enfermedades profesionales

catalogadas legalmente como tales, derivadas de la exposición a determinados contaminantes físicos, químicos y biológicos.

También es el caso de las molestias y fatigas superiores a lo tolerable que, no produciendo enfermedad aparente, causan daño y malestar continuo en la realización del trabajo y al cabo de cierto tiempo, si no se adoptan soluciones, acabarán por generar también lesiones.

Así pues, como este libro va a tratar sólo de los accidentes de trabajo y de la prevención, habrá que diferenciar claramente este tipo de lesiones de las otras que se producen como consecuencia del trabajo.

Para diferenciar los accidentes de trabajo de las otras agresiones a la salud y bienestar de los trabajadores como consecuencia de su trabajo, nos fijaremos en la “agresividad” del agente material y en la inmediatez con que se materializa el daño. Así, se tienen agresiones que, como se ha dicho, causan malestar, insatisfacción u otros daños inespecíficos y que, aun prolongándose en el tiempo, no generan lesiones físicas o psíquicas o, si las generan, la relación causa-efecto no es fácilmente demostrable.

Otras formas de agresión, cuando se repiten a lo largo de un determinado periodo, acaban produciendo enfermedades perfectamente diagnosticables (por ejemplo, las enfermedades profesionales). Tal es el caso de la inhalación repetida de polvo de sílice (silicosis) o la exposición a plomo durante cierto tiempo (saturnismo) o la exposición prolongada a niveles de ruido elevados (sordera profesional), etc.

Por último, hay agresiones que, actuando sólo una vez o en un plazo de tiempo muy corto, producen lesiones perfectamente identificables de carácter leve, grave o mortal: este tipo de agresiones son los accidentes de trabajo. Es precisamente la conjunción de los diferentes factores de riesgo de manera simultánea lo que caracteriza la generación de los accidentes de trabajo. Puede ser que se generen determinados sucesos iniciales o fallos que no provoquen por sí mismos accidentes, pero en un momento determinado, al simultanearse además determinadas circunstancias, actuaciones o fallos, el proceso secuencial de desencadenamiento del accidente termina por completarse.

También puede suceder que el daño o la lesión última no se produzcan en el mismo instante de producirse el accidente, pero en todo caso el tiempo transcurrido es siempre corto. Por ejemplo, tras una caída de altura el trabajador puede sufrir una lesión muy grave y fallecer al cabo de unos días.

---

### **Características esenciales de los accidentes de trabajo**

LOS ACCIDENTES DE TRABAJO SE CARACTERIZAN POR LA “AGRESIVIDAD” DEL AGENTE MATERIAL Y LA CONJUNCIÓN SIMULTÁNEA O CONCATENADA DE LOS DISTINTOS FACTORES DE RIESGO GENERADORES DE LOS DAÑOS

Es interesante diferenciar los accidentes de trabajo de los otros tipos de lesiones porque la forma de evitarlas y en particular las estrategias preventivas de actuación pueden ser particulares para cada una de ellas.

---

**Patología de los accidentes de trabajo**

Los accidentes de trabajo producen lesiones que pueden manifestarse de diferentes formas y tener distinta gravedad, aunque también un accidente de trabajo puede dar ocasión a una enfermedad, por ejemplo: un pinchazo (lesión) con una aguja infectada puede inocular el virus de la hepatitis. Los accidentes constituyen la patología específica aguda o sobreaguda del trabajo. Las lesiones pueden clasificarse en: psíquicas, sensorialmente dolorosas, funcionales o estructurales y, en último término, mortales. Las lesiones *psíquicas* pueden ser muy variadas en función de las circunstancias del accidente y de la personalidad de las víctimas. Las lesiones *sensorialmente dolorosas* suelen ir acompañadas de una vivencia emocional desagradable. Las lesiones *funcionales* constituyen trastornos en las funciones fisiológicas, normalmente derivadas del impacto energético asociado al accidente y suelen ir asociadas a lesiones *estructurales*, por alteraciones anatómicas ante la limitada resistencia del cuerpo humano, que se manifiestan a través de fracturas, amputaciones, heridas y contusiones, entre otras. La *muerte* es el último desenlace de una lesión funcional o estructural al afectar a órganos y funciones vitales críticas. También existe un número elevado de patologías que, sin ser traumáticas, son consideradas accidentes de trabajo, como, por ejemplo, los sobreesfuerzos, forma de accidente mayoritaria en nuestro país, y las intoxicaciones agudas o las electrocuciones, de muy baja incidencia.

---

**Interés preventivo de los accidentes e incidentes**

Los accidentes de trabajo con lesión y en general todos los incidentes con potenciales daños físicos tienen un interés preventivo y por tal motivo conviene que sean analizados para evitar su repetición. En todo caso, el accidente, sea del tipo que fuere y al margen de la lesión o daño físico que genere, casi siempre ocasionará pérdidas. Evidentemente las pérdidas serán mayores cuanto mayor sea la gravedad de las lesiones físicas, la importancia de los daños materiales o en último término la repercusión en el proceso productivo o servicio prestado.

EL ACCIDENTE DE TRABAJO, HAYA O NO OCASIONADO LESIONES, SUELE GENERAR PÉRDIDAS ECONÓMICAS

Tengamos en cuenta que, independientemente de las lesiones físicas, los daños que pueden generar los accidentes de trabajo, sin entrar en detalle en los aspectos de sus costes, que se tratarán en el próximo capí-



tulo, pueden clasificarse esquemáticamente en: pérdidas temporales, pérdidas energéticas y daños materiales propiamente dichos.

Las *pérdidas temporales* representan los tiempos previstos para el desarrollo de un trabajo. Por ejemplo, retrasos por alargamientos imprevistos de los tiempos programados y los paros indeseados. Las *pérdidas energéticas* representan aquellos escapes libres energéticos, incontrolados y también inútiles para el trabajo, por ejemplo una fuga de vapor a alta presión o la rotura y proyección del disco abrasivo de una muela esmeril. Finalmente, los *daños materiales* propiamente dichos representan los deterioros de materiales, productos, instalaciones o equipos al sufrir un impacto energético sobre los mismos.

De la definición técnica de accidente de trabajo hay que destacar el término “evitable”, que aparentemente pudiera parecer que es obvio, cuando precisamente los tópicos culturales que pesan sobre los accidentes de trabajo han asumido erróneamente que, en ocasiones, el infortunio, la mala suerte e incluso las personas predisuestas estaban en su origen.

Admitir que los accidentes de trabajo son evitables es admitir las bases de trabajo de una seguridad científica, por la cual con métodos y estrategias adecuadas, partiendo del principio de multicausalidad de los accidentes, se podrá actuar de forma eficaz para lograr niveles de riesgo tolerables. Se tratará al menos de garantizar que determinados accidentes y las situaciones de riesgo que las generan desaparezcan, para tolerar solamente aquello que potencialmente pueda ocasionar daños de muy poca consideración.

TODOS LOS ACCIDENTES DE TRABAJO SON EVITABLES. MEDIANTE MÉTODOS Y ESTRATEGIAS ADECUADAS SE PODRÁN ALCANZAR NIVELES DE RIESGO TOLERABLES

## IMPORTANCIA DE LOS ACCIDENTES DE TRABAJO

Para tener una idea de la importancia de los siniestros laborales habrá que conocer su número y gravedad, y para ello hay que recurrir a las estadísticas.

Las agresiones que causan malestar e insatisfacción en el trabajo, pero que no producen lesiones o enfermedades profesionales evidentes, son muy difíciles de contabilizar y no existen estadísticas sobre ellas, salvo lo recogido en las Encuestas Nacionales de Condiciones de Trabajo que realiza periódicamente el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) y en las que se recoge la opinión de los trabajadores sobre su percepción de los daños derivados del trabajo.

Los procesos patológicos denominados “enfermedades profesionales” sí están contabilizados estadísticamente. A la hora de realizar un análisis de la evolución de las enfermedades profesionales

debemos tener en cuenta dos hechos jurídicos fundamentales, que han influido tanto en el número de enfermedades declaradas como en la clasificación de las mismas:

- La publicación del Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la SS y se establecen criterios para su notificación y registro.
- La publicación de la Orden TAS/1/2007, de 2 de enero, por el que se establece el modelo de parte de enfermedad profesional, dicta normas para su elaboración y transmisión y crea el correspondiente fichero de datos personales.

Según datos del Observatorio de enfermedades profesionales del Ministerio de Trabajo e Inmigración, podemos observar un incremento en el número de enfermedades laborales durante el período 2000-2005 para luego disminuir en 2006 y 2007. En 2009 el número de enfermedades profesionales disminuyó en 1850 casos con respecto a 2008, situándose en 16.850 casos.

Debido a que la enfermedad profesional tiene una evolución lenta y no siempre es fácil diagnosticar sus causas, muchas enfermedades comunes posiblemente sean en realidad enfermedades de origen laboral, con lo que las cifras anteriores serían mayores.

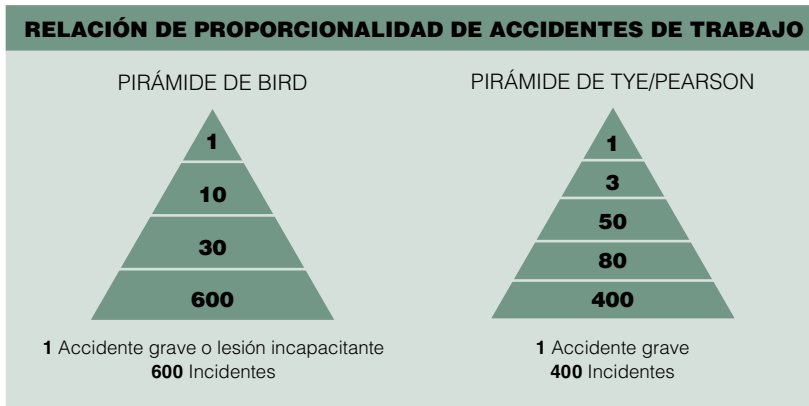
Los accidentes de trabajo son, según las estadísticas, la causa más importante de daños a la salud que sufren los trabajadores como consecuencia de su trabajo, no obstante hay que tener en cuenta que se producen un gran número de daños a la salud no registrados, porque legalmente no se reconocen como tales, como la patología laboral de tipo psicológico. En el periodo comprendido entre los años 1997 y 2009 el promedio anual de accidentes de trabajo con baja ha sido de 866.350, de los cuales 11.302 tienen carácter grave o mortal. No menos importantes son las cifras de accidentes de tráfico y accidentes domésticos o en actividades de ocio.

Tales datos de siniestralidad evidencian la necesidad de actuar prioritariamente en la prevención de los accidentes de trabajo, como primer paso para la mejora de la salud de los trabajadores, ya que son los que ocasionan los daños demostrables más cuantiosos a pesar de que las causas que los originan pueden pasar inadvertidas y no ser molestas.

---

**Relación de proporcionalidad entre accidentes e incidentes**

Hay que tener en cuenta que los accidentes de trabajo con baja constituyen sólo una parte del conjunto de accidentes de trabajo que suceden en nuestro país. El conjunto de accidentes de trabajo sin baja pero con lesión es muy superior, aunque no se disponga de datos precisos sobre su magnitud. Viene a ser como la punta de un iceberg, en donde es mucho más grande lo que está escondido que lo que salta a la vista.



Un estudio histórico, como el realizado por Bird en EEUU (1969), establecía, siempre con un valor orientativo, que la relación de proporcionalidad entre accidentes era la siguiente:

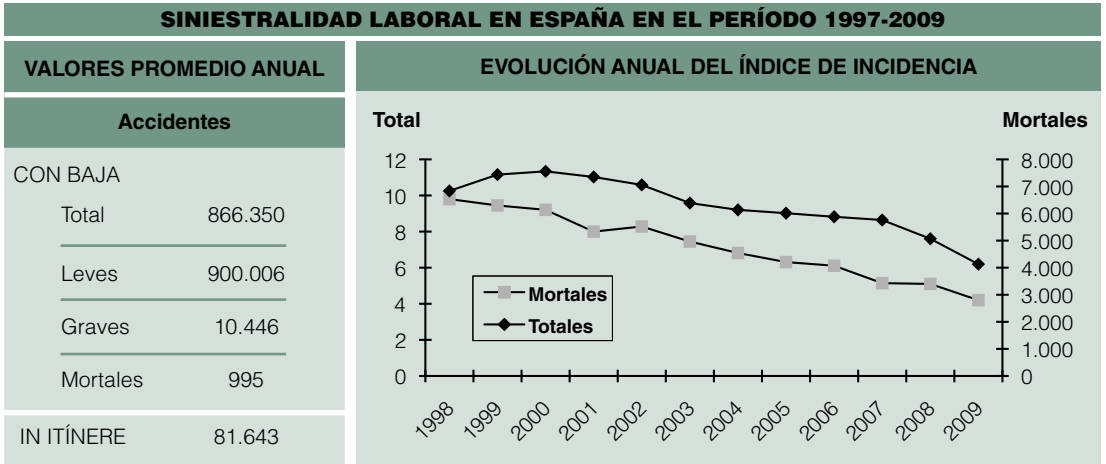
Por cada accidente con lesión grave se producen 10 accidentes con lesiones leves, 30 accidentes con daños a la propiedad y 600 incidentes (cuasi accidentes) sin daños ni pérdidas visibles. El estudio de Bird se basó en el análisis de 1.753.498 accidentes notificados por 297 organizaciones en EEUU representando a 21 tipos distintos de establecimientos y con 1.750.000 trabajadores que representaron más de 3.000 millones de horas trabajadas durante el periodo analizado.

Por su parte Tye/Pearson (1974-75), basándose en un estudio de casi 1.000.000 de accidentes en la industria británica, obtuvieron la siguiente relación: por cada accidente mortal o con lesión grave se producen 3 accidentes leves con ausencia del trabajo de al menos tres días, 50 lesiones que requieren primeros auxilios, 80 accidentes con daño a la propiedad y 400 incidentes sin daños ni lesiones.

Aunque esta relación sea diferente según sea el autor que la proponga, en común se evidencia la importancia del conocimiento del cuantioso número de incidentes que acontecen en las empresas con limitada cultura preventiva, y con ello debería poder modificarse otro de los tópicos erróneos existentes, que es el de creer que “no hay o hay muy pocos” accidentes e incidentes.

Es ignorancia lo que encubre tan desacertada opinión, que no sólo no favorece la prevención de riesgos laborales, sino que además dificulta el desarrollo de una cultura de calidad y de trabajo bien hecho en las empresas. Por otra parte, y dado que en realidad el accidente de trabajo no es más que la materialización de una situación potencial de riesgo, cabe afirmar que sólo actuando de

POR CADA ACCIDENTE DE TRABAJO CON  
INCAPACIDAD LABORAL SE GENERA UN  
CUANTIOSO NÚMERO DE INCIDENTES CON  
DAÑOS



forma clara y contundente para minimizar el número de incidentes mediante una coherente política preventiva se evitarán los accidentes con lesión y, con mayor efecto, los accidentes con incapacidad laboral. El que muchas empresas se planteen en su política preventiva no tener accidentes de trabajo es la evidencia de que es posible evitar totalmente los accidentes de cierta importancia, lo que no es difícil si se actúa correctamente.

### ORIGEN DE LOS ACCIDENTES DE TRABAJO

Los motivos de que exista un número tan elevado de accidentes son diversos. Por un lado, como antes ya se ha advertido, las causas de los accidentes normalmente no producen molestias (un hueco sin cubrir, un cable eléctrico sin proteger, una alarma de seguridad anulada, etc.), por lo que a veces no se tiene prisa en solucionarlas ya que no entorpecen claramente el desarrollo del trabajo. Por otro lado, los accidentes pueden ocurrir o no ocurrir aunque existan las causas.

A diferencia de las enfermedades profesionales o de otros daños inespecíficos del trabajo derivados de una agresión continuada que se puede detectar y corregir con el tiempo, el accidente es repentino y, en muchos casos, inesperado. Invertir dinero y esfuerzo en algo que puede ocurrir o no es causa de que en muchas ocasiones se tiene a la suerte, por considerar que no va a pasar nada.

En muchas otras ocasiones sucede que se desconoce la existencia de un peligro por quienes están expuestos al mismo. Tengamos en cuenta que el porcentaje mayoritario de accidentes graves en máquinas los sufren jóvenes que llevan menos de 18 meses traba-

jando en su puesto de trabajo. Evidentemente, la falta de formación es una de las causas que está en su origen. También la temporalidad en el trabajo se ha convertido en un factor de riesgo. Casi un 37% de los accidentes en jornada de trabajo con baja acaecidos en el año 2009 los sufrieron personas que tenían una relación laboral de carácter temporal. También es cierto que los trabajadores temporales suelen estar expuestos a condiciones de trabajo más adversas.

En épocas de crecimiento económico se produce un aumento del empleo que puede suponer, al menos en un primer momento, un mayor riesgo. Desde la incorporación a un puesto de trabajo hasta la adquisición de una plena destreza en las tareas es posible que haya una mayor frecuencia de errores debidos a la falta de experiencia; algunos de ellos comportarían un riesgo para la salud.

Por contrapartida, un exceso de confianza puede contribuir también a que en ocasiones las personas se enfrenten innecesariamente a los riesgos, aun siendo conscientes de su existencia.

También hay que considerar que, a pesar de la existencia del instinto de autoconservación frente a las agresiones externas que tiene el ser humano, en su proceso de desarrollo personal se han ido creando en el subconsciente una serie de esquemas que pueden actuar erróneamente, limitando los mecanismos de autodefensa y cegando las alertas que el individuo podría recibir en situaciones de plena conciencia. Gran parte de las actuaciones de las personas son respuestas derivadas del subconsciente y de los hábitos adquiridos, que actúan a modo de filtros, limitando la información que llega al nivel de la conciencia. Afortunadamente a través de un proceso educacional en el trabajo esto se puede ir corrigiendo. Habría que tener en cuenta que muchos accidentes suelen tener una componente de improvisación sin la necesaria reflexión sobre las actuaciones más adecuadas a cada situación. ¿Cuántos accidentes se evitarían si antes de la realización de una tarea se dedicara un breve tiempo, tanto por quienes planifican el trabajo como por quienes tienen que ejecutarlo, a pensar la mejor manera de hacerla sin asumir riesgos innecesarios?

La tensión psíquica y el estrés a los que pueden verse expuestos los trabajadores, ya sea por factores personales o ambientes de trabajo adversos, puede conducir a que las facultades del consciente estén menguadas con notorias pérdidas de atención y predominio de las actuaciones rutinizadas. Los factores psicosociales en el trabajo pueden entonces también convertirse en factores determinantes de los accidentes de trabajo.

Quizá la causa principal de que existan tantos accidentes de trabajo y tan graves es una limitada conciencia personal, social y empresarial de las pérdidas humanas y económicas que éstos suponen. De ahí la importancia de una política adecuada del gobierno

y de las empresas, que es lo que puede disminuir en gran medida los accidentes de trabajo, haciendo rentable el esfuerzo social y empresarial en esta materia.

### **Factores causales de los accidentes de trabajo**

También hay que destacar que los factores causales de los accidentes son muy diversos. Existen factores debidos a las condiciones materiales y al medio ambiente de trabajo, unos con una relación directa con el accidente, como, por ejemplo, una máquina insegura, y otros con una implicación más difusa, como un entorno físico desordenado o mal organizado o incluso unas tensas relaciones humanas en el lugar de trabajo. Hay factores debidos a deficiencias en la organización y, finalmente, se dan factores debidos al comportamiento humano.

Actuar sólo de forma parcial sobre algunas de las causas que generan determinados accidentes y no hacerlo sobre las más importantes y, sobre todo, sobre aquellas que son determinantes en su materialización no resuelve de forma efectiva el problema. Supongamos que se detecta que, al finalizar un trabajo de mantenimiento, la protección de una máquina se ha dejado retirada. En tal caso, no sólo es esencial reinstalarla bien, sino también es imprescindible incidir en los procedimientos de trabajo que contemplen que un trabajo del tipo que sea no se acepte como finalizado si su entorno no se ha dejado limpio y ordenado y, por supuesto, con las medidas de seguridad en condiciones óptimas de funcionamiento.

En su origen los accidentes de trabajo son debidos a fallos de gestión, por no haber sido capaces de eliminar el riesgo o, en su defecto, de adoptar las suficientes medidas de control frente al mismo. Lamentablemente para tomar conciencia de ello se requiere profundizar en el análisis causal, además de tener sensibilidad preventiva.

EN SU ORIGEN LOS ACCIDENTES DE TRABAJO SON DEBIDOS A FALLOS DE GESTIÓN

Históricamente se produjo una dicotomía entre lo que se denominó el “factor técnico” y el “factor humano” del accidente de trabajo, diferenciando así dos grandes grupos de causas originarias. Si bien es cierto que las causas últimas o más inmediatas en la secuencia final del accidente suelen tener componentes de inseguridad material y de comportamiento humano incorrecto, ello podía inducir a equívocos al llegar incluso a culpabilizar al trabajador de sus actuaciones o a admitir que determinados trabajadores estaban más predispuestos a accidentarse que otros porque sufrían un mayor número de accidentes, hecho inaceptable y que se explicaba porque también hay trabajadores que por sus condiciones de trabajo están más expuestos a los peligros, así, por ejemplo, los hombres se accidentan más que las mujeres, ya que realizan actividades de mayor riesgo, como sucede en la construcción.

Según resultados de las últimas Encuestas Nacionales de Condiciones de Trabajo, realizadas por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, en donde se recaba la opinión de los trabajadores sobre las causas de los accidentes de trabajo, se concluye todavía de manera generalizada que éstos son debidos principalmente a distracciones, descuidos, despistes o falta de atención, sin tomar en consideración que en el origen de tales actuaciones pudiera haber una falta de formación en el puesto de trabajo, una ausencia de método o procedimiento de trabajo o una incorrecta planificación y organización del trabajo.

En el fondo las causas originarias de los accidentes de trabajo pueden ser consideradas *errores humanos*, ya que casi siempre se podrá encontrar a alguien que no diseñó acertadamente una máquina o un puesto de trabajo, a alguien que no tuvo en cuenta las necesidades formativas en el mismo o a alguien que no planificó adecuadamente el trabajo a realizar. Desde el punto de vista preventivo no tiene demasiado interés averiguar quién o quiénes son los responsables de los errores. Lo importante es detectar que se han producido tales errores y cómo se ha de actuar para evitarlos de manera sistemática, sin tener que pasar por análisis de culpabilidades, que pueden resultar del todo contraproducentes.

El establecimiento de un sistema preventivo, tal como la Ley de Prevención de Riesgos Laborales propugna, con procedimientos de gestión que se apliquen en los centros y áreas de trabajo y en los que todos (directivos, mandos intermedios, etc.) tengan funciones preventivas y objetivos que cumplir en esta materia, habrá de ser determinante para que los accidentes de trabajo dejen de ser considerados como algo normal y habitual en el trabajo y, por supuesto, para que los comportamientos de las personas sean seguros. Comportamientos que sean en realidad lo normalmente esperado en un entorno laboral que los favorece. Pensemos que el comportamiento de las personas, más allá de los hábitos de trabajo adquiridos y de la base preventiva que tengan, viene condicionado en gran medida por el entorno ambiental en el que el trabajador está inmerso y por la cultura empresarial propia que la empresa haya definido e implantado.

¿Cómo puede entenderse que haya empresas de una misma actividad, próximas físicamente, con colectivos de trabajadores de similares características, pero con actuaciones radicalmente diferentes ante la prevención de accidentes o la calidad en el trabajo? Unas realmente no tienen accidentes porque se preocupan por el trabajo bien hecho y las otras no saben ni los que tienen, que no suelen ser pocos. Estas últimas no sólo tienen accidentes de trabajo, sino también defectos de calidad en sus productos, averías,

---

**Cultura preventiva  
y comportamiento  
de las personas**

EL COMPORTAMIENTO SEGURO DE LAS PERSONAS ESTÁ CONDICIONADO EN GRAN MEDIDA POR EL ENTORNO AMBIENTAL Y LA CULTURA EMPRESARIAL EXISTENTE

reclamaciones y todo un conjunto de disfuncionalidades que están en cierto modo interrelacionadas y que muchas veces no saltan a la luz porque no se averiguan o no se analizan. En realidad la empresa será lo que sus gestores quieran que sea, más allá del mero cumplimiento de las exigencias

legales. La prevención de accidentes de trabajo y en general la prevención de riesgos laborales debería ser un valor cultural que ha de redundar en una mayor atención a las personas, respondiendo con ello también a los intereses estratégicos de la empresa.

Todo ello representa que la prevención efectiva de los accidentes de trabajo sea en la empresa una tarea que requiere conocimientos, métodos y estrategias, implicando a todos sus integrantes y contando con la colaboración de técnicos y especialistas en la materia.

Todo el mundo puede apreciar el riesgo en un hueco sin cubrir o en un objeto depositado inestablemente y que puede caer, pero se necesitan conocimientos de especialista (ingeniería, química, etc.) para evaluar el riesgo en una máquina o instalación compleja o la peligrosidad de un producto o un proceso químico. Sólo a través de la evaluación de riesgos realizada por personas competentes y, en determinados casos, por especialistas se podrán averiguar las causas de potenciales accidentes y adoptar medidas preventivas eficaces para evitarlos.

### **Siniestralidad laboral en España**

Si se analizan los porcentajes de los diferentes tipos de accidentes de trabajo en España en los últimos años, distribuidos por sectores, se desprenden una serie de reflexiones para definir prioridades y que a continuación se apuntan.

Los vehículos y en general los equipos de elevación y transporte, así como las caídas por trabajos en altura, son causantes del mayor número de accidentes mortales, junto con las patologías no traumáticas.

El mayor número de accidentes graves se debe a la caída de personas a distinto nivel, seguido de las pérdidas de control de máquinas, medios de transporte o herramientas, que dan lugar a atrapamientos por y entre objetos y golpes.

Los sobreesfuerzos, junto con los golpes por objetos y herramientas y las caídas al mismo nivel, son los tipos de accidentes con baja más frecuentes en el país. Unido ello a que los agentes materiales que acumulan más accidentes son los productos empaquetados, las superficies de tránsito o de trabajo y las herramientas manuales, cabe afirmar

LOS EQUIPOS DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE Y LAS MÁQUINAS EN GENERAL, JUNTO A LAS PLATAFORMAS DE TRABAJO EN ALTURA, SON LOS AGENTES MATERIALES QUE OCASIONAN LA MAYORÍA DE LOS ACCIDENTES GRAVES Y MORTALES

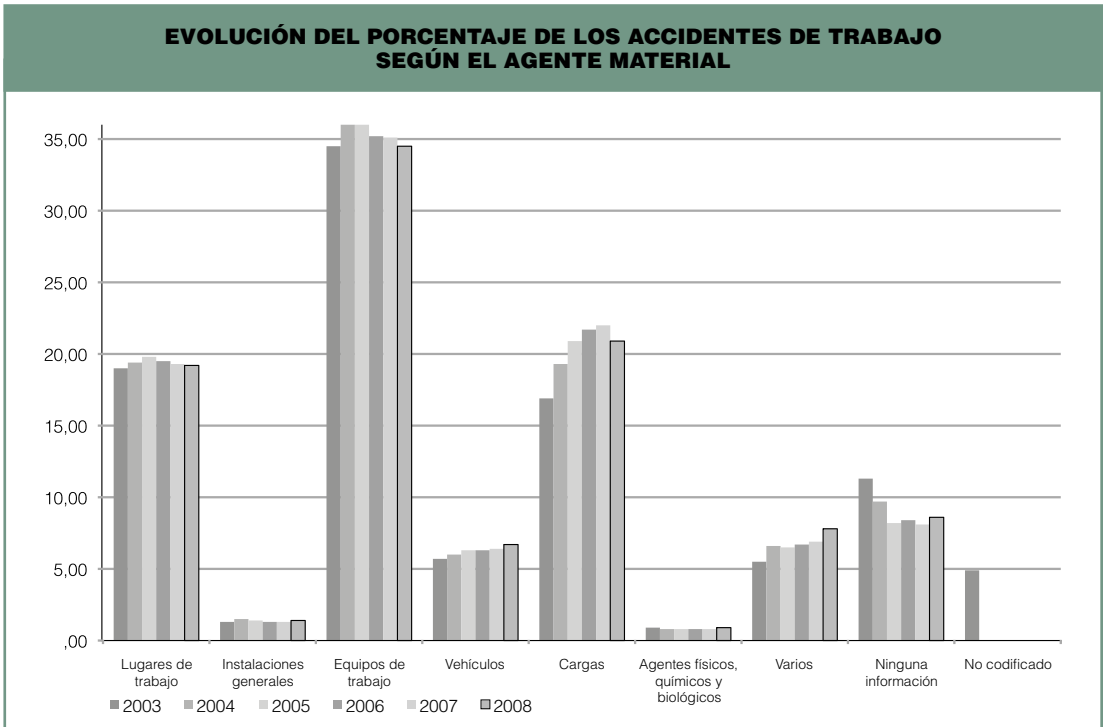


que una buena política de orden y limpieza en los lugares de trabajo unida a un buen programa de logística en la manipulación y transporte de materiales resultaría de alta efectividad para reducir accidentes. No es entonces de extrañar que muchas empresas consideren el orden y la limpieza como uno de los temas clave de su política preventiva. También con ello se puede entender fácilmente que reducir estos tipos de accidentes cuantitativamente importantes en número y, por supuesto, en costes no debería resultar costoso, si se actúa correctamente, sino todo lo contrario, debería de generar beneficios inducidos.

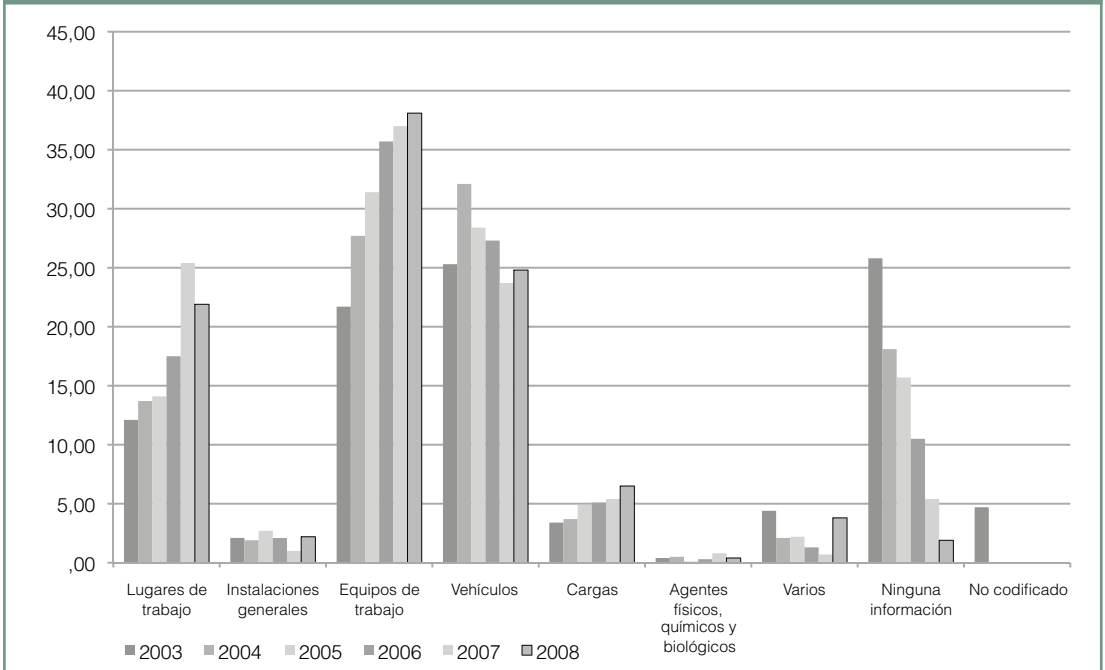
CON UNA POLÍTICA DE ORDEN Y LIMPIEZA SE REDUCIRÍAN UN GRAN NÚMERO DE ACCIDENTES EN LAS SUPERFICIES DE TRÁNSITO Y DE TRABAJO

Con ello se pretende también hacer que se reconsidere otro de los viejos tópicos que pesan sobre los accidentes de trabajo y sobre la seguridad, y es el de admitir que reducir accidentes es caro. Indudablemente reducir accidentes requiere invertir en prevención, pero con estrategias adecuadas y sobre todo con acciones formativas bien planificadas, que son de alta rentabilidad, los accidentes y en general los incidentes con pérdidas se reducirían drásticamente en las empresas.

A la seguridad le viene a suceder como a la calidad. No desarrollarla correctamente genera costes ocultos muy significativos



### EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE LOS ACCIDENTES DE TRABAJO MORTALES SEGÚN EL AGENTE MATERIAL



que no quedan reflejados en la contabilidad de la empresa, pero que han de pagarse, evidentemente reduciendo los beneficios y haciendo peligrar su propia pervivencia.

Por otra parte, los sobreesfuerzos se han convertido en la causa de accidente con baja en jornada laboral más frecuente de los últimos años, aunque apenas tiene presencia en los accidentes graves y mortales y se puede considerar un tipo de accidente cuyo origen no es inequívocamente laboral, sino que también puede ocurrir fuera del puesto de trabajo, como las caídas al mismo nivel, que también causan un porcentaje alto de accidentes, lo que refleja la interrelación entre ambientes de trabajo y ambientes de ocio o domésticos.

## LA SEGURIDAD EN EL TRABAJO. CONCEPTOS Y BASES HISTÓRICAS

Los accidentes de trabajo constituyen fenómenos no deseados por las consecuencias que provocan fundamentalmente sobre los trabajadores expuestos a los riesgos laborales, pero también sobre los bienes materiales, la propiedad y el medio ambiente.

Como se ha citado, los daños producidos por los accidentes

pueden diferenciarse de otros daños a la salud que se producen como consecuencia del trabajo: enfermedades profesionales, fatiga, malestar e insatisfacción, etc.

Dichas consecuencias motivan y justifican el nacimiento histórico de la Seguridad en el trabajo, así como su razón de ser. Evitar los accidentes de trabajo constituye el objetivo principal de la Seguridad en el trabajo.

También es cierto que la Seguridad es tan antigua como la propia humanidad, ya que en nuestro inconsciente están presentes los mecanismos de autoprotección, aunque todos en carne propia y desde edades tempranas hemos sufrido los accidentes y recordamos los daños que nos produjeron. De ellos hemos aprendido y seguiremos aprendiendo. De los accidentes surge la necesidad consciente de evitarlos por razones de índole personal pero también por razones sociales y económicas. Por ello se han desarrollado soluciones colectivas para reducirlos, primero de orden legislativo e institucional y luego de orden técnico y organizativo.

La Seguridad en el trabajo es, pues, el conjunto de técnicas y procedimientos que tienen por objeto eliminar o disminuir el riesgo de que se produzcan los accidentes de trabajo.

Para entender y aplicar la seguridad del trabajo es preciso poseer unos conocimientos que corresponden a materias tan distintas y diversas como ingeniería, legislación, gestión y organización, análisis estadístico, entre otras.

Sería un error creer que cualquiera puede responsabilizarse de resolver los problemas de seguridad o que esto es tarea exclusiva de especialistas. Es cierto que personas competentes en esta materia serán de gran ayuda en la empresa para promover, coordinar y controlar acciones en este campo, pero todos en la empresa deben participar activamente y de forma responsable en la prevención de accidentes, empezando por la dirección de la propia empresa o centro de trabajo, que habrá de mostrar un compromiso claro y visible sobre esta materia para obtener la credibilidad que el sistema requiere para su efectividad. Por ejemplo, difícilmente los trabajadores asumirán la exigencia del uso de unos equipos de protección individual en un área de trabajo si los propios mandos o incluso los directivos no dan ejemplo, usándolos cuando se encuentran en la misma.

LA SEGURIDAD EN EL TRABAJO EMPIEZA  
POR EL COMPROMISO VISIBLE DE  
LA DIRECCIÓN

La seguridad ha evolucionado sustancialmente en los últimos años. De aquella visión paternalista, que pretendía crear un marco proteccionista para que el trabajador no pudiera accidentarse *“aunque quisiera”*, se ha pasado a una concepción de seguridad activa e integrada en la que los verdaderos protagonistas son los trabajadores, que dejan de ser los meros

destinatarios de unas medidas preventivas. Con los recursos de la información y la formación los trabajadores son capaces de autocontrolar su seguridad y se evidencia que los sistemas de supervisión, aunque útiles, no son garantía de comportamientos seguros.

Implicando a los mandos, con objetivos concretos para prevenir accidentes y mediante procedimientos sencillos de actuación para realizar las actividades preventivas, que anteriormente habían estado encomendadas exclusivamente a los “*responsables*” de velar por la seguridad en la empresa, se podrá garantizar que el sistema preventivo funcione. Pensemos que aquellos técnicos de seguridad, desvinculados de la propia gestión empresarial, difícilmente podrían asumir con éxito su cometido, por mucho empeño y esfuerzo que dedicaran.

---

### **Errores históricos de la Seguridad en el trabajo**

Errores históricos relevantes del pasado han estado, por un lado, en la desvinculación de la Seguridad en el trabajo de la gestión empresarial, pero también en que tal vez los preventivistas no han podido o sabido demostrar su contribución al buen funcionamiento de la empresa, más allá de las exigencias legales y éticas de la seguridad y salud en el trabajo, que tal vez no motivan lo suficiente. No obstante, es importante asumir que la ética del trabajo y el consecuente reconocimiento del valor de las personas alimentan la filosofía de la actuación preventiva y es la base para el desarrollo de la empresa y su adaptación a las exigencias de la competitividad en este mundo global. El compromiso social de las organizaciones hacia todos los grupos de interés con los que se interrelacionan: clientes, proveedores, accionistas y, por supuesto, a nivel interno, con los propios miembros de la organización, a través de unas condiciones de trabajo seguras y dignas, es un verdadero valor en alza, tal como se apunta ya en el desarrollo normativo comunitario y de la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

Por otro lado y unido a lo anterior, otro error significativo ha sido no haber utilizado sistemas de medida para incentivar y controlar todo proceso de mejora, que en el fondo debería ir asociado a una creciente cultura preventiva, que viene favorecida por agentes diversos, como más adelante se expone. Tengamos en cuenta que la evaluación de riesgos como base de actuación para la planificación preventiva no había sido aplicada sistemáticamente salvo excepciones en las empresas, hasta que la nueva Ley 31/1995 la ha hecho obligatoria. También dicha Ley y el Reglamento de los Servicios de Prevención han establecido las auditorías reglamentarias de los sistemas preventivos, como base para controlar la calidad de las actuaciones de los servicios de prevención propios. ¿Cómo podía entonces, sin tales elementos

fundamentales de medida, controlarse la eficacia de un plan preventivo? Hoy, en el mundo empresarial, se asume la necesidad de mejorar continuamente todas las líneas de actuación con el fin de lograr la eficiencia de los procesos productivos y la calidad de productos y servicios. Por ello, no puede entenderse como posible ningún tipo de progreso sin indicadores específicos de medida.

MEDIANTE INDICADORES SE PODRÁN  
EVALUAR LOS RESULTADOS Y LAS  
ACTIVIDADES PREVENTIVAS PARA  
ALCANZARLOS

Sobre sistemas de medida es importante resaltar que no sólo habría que medir los resultados alcanzados, como, por ejemplo, la reducción de accidentes-incidentes en las diferentes áreas de trabajo o las deficiencias no controladas y detectadas en las inspecciones, sino también la calidad de las actividades desarrolladas para lograrlos. Normalmente, la correlación de indicadores de resultados y de actividades o medios resultará de gran ayuda para entender mejor las razones de los éxitos y los fracasos y, cómo no, para evaluar la eficacia de la actividad preventiva, especialmente del personal con mando.

El nuevo enfoque de la Seguridad en el trabajo está motivado en gran medida por la presión que ejercen los agentes sociales, empresarios y trabajadores y la propia sociedad. Los ciudadanos europeos consideran actualmente que la seguridad y salud en el trabajo es un tema prioritario dentro de la responsabilidad social de las empresas. El nuevo marco legislativo y, en consecuencia, las diferentes administraciones estatales, también están contribuyendo sustancialmente al cambio cualitativo en la gestión de la seguridad y la prevención en general.

El creciente nivel cultural de las nuevas generaciones que se incorporan al trabajo con la consiguiente disminución de los niveles de tolerancia de riesgos y condiciones de trabajo deficitarias, así como la exigencia de los trabajadores del derecho de participación en todo aquello que les afecta, contribuye notablemente a tal evolución, a pesar de aspectos como el paro, la flexibilidad en los contratos laborales y el abuso de la contratación temporal y la subcontratación.

Los agentes sociales, sindicatos y empresarios, son elementos decisorios en los avances que se están produciendo; los primeros, a través de la acción reivindicativa y negociadora, y los segundos, por motivos tales como la necesidad acuciante de potenciar las capacidades y aportaciones de los trabajadores, verdadero capital de la empresa, al asumirse la interrelación directa entre la competitividad, la calidad y las condiciones de trabajo. También la importancia creciente de los costes de los riesgos es factor de motivación.

---

**El nuevo enfoque  
de la Seguridad en  
el trabajo**

Otro de los aspectos característicos de la actual concepción de la Seguridad en el trabajo, aparte de su carácter interdisciplinario, asociada a los otros campos del conocimiento para la prevención de riesgos laborales, es su estrecha vinculación con la seguridad industrial y la seguridad de producto, que tienen por objetivos que instalaciones, máquinas, equipos y en general productos suministrados a las empresas sean seguros y fiables para las funciones a las que van destinados. Los avances normativos europeos en estos temas vienen a facilitar enormemente sus cometidos a la Seguridad en el trabajo, al quedar resueltos muchos de los problemas originarios de las condiciones materiales, que obligaban a soluciones provisionales o de parcheo, siempre más costosas y menos fiables.

Una de las tendencias que se constata en muchas empresas, por razones de racionalización de esfuerzos y estrategias y por supuesto por las coincidencias en objetivos, planteamientos y métodos, es el desarrollo de una *gestión integral* de los diferentes tipos de riesgos: los laborales, los ambientales y los de producto. Los coordinadores de prevención de riesgos laborales, de medio ambiente y de calidad, cuando existen, trabajan en cooperación cuando no están integrados en una misma unidad. Está comprobado que existe una mutua sinergia entre la prevención de riesgos laborales y la calidad. Las empresas que están certificadas con las normas ISO 9000 de calidad suelen sintonizar con mayor facilidad con un sistema adecuado de prevención de riesgos laborales. A su vez, las empresas que asumen correctamente tal sistema logran que los directivos tengan mayor credibilidad y confianza para avanzar hacia una calidad más global y efectiva.

LA SEGURIDAD ES INTERDISCIPLINARIA Y TIENDE A UNA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS DIFERENTES RIESGOS: LABORALES, AMBIENTALES Y DE PRODUCTO

Pero también es cierto que el nuevo enfoque de la Seguridad en el trabajo debe enfrentarse a nuevos retos, como la alta temporalidad en las contrataciones laborales, la notoria incorporación al mundo del trabajo de inmigrantes procedentes de otras culturas y las limitaciones de muchos empresarios y directivos para saber potenciar las capacidades de las personas, dignificando su trabajo. El afianzamiento de lo que se denomina “la nueva cultura de empresa”, basada en la valoración de las personas y del capital intelectual de las organizaciones - claves para su pervivencia - ha de contribuir a que la Seguridad en el trabajo también se desarrolle adecuadamente en coherencia con los valores que propugna dicha nueva cultura.

La Seguridad en el trabajo y en general la prevención de riesgos laborales, bien gestionada, es un coadyuvante determinante para el logro de la excelencia empresarial.

### Cronología histórica de la seguridad y salud laboral en España

A continuación se citan algunos hechos relevantes que han sido determinantes en la evolución de esta materia en nuestro país

#### INICIO DE LA ERA CRISTIANA. CÓDIGOS DE COSTUMBRES DERIVADOS DEL DERECHO ROMANO. CON ASPECTOS RELATIVOS A LA PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS EN DETERMINADOS ASPECTOS DE SU ACTIVIDAD LABORAL

<b>S. XVI y XVII</b>	Leyes de Indias y actuaciones gremiales. B. Ramazzini establece los fundamentos de la Medicina del trabajo
1852	Estudio de las condiciones de trabajo de la clase obrera de Barcelona, de Ildefonso Cerdá, autor del proyecto urbanístico del ensanche de la ciudad. Podría considerarse uno de los primeros estudios científicos de las condiciones de trabajo realizado en España.
1856	Propuesta reglamentaria sobre Seguridad e Higiene Pública del Dr. Felipe Monlau, antecedente de la Ley Dato.
1873	Impulso de las Leyes de Trabajo de niños y mujeres. Ley de 24 de julio de 1873 hace referencia sólo a los trabajos en fábricas, talleres, fundiciones y minas.
1878	Prohibición de trabajos de equilibrio, fuerza y dislocación en espectáculos públicos, a los menores de dieciséis años. Ley de 26 de julio de 1878
1883	Comisión de reformas sociales para proponer los medios de mejorar la condición social de la clase obrera. RD de 5 de Diciembre que posteriormente, en 1903, la convertirá en el Instituto de Reformas Sociales.
1897	Primer reglamento de policía minera de 15 de julio. Encomienda a los ingenieros de minas la vigilancia de las condiciones de seguridad en las minas.
1900	Ley de 13 de marzo que modifica y amplía la Ley de 1873, con la publicación posterior, el 13 de noviembre del mismo año, de su Reglamento de desarrollo.
1900	Ley de Accidentes de trabajo, conocida como Ley Dato, de 30 de enero, y su reglamento de aplicación de 28 de julio. Introduce la doctrina legal de la responsabilidad objetiva empresarial.
1900	Reales Decretos de 1 y 13 de marzo. Ponen en funcionamiento la Junta Técnica de Accidentes de Trabajo. La Real Orden de 2 de agosto aprueba el Catálogo de Mecanismos para prevenir y evitar los accidentes de trabajo
1902	Real Orden circular de 2 de junio y Real Orden de 6 de noviembre. Disponen y reiteran la especial responsabilidad de los Gobernadores Civiles respecto al cumplimiento de las medidas de seguridad en la construcción.
1903	Real Orden de 29 de enero. Pone en marcha, a través de los Gobiernos Civiles, una Encuesta Nacional sobre las condiciones de higiene y seguridad en todas las fábricas y talleres.
1904	Real Decreto de 19 de febrero. Aprueba el Reglamento Provisional de la recién creada Inspección industrial
1906	Real Decreto de 1 de marzo. Se crea, dependiendo del Instituto de Reformas Sociales, la Inspección de Trabajo
1940	Orden Ministerial de 31 de enero. Se publica el Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo. En distintas reglamentaciones nacionales de trabajo se contemplan capítulos específicos sobre Seguridad e Higiene laboral.
1944	Decreto de 7 de julio. Nace el Instituto Nacional de Medicina y Seguridad del Trabajo. Orden Ministerial de 21 de septiembre. Se crean los Comités de Seguridad e Higiene del Trabajo.
1948	Decreto de 16 de enero. Se crea la Escuela Nacional de Medicina del Trabajo.

1956	Decreto de 21 de agosto y Orden Ministerial de 22 de diciembre. Se crean los Servicios Médicos de Empresa.
1956	Renace la Sociedad Española de Medicina y Seguridad del Trabajo. La Asociación para la Prevención de Accidentes (APA). El sindicalismo vertical, a través de la Obra de Previsión Social, crea los Gabinetes Técnicos Provinciales de Prevención de los Riesgos Profesionales.
1959	Decreto 1036 de 10 de junio y Orden Ministerial de 21 de noviembre Se crea, dentro del Instituto Nacional de Previsión, la Organización de los Servicios Médicos de Empresa (OSME).
1970	Orden Ministerial de 7 de abril. Se crea el Plan Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo. El Decreto 2891 de 12 de septiembre pone en marcha el Consejo Superior de Higiene y Seguridad del Trabajo.
1971	Orden Ministerial de 9 de marzo. Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
1971	Decreto 432 de 11 de marzo. Regula la constitución, composición y funciones de los Comités de Seguridad e Higiene del Trabajo
1972	Informe Robens (Gran Bretaña). Se propugnan las bases de la participación de los trabajadores en materia de Prevención de Riesgos Laborales y su implicación en la gestión empresarial.
1976	Real Decreto 2133. El Plan Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo pasa a ser Servicio Social de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
1978	Real Decreto Ley 36 de 16 de noviembre sobre Gestión de la Seguridad Social, la Salud y el Empleo. En su artículo 5.4 se crea el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, que asume las funciones del Servicio Social de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
1980	Ley 8 de 10 de marzo. Estatuto de los Trabajadores. Se establecen los derechos de los trabajadores en materia de Seguridad y Salud.
1981	Convenio 155 de la OIT. Propugna la adopción de una política nacional de seguridad y salud en el trabajo y especifica las medidas necesarias para promoverla. Establece las bases de la participación de los trabajadores en la acción preventiva.
1982	Se inicia el traspaso de competencias sobre seguridad y salud en el trabajo a las Comunidades Autónomas, que se completa en 1999.
1985	Convenio 161 de la OIT. Propugna la creación de los servicios interdisciplinarios de seguridad y salud laboral que funcionen integrados en el ámbito de la empresa.
1987	Creación de las primeras normas ISO 9000 de calidad.
1991	Modelo de auditoría de la Fundación Europea para la Gestión de la Calidad. Introducción de la satisfacción en el trabajo como uno de los resultados clave de las organizaciones.
1995	Por el Real Decreto Legislativo de 24 de marzo se introducen modificaciones en el Estatuto de los Trabajadores.
1995	Ley 31 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL). Transposición de la Directiva Marco 89/391/CEE.
1996	Creación de la Agencia Europea de Seguridad y Salud en el Trabajo, con sede en Bilbao.
1997	Inicio del desarrollo reglamentario de la LPRL con el Reglamento de los Servicios de Prevención (RD 39/1997).
2001	Creación de la Federación de Asociaciones de Técnicos de Prevención, aglutinando a las asociaciones creadas en las distintas Comunidades Autónomas.
2002	Resolución de 26 de noviembre, de la Subsecretaria, por la que se regula la utilización del sistema de Declaración electrónica de Accidentes de Trabajo (Delt@), que posibilita la transmisión por procedimiento electrónico de los nuevos modelos para la notificación de accidentes de trabajo.
2007	Creación del Observatorio Nacional de Condiciones de Trabajo.



## LAS TÉCNICAS DE SEGURIDAD

Las técnicas de seguridad pueden definirse como el conjunto de actuaciones, sistemas y métodos, dirigidos a la detección y corrección de los distintos factores de riesgo que intervienen en los accidentes de trabajo y al control de sus posibles consecuencias.

Estas técnicas están dirigidas en último término a actuar sobre los dos elementos necesarios para que ocurra el accidente: la conjunción del factor técnico y del factor humano. Todo ello mediante adecuados procedimientos de gestión.

Atendiendo al ámbito de aplicación, las técnicas de seguridad, es decir, el conjunto de técnicas de prevención y protección, pueden clasificarse en *generales o inespecíficas*, aplicables a cualquier tipo de actividad o riesgo profesional; y en *específicas o sectoriales*, cuya aplicación se limita a riesgos o instalaciones concretas: eléctricos, químicos, mecánicos, de incendio, recipientes a presión, seguridad estructural, accidentes graves de origen químico, etc., o a ciertas actividades, por ejemplo: industria, minería, construcción...

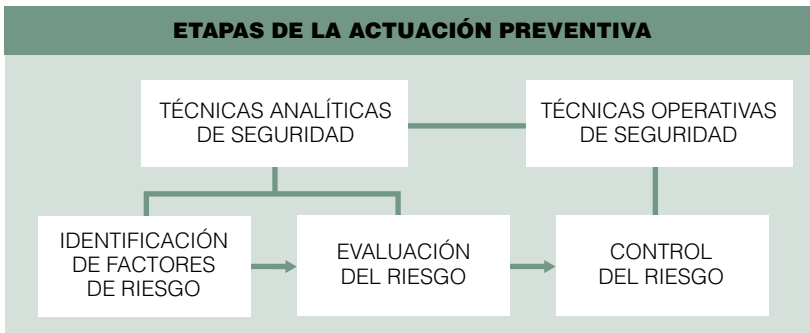
Según su sistema de actuación se clasifican en *analíticas y operativas*. Las técnicas analíticas tienen por objeto la detección de los peligros (factores de riesgo), la evaluación de los riesgos propiamente dichos y la investigación de las causas que han provocado accidentes para extraer experiencias. Así, las *técnicas analíticas* serán previas al accidente o posteriores al mismo. Las técnicas operativas pretenden disminuir las causas que originan los riesgos, dirigiendo su acción tanto hacia los aspectos técnicos y organizativos del trabajo como hacia el propio trabajador.

Como conceptos a tener presentes en lo que se refiere a las técnicas operativas de seguridad deben tenerse en cuenta los siguientes:

### Técnicas operativas de seguridad

#### Prevención

Elimina o disminuye el riesgo en su origen. Es siempre prio-



## TÉCNICAS ANALÍTICAS DE SEGURIDAD

### PREVIAS AL ACCIDENTE

- Estudio y análisis documental de riesgos
- Análisis histórico de accidentes
- Control estadístico de la siniestralidad
- Verificación del cumplimiento de las reglamentaciones
- Evaluaciones de riesgos
- Revisiones e inspecciones de seguridad
- Observaciones del trabajo
- Control global de la calidad del proceso productivo y de los productos

### POSTERIORES AL ACCIDENTE

- Notificación de accidentes
- Registro de accidentes
- Investigación de accidentes e incidentes
- Análisis estadístico de la siniestralidad

## TÉCNICAS OPERATIVAS DE SEGURIDAD

### MATERIALES

- Selección de materiales o energías
- Proyecto y diseño de instalaciones y equipos
- Diseño de sistemas de seguridad
- Selección y empleo de equipos

### SOBRE EL ENTORNO AMBIENTAL

- Diseño del lugar de trabajo
- Orden y limpieza
- Iluminación

### HUMANAS Y ORGANIZATIVAS

- Selección de personal en función del contenido y tareas del trabajo a realizar
- Información de los riesgos
- Formación y adiestramiento en las tareas
- Diseño de métodos de trabajo
- Implantación de instrucciones de trabajo y normas
- Señalización de riesgos
- Mantenimiento de instalaciones y equipos
- Plan de emergencia
- Empleo de equipos de protección individual
- Vigilancia de la salud de los trabajadores

ritaria. Minimiza la probabilidad de materialización del acontecimiento indeseado. Por ejemplo, utilizando una energía o un producto menos peligroso o diseñando un sistema de seguridad intrínsecamente seguro, de forma que elimine el riesgo o evite la exposición al mismo.

### *Protección*

Minimiza las consecuencias del accidente. Es complementaria a la prevención. Por ejemplo, instalando resguardos en máquinas (protección colectiva), o utilizando equipos de protección individual (protección personal).

### *Normalización*

Regula el comportamiento humano seguro, complementando a las medidas de prevención y protección y garantizando su eficacia. El manual de prevención de riesgos laborales, los procedimientos de las diferentes actividades preventivas, las instrucciones de trabajo y las normas generales o específicas de seguridad, junto con los registros, constituyen documentos básicos del sistema preventivo para establecer criterios claros de actuación y comprobación de su ejecución.

### *Señalización*

Indica, advierte, prohíbe, orienta sobre determinados factores de riesgo. Es del todo complementaria a las anteriores. Las informaciones destacables a ser percibidas

por cualquiera de nuestros sentidos contribuirán a que las personas actúen correctamente sin dudar.

### *Formación e Información*

Siempre imprescindible para garantizar la eficacia de las otras técnicas y sobre todo para que las personas actúen de forma correcta y segura. Todo el personal con mando, desde los directivos

a los mandos intermedios, deberían impartir acciones formativas en el seno de la empresa para que sus colaboradores hagan bien y de forma segura su trabajo. También todos los miembros de la empresa deberían estar inmersos en un plan de formación continuada, básico para mantener actualizados los conocimientos y destrezas en el trabajo y favorecer el crecimiento intelectual que las personas y las organizaciones necesitan.

Cabe reseñar que el grado de efectividad de las medidas operativas es variable de tal forma que se puede afirmar que la Prevención siempre resulta más efectiva que la Protección, como también son más efectivas todas las medidas que se hayan aplicado en la fase de concepción y diseño, frente a las medidas de corrección de situaciones deficientes, ya que además en estas últimas el coste económico de las correcciones suele ser mayor.

Cabe manifestar que ante los riesgos de accidente, como se ha expuesto, las medidas preventivas deben ir encaminadas a eliminar o a controlar los riesgos que no se han podido eliminar, pero no hay que olvidar que existe una tercera vía, del todo complementaria y secundaria, que es la de transferir el riesgo mediante su correcto aseguramiento. Al margen del aseguramiento obligatorio de los riesgos laborales, a través de las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social, cabe el aseguramiento de otros tipos de daños materiales, derivados de los accidentes de trabajo. Con medidas preventivas fiables en las instalaciones y lugares de trabajo se podrán negociar primas de aseguramiento más ajustadas. Por ello, asegurar correctamente los riesgos también es prevenir.

LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN SON SIEMPRE  
MÁS EFECTIVAS QUE LAS MEDIDAS DE  
PROTECCIÓN

---

### **Efectividad de las técnicas operativas**

En los sucesivos capítulos de este texto se tratan los diferentes temas genéricos que permiten la evaluación y control de los riesgos de accidente como: los costes y su importancia, el control estadístico de la siniestralidad, la investigación de accidentes, la evaluación de riesgos con sus diferentes métodos y las revisiones de seguridad, las normas y la señalización y los equipos de protección individual. A su vez se dedican una serie de temas a los riesgos específicos y agentes materiales más universales. Así, se efectúa un tratamiento de los riesgos de caída de altura, eléctrico, químico e incendios y explosiones, y, en relación con los agentes materiales, se dedica un tema a los lugares de trabajo, en donde se producen la mayoría de accidentes leves por caídas al mismo nivel, golpes y choques, y se tratan los agentes materiales generadores de la ma-

---

### **Temas prioritarios de la Seguridad en el trabajo**

yoría de accidentes graves, que son las máquinas y herramientas y los equipos de elevación y transporte. Se ha incluido en la nueva edición de este libro sobre seguridad en el trabajo un capítulo dedicado a aparatos a presión y gases que, aunque es un campo propio de la seguridad industrial, también tiene una especial incidencia en la prevención de riesgos laborales por la gravedad de los posibles accidentes.

# Costes de los accidentes de trabajo

## 2

Un accidente de trabajo supone unas lesiones físicas para el trabajador que lo sufre que implican dolor, pérdida de trabajo, atenciones médicas para curarlas, etc. Además, la mayor parte de los accidentes incluyen, junto con las lesiones físicas, el deterioro de materiales y equipos involucrados en el accidente. De todo lo dicho se desprende que los accidentes de trabajo ocasionan daños y pérdidas y esta evidencia ha hecho surgir interés por conocer lo que cuestan estos daños.

Es frecuente encontrar en la prensa, o en publicaciones especializadas en estos temas, referencias sobre lo que los accidentes de trabajo le cuestan al país o la carga que representan para el sistema de la Seguridad Social. Normalmente esas referencias hablan del coste económico de los accidentes. No obstante, cuando se trata el tema del coste de los accidentes, es preciso reflexionar sobre el auténtico significado de este concepto, que debe ser mucho más amplio que la simple consideración del coste monetario.

### **COSTE HUMANO Y COSTE ECONÓMICO DE LOS ACCIDENTES DE TRABAJO**

Al citar los tipos de daños que los accidentes de trabajo ocasionan se han nombrado las lesiones físicas, el dolor, la pérdida de capacidad de trabajo, junto con el deterioro de materiales y equipos. Si bien este deterioro se traduce fundamentalmente en pérdidas económicas, los demás aspectos citados inciden, sobre todo, en el aspecto humano. Por ello, cuando se hable del coste de los accidentes habrá que hacerlo considerando los dos aspectos de este coste: *el coste humano y el coste económico*.

El coste humano lo constituyen el dolor, el sufrimiento, la invalidez resultante en su caso, las muertes y en definitiva todo el daño que sufren las personas. También habría que incluir lo que supone la pérdida del individuo, de su experiencia, de sus capacidades reales y potenciales y del esfuerzo con que cada trabajador contribuye a la mejora de la sociedad ya que la labor de la persona es significativa.

El coste económico está formado por todos los gastos y pérdidas que el accidente origina. Gastos que ocasionan la pérdida de horas de trabajo, tanto del accidentado como de los compañeros y mandos, la asistencia médica a las lesiones, la rotura y deterioro de materiales y equipos, las pensiones devengadas por invalidez o muerte, etc.

LOS ACCIDENTES DE TRABAJO GENERAN  
IMPORTANTES COSTES HUMANOS Y  
ECONÓMICOS

Ambos tipos de coste están íntimamente ligados y son muchas veces difíciles de diferenciar. Sea el caso, por ejemplo, de la pérdida de salario que el accidente supone para el trabajador. Esto representa un coste económico para el mismo pero también ocasiona un elevado coste humano para él y para su familia porque para el trabajador su salario es la principal y casi siempre única fuente importante de ingresos y su disminución va a representar unos trastornos a nivel humano mucho más elevados que lo que los económicos pueden representar para la empresa.

Otro aspecto a considerar, cuando se trata del coste de los accidentes, es el definir a quién afecta realmente. En efecto, cuando se habla de “coste” de algún concepto, si se quiere hacer con propiedad, se debe especificar a quién afecta este coste o dicho de otro modo: quién lo paga y quién lo sufre.

En nuestra sociedad existen diversas entidades que, cuando se produce un accidente, se ven afectadas de una forma u otra por el mismo y sufren sus consecuencias. Tal es el caso del propio accidentado, su familia, la empresa, la compañía aseguradora, la sociedad, etc. Por su especial interés se consideran a continuación los costes para el accidentado, para la empresa y para la sociedad.

## **COSTE PARA EL ACCIDENTADO**

Para el accidentado es para quien el accidente representa el mayor coste. Él es el primero e indiscutible perjudicado por las consecuencias del accidente ya que es quien padece, en primer término, el sufrimiento de la lesión física. Ahora bien, cuando se trata el concepto del coste del accidente para el trabajador, hay que diferenciar más que nunca el coste humano del coste económico ya que el primero tiene una importancia enorme.

El coste humano del accidente para el trabajador accidentado lo constituyen, fundamentalmente, el dolor y el sufrimiento físicos y psíquicos que producen la lesión y los tratamientos médicos necesarios para mejorarla.

Este sufrimiento que ocasionan las lesiones habitualmente no es apreciado en su verdadera magnitud. Parece como si no tuviera importancia, pero el hecho es que a la mayoría de las personas les horrorizaría sólo el imaginar que a ellas les pudiera ocurrir cualquiera de las lesiones consecuencia de los accidentes más corrientes. Sea, por ejemplo, el caso de las amputaciones de un dedo, de varios o de la mano entera que, con cierta frecuencia causan algunas máquinas que se utilizan en carpintería, tales como la tupí o la sierra circular. A pesar de ello, es habitual observar cómo se realizan trabajos en máquinas peligrosas sin tomar las debidas precauciones. Otro accidente frecuente es la caída de altura que, cuando no resulta mortal, ocasiona muchas veces lesiones permanentes que pueden afectar a cualquier parte del cuerpo y con cierta frecuencia a la columna vertebral y a las piernas. Hay que imaginar el drama personal del trabajador obligado a estar de por vida en una silla de ruedas. Todos estos daños, lógicamente, son muy difícilmente cuantificables en términos monetarios. Estos sufrimientos no tienen precio porque alteran sustancialmente la calidad de vida de una persona.

Pero en el campo de los costes humanos existen otros capítulos que tampoco se pueden valorar monetariamente. La pérdida de la capacidad de trabajo, sea temporal o permanente; la pérdida para desarrollar la profesión del trabajador con la necesidad de buscar otra, a una edad y en una coyuntura de empleo en las que es difícil cambiar y mucho más con una mutilación incapacitante; el sufrimiento de la familia, a causa de todas estas desgracias; las formas de rechazo social hacia las personas con una minusvalía física, grupo al que el accidentado se incorpora si la lesión tiene consecuencias permanentes; y otras muchas que resultaría largo enumerar.

El coste monetario del accidente es también muy importante para el trabajador. Ya se ha dicho que para él su salario constituye habitualmente la fuente principal o única de ingresos. El accidente puede suponer una pérdida parcial o total de estos ingresos, bien durante un tiempo que puede ser el que transcurra hasta la curación, bien para el resto de su vida si la lesión produce incapacidades permanentes.

En España el salario del trabajador accidentado se asegura obligatoriamente a

#### **COSTE PARA EL ACCIDENTADO**

##### **COSTE HUMANO**

- Dolor y sufrimiento
- Pérdida de la capacidad de trabajo o la profesión
- Sufrimiento en la familia
- Potencial marginación social del incapacitado

##### **COSTE ECONOMICO**

- Disminución de ingresos temporal o definitivamente
- Gastos adicionales diversos

través del Instituto Nacional de la Seguridad Social o las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social. Si la cotización a estas entidades se ha efectuado correctamente, cuando el trabajador se accidenta se le reintegra parte de su salario mientras no trabaja.

Ahora bien, las indemnizaciones que en sustitución de su salario recibe el trabajador sólo lo igualan o superan cuando las lesiones que ha sufrido le han ocasionado una incapacidad permanente para todo tipo de trabajo (Invalidez Absoluta) o para valerse por sí mismo (Gran Invalidez). En el resto de situaciones el trabajador percibe una indemnización inferior a su salario habitual. Concretamente percibe sólo el 75% del mismo en los períodos en que está pendiente de su curación o de que se confirme el carácter definitivo de las lesiones. También es cierto que por decisión de la dirección de la empresa o por convenio colectivo pueden introducirse mejoras al respecto, como por ejemplo que la empresa asuma los costes diferenciales para que el trabajador accidentado siga percibiendo el mismo salario mientras dure su incapacidad laboral.

## **COSTE PARA LA EMPRESA**

En muchas ocasiones las empresas no son conscientes de que los accidentes de trabajo representan para ellas un coste importante, pero la realidad es que efectivamente es así.

Uno de los costes para la empresa es el derivado de la pérdida de recursos humanos que se produce cuando los trabajadores son apartados del proceso productivo por causa de los accidentes de trabajo, bien sea temporal o definitivamente. Los conocimientos y experiencia de un trabajador, en parte, son sustituibles para la empresa, pero, en parte, no lo son, porque están ligados a las propias características y potencialidades de la persona. Además, pueden ser importantes los problemas y molestias que se derivan para el personal de la empresa. De ellos, los más significativos son los procesos y condenas judiciales a que son sometidas aquellas personas que la magistratura considera responsables del accidente. Es una situación humanamente muy desagradable la de la persona que se ve procesada por la muerte o las lesiones de un compañero o subordinado uniendo, a la presión psicológica que ello supone, la incertidumbre o la condena derivadas de un proceso judicial. Tales costes tienen un importante componente humano y económico. La generación de accidentes, especialmente si éstos son graves, repercute en la moral de los trabajadores próximos a los accidentados, ya que ello, en la medida en que sea evidencia de una falta de interés por las condiciones de trabajo del personal, puede menoscabar su actitud hacia el trabajo y hacia la empresa.



El coste económico que a la empresa le suponen los accidentes de trabajo es un aspecto importante ya que incide negativamente en su beneficio económico. Quizá por ello el cálculo de los costes de los accidentes ha sido una materia que ha interesado a muchos técnicos en prevención de siniestros y existen varios métodos para realizarlo. (En la página web del INSHT, en la herramienta de PRL “Calculadores” se presenta uno de ellos). La mayoría de ellos tienen en común el diferenciar los costes que se pueden cuantificar con facilidad, como los costes asegurables, de aquellos otros que en principio aparecen más o menos ocultos pero que son muy cuantiosos en la mayoría de los casos.

Los costes contabilizables fácilmente suelen formar parte de lo que se denominan “costes salariales”, como consecuencia del tiempo perdido por el trabajador y sus compañeros en el accidente. Incluyen, también, tanto la compensación al trabajador accidentado, durante el periodo de baja, como la cotización por dicho trabajador durante este periodo.

Entre los “costes ocultos” se pueden señalar los que se relacionan a continuación:

- Coste del tiempo perdido por otros compañeros del accidentado que interrumpen su trabajo para ayudarle, por solidaridad, o por curiosidad, etc.
- Coste del tiempo perdido por los mandos del accidentado asistiéndolo, investigando las causas del accidente, organizando el trabajo que hacía para que lo continúen otros trabajadores, seleccionando, entrenando o introduciendo a nuevos empleados para reemplazar al accidentado, preparando informes del accidente, atendiendo a las autoridades de la Administración Pública, etc.
- Coste de los primeros auxilios y atención médica no cubierta por el seguro.
- Coste de los daños sufridos por la maquinaria, herramientas, equipo y materiales como consecuencia del accidente.
- Costes debidos a las interferencias de producción, fallos en el suministro, penalizaciones por retrasos, etc.
- Coste de la parte de salario abonada al trabajador accidentado y no trabajada ni cubierta por el seguro.
- Coste de la pérdida de productividad que genera el malestar ocasionado por el accidente.
- Costes fijos de energía, alquileres, etc. que continúan mientras el accidentado sigue improductivo.

A todos estos costes habría que añadir otros que pueden ser muy importantes en el caso de accidentes graves o mortales y también en el caso de accidentes denominados “mayores” que puedan afectar gravemente a ciudadanos, al medio ambiente o a bienes públicos.

Asimismo debe tenerse en cuenta que dentro de los costes ocultos juegan un papel fundamental los costes intangibles, es decir, aquellos que si bien, no tienen traducción inmediata a magnitudes monetarias, representan una valoración negativa en términos económicos

Entre estos costes intangibles se incluyen los debidos a una pérdida de imagen de la empresa y a la pérdida de mercado consiguiente a raíz de un accidente muy grave. También se deberían considerar aquellos provenientes de una disminución en la moral de los trabajadores, de su desmotivación ante la falta de interés preventivo de la dirección o incluso de posibles conflictos laborales que se pueden originar como protesta, no tan sólo de los accidentes de trabajo, sino también de unas malas condiciones de trabajo. La repercusión económica de este tipo de costes puede ser considerable, por lo que conviene tener una estimación.

La relación de todos estos costes da una idea de la cuantía que para la empresa pueden suponer. A pesar de su importancia, muchas empresas no están mentalizadas para evitarlos, generalmente porque no aplican con rigor un análisis de los costes de los riesgos que consciente o inconscientemente asumen.

Sería conveniente que, aunque fuera a través de una estimación orientativa, las empresas valoraran los elevados costes innecesarios que están asumiendo a través de los accidentes y la falta de seguridad. En esta estimación se deberían incluir todos los tipos de costes, tangibles e intangibles, y todos los accidentes, con lesión y sin lesión, para poder evaluar correctamente la rentabilidad de la acción preventiva.

---

### **Costes derivados de las responsabilidades**

Entre los costes de los accidentes están los derivados de sanciones económicas, en base a los distintos ámbitos de la responsabilidad empresarial en materia de seguridad y salud en el trabajo:

*Responsabilidad civil y penal:* tiene por objeto el resarcimiento de los daños y perjuicios que pueden derivarse del incumplimiento de obligaciones de prevención. El régimen jurídico de la responsabilidad civil se encuentra recogido en los artículos 1102 y siguientes y 1902 y siguientes del Código Civil, según se afronte como responsabilidad contractual o extracontractual; así como en los artículos 109 a 122 del Código Penal si se trata de responsabilidad civil por delito.

*Responsabilidad administrativa:* las infracciones administrativas están reguladas en distintos artículos de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y asimismo en distintos artículos del Real Decreto Legislativo 5/2000 por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social, y sus posteriores modificaciones. La sanción administrativa más

frecuente es la multa cuya cuantía, dependiendo de la calificación de la infracción, varía entre un mínimo de 40 euros por infracción leve en su grado mínimo y un máximo de 819.780 euros por la muy grave en su grado máximo.

Otras medidas de carácter administrativo que pueden llegar a ser muy gravosas para la empresa son la paralización de trabajos, la suspensión o cierre del centro de trabajo y las limitaciones para contratar con la Administración.

*Responsabilidad en materia de Seguridad Social:* regulada por el Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social y modificaciones posteriores. Los supuestos que contempla por responsabilidades prestacionales de Seguridad Social a cargo del empresario infractor son las siguientes:

- Recargo de prestaciones económicas que tengan su causa en accidente de trabajo o enfermedad profesional, según la gravedad de la falta, de un 30% a un 50%, cuando:
  - a) La lesión se produzca por máquinas, artefactos, o en instalaciones, centros o lugares de trabajo que carezcan de los dispositivos de precaución reglamentarios, los tengan inutilizados o en malas condiciones.
  - b) No se hayan observado las medidas generales o particulares de seguridad e higiene en el trabajo o las elementales de salubridad.
  - c) No se hayan observado las medidas de adecuación personal a cada trabajo, habida cuenta de sus características y de la edad, sexo y demás condiciones del trabajador.
- Aumento de la cuantía de las primas en el caso de empresas que incumplan sus obligaciones en materia de higiene y seguridad en el trabajo. El aumento, que con carácter general no podrá exceder del 10%, puede llegar al 20% en caso de reiterado incumplimiento.
- Abono de las prestaciones de Seguridad Social en los supuestos de incumplimientos en materia de accidentes de trabajo (art.195) o de normas específicas para enfermedades profesionales (arts. 196 – 197).

*Responsabilidad penal:* regulada por la Ley Orgánica 10/1995, del Código Penal, tipifica como delitos determinadas conductas en materia de seguridad y salud en el trabajo, sancionando tales conductas con penas privativas de libertad y con multas económicas (arts. 316 – 318); siendo compatibles tales delitos con los tipificados en el art. 142. Estos procesos y condenas judiciales suponen además toda una serie de gastos adicionales por minutas de abogados, pruebas, etc.

Hay que tener en cuenta que el accidentado o sus herederos pueden demandar a la empresa por tales responsabilidades derivadas

de los accidentes mortales o con lesiones incapacitantes y que dada las posibles deficiencias preventivas que pueden reunir algunas instalaciones es relativamente fácil demostrar la existencia de falta de medidas de prevención. Ante ello las empresas suelen preferir llegar a un acuerdo económico con los perjudicados para que el proceso no prosiga.

### **Relación entre costes asegurables y no asegurables**

Históricamente la relación entre los costes asegurables y los costes no asegurables o costes ocultos de los accidentes se había asumido que estaba entre 1 a 5 y 1 a 50 (según Bird).

Evidentemente, en función de la gravedad de los accidentes los costes derivados de los mismos se acrecientan, pero por otra parte el conjunto de incidentes sin lesión que suceden por cada accidente con incapacidad temporal genera también un coste altísimo.

Esta falta de interés de las empresas por la prevención de los accidentes y los costes que de ellos se derivan se debe a diversos factores. Entre los mismos destacan tres que engloban a todos los demás y que se comentan a continuación.

LOS COSTES OCULTOS DE LOS ACCIDENTES SON MUY SUPERIORES A LOS COSTES ASEGURADOS

El primer factor es la dificultad que tienen muchos empresarios para asumir los costes derivados de unas condiciones de trabajo inseguras. Los costes de la no prevención o de la no calidad en el trabajo, que en el fondo constituyen los costes de las negligencias evitables, están diluidos en las cuentas de resultados y no suelen tener un control específico. Pudiera parecer, erróneamente, como si las empresas que no implantan seguridad tuvieran ventaja, en la competencia, con las que la implantan al no desembolsar los gastos que las medidas preventivas requieren. Por ejemplo: en lo que al aspecto más visible de los costes de los accidentes se refiere, esto es, los costes de los salarios no trabajados, las empresas repercuten la mayor parte de los mismos en la protección de la Seguridad Social, con lo que, aparentemente, sus pérdidas están desligadas de los siniestros que tengan, pues las primas de seguro que han de pagar sustancialmente en relación al número de siniestros habidos. El resto de costes que no cubre el seguro (pérdidas de tiempo de trabajo, de materiales, de equipos, pleitos, conflictos laborales, etc.), aunque sean en muchos casos enormemente más importantes que los salarios que paga el seguro, como son más difíciles de contabilizar, las empresas no los consideran y tienen la falsa impresión de que, pagando el seguro, que es obligatorio, muchos costes ya están cubiertos.

El segundo factor de desinterés de las empresas por la prevención de accidentes es la propia naturaleza de este tipo de riesgos. El accidente es repentino e inesperado, no es seguro que se pro-

duzca. Invertir en eliminar un riesgo que tiene una posibilidad de materializarse en accidente muchas veces desconocida es causa de que, en muchas ocasiones, se posponga la inversión económica en prevención confiando en que no ocurra nada. Desgraciadamente, las estadísticas demuestran que en demasiados casos la suerte no acompaña a esta decisión.

EL ACCIDENTE DE TRABAJO ES UNA DE LAS CONSECUENCIAS DAÑINAS DE FALLOS O ERRORES DE MÁS ALTO COSTE PARA LA EMPRESA

El tercer factor es el carácter multifactorial de los riesgos de accidente y, a su vez, la complejidad que representa medir la rentabilidad de toda inversión encaminada a mejorar el comportamiento humano. El control de todo riesgo de accidente requiere la adopción de medidas materiales, humanas y organizativas y cualquier carencia en alguna de ellas irá en detrimento de las otras, pudiendo invalidarse una inversión que no haya sido aplicada de una forma completa. No es sólo cuestión de invertir en la protección de instalaciones sino que es imprescindible garantizar comportamientos correctos de las personas que allí trabajan.

También debería considerarse la inversión en el factor humano, por ejemplo a través de la formación. Aunque es sabido que la formación tiene un efecto positivo que contribuye a disminuir la siniestralidad, si la cultura preventiva de una empresa es limitada, le resulta difícil entender su rentabilidad que, aunque se producirá si se actúa correctamente, posiblemente no se evidencie de forma inmediata.

<b>COSTE PARA LA EMPRESA</b>	
HUMANO	PÉRDIDA DE RECURSOS HUMANOS PRESIONES SOCIALES Y PSICOGICAS
ECONÓMICO	COSTES CONTABILIZABLES FÁCILMENTE Primas seguro, salarios, indemnizaciones  COSTES OCULTOS Tiempo perdido por compañeros y mandos Primeros auxilios Daños materiales a instalaciones y equipos Interferencias en la producción Gastos fijos (energía, alquileres, etc.) no compensados Procesos y condenas judiciales Sanciones administrativas Conflictos laborales Pérdida de imagen y de mercado Disminución de la moral en el trabajo

## COSTE PARA LA SOCIEDAD

En España, la siniestralidad producida por los accidentes de trabajo se puede resumir en los siguientes datos extraídos de las estadísticas oficiales correspondientes al año 2009: más de seiscientos accidentes mortales, algo más de cinco mil con lesiones graves (de los que aproximadamente el 1% derivará en mortal y un 30% se convertirá en incapacidades permanentes) y más de seiscientos mil calificados como leves. Esto representa la pérdida de más de 16 millones de jornadas laborales al año.

Estas cifras escuetas pueden dar una idea del sufrimiento humano que representan y del deterioro de la calidad de vida que introducen en nuestra sociedad por las consecuencias en los accidentados, sus familiares y allegados y en los ciudadanos en general. Concretamente, un 10 % de las pensiones por invalidez, un 4 % de las pensiones por viudedad y un 7% de las pensiones por orfandad son debidas a accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

MÁS DE NOVECIENTOS MIL ACCIDENTES DE TRABAJO CON INCAPACIDAD LABORAL, AL AÑO, DAN IDEA DE LA MAGNITUD DE LOS COSTES QUE GENERAN PARA LA SOCIEDAD

Las pérdidas económicas, para la sociedad, ligadas a estos siniestros son cuantiosas. Hay que pensar que la sociedad, es decir, todos los ciudadanos, es la que afronta económicamente, en último extremo, los costes de los accidentes.

De los costes económicos para la sociedad sólo una pequeña parte está contabilizada, y es la constituida por las indemnizaciones pagadas por el sistema de la Seguridad Social a los accidentados en sustitución de sus salarios. Se estima que el coste anual aproximado de las pensiones por incapacidades derivadas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales supuso un 3,5 % del total de pensiones, lo que corresponde a más de doscientas mil pensiones, cifra que cada año crece ligeramente.

La proporción más importante del conjunto de costes la constituyen, tanto para la empresa como para la sociedad en su conjunto, los denominados “costes ocultos”. De ellos, sin duda el más importante es la sustracción del mundo del trabajo de una cantidad importantísima de recursos humanos y las consecuencias para el sistema sanitario público en términos de personas ingresadas en centros hospitalarios, consultas atendidas, prestación farmacéutica, etc.

En España el coste aproximado de los accidentes de trabajo según estimaciones orientativas supera los doce mil millones de euros, o sea, más del 3% del Producto Interior Bruto. Algo que no ha producido ningún bien, sino todo lo contrario, lo hemos tenido que pagar. Hay que tener en cuenta que para la cobertura de los costes asegurable de los accidentes de trabajo y enfermedades

profesionales, los empresarios pagan anualmente más de cuatro mil millones de euros.

COSTE PARA LA SOCIEDAD	
HUMANO	Muertes Minusvalías Lesiones graves y leves Deterioro de la calidad de vida
ECONÓMICO	Contabilizado: Indemnizaciones de la Seguridad Social Oculto: <ul style="list-style-type: none"> <li>Deterioro de bienes: <i>Materiales, equipos, instalaciones, etc.</i></li> <li>Actuaciones obligadas: <i>Investigaciones, procesos, etc.</i></li> <li>Sustracción de recursos humanos para el trabajo</li> </ul>

### ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO DE LA PREVENCIÓN

La evaluación de la rentabilidad económica de la prevención de riesgos laborales no ha sido tarea fácil para las empresas y por ello se ha sido descuidada. Por otra parte, los modelos convencionales para estimar la rentabilidad de las inversiones materiales no se ajustan a las necesidades en este campo. La eficacia de la acción preventiva depende en gran medida de la estrategia seguida en su aplicación, más que de su valor material. Además, los costes intangibles de la falta de prevención son muchos y algunos de difícil estimación, por ejemplo: personas insuficientemente cualificadas para el trabajo que tienen que realizar o peor aún, si están desmotivadas. En todo caso, es conveniente aplicar criterios socioeconómicos para estimar la rentabilidad de las medidas preventivas, analizando las dos partidas que determinan la rentabilidad de toda inversión preventiva: los ingresos que aporta y los gastos que genera.

Dentro de la herramienta para la PRL “Calculadores” de la página web del INSHT se pone a disposición de los interesados un instrumento para evaluar la eficacia de la acción preventiva

Los ingresos representan, como efecto directo, el ahorro de costes por la reducción de accidentes, incidentes y fallos o errores y también han de representar, como efecto indirecto, mejoras de calidad y productividad. Adicionalmente, habrá que considerar los potenciales ingresos intangibles por la mejora del capital intelectual de la empresa, difícilmente cuantificables en términos económicos, pero de evidente importancia y que se derivan de una correcta política preventiva y de un aprovechamiento integral de

### COSTES Y BENEFICIOS DE LA PREVENCIÓN

#### COMPONENTES FUNDAMENTALES DE LOS INGRESOS

Tangibles	Ahorro de costes por reducción de accidentes - incidentes Mejoras de calidad y de productividad
Intangibles	Mayor satisfacción de los trabajadores Incremento de la cultura preventiva de la organización Mejora de la imagen de la empresa

#### COMPONENTES FUNDAMENTALES DE LOS GASTOS

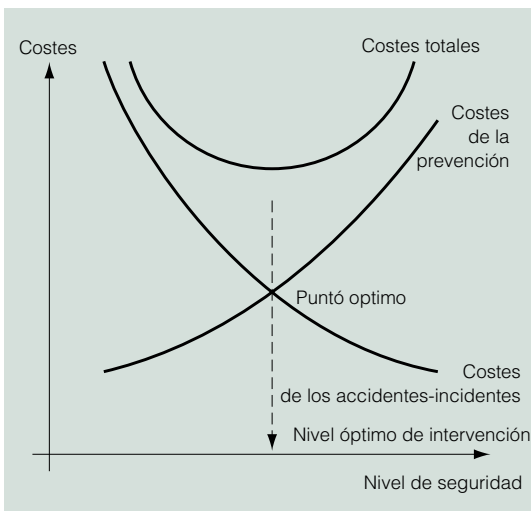
Evaluación y control de riesgos  
Implantación y mantenimiento de las medidas preventivas:  
*Materiales, humanas y organizativas*

las lecciones aprendidas de los accidentes de trabajo, de las deficiencias detectadas y, por supuesto, de las medidas correctoras implantadas. Es lógico que determinados valores, como el compromiso social de la empresa, repercutan en la reducción de los costes monetarios, además de ser determinantes para el crecimiento y desarrollo de la empresa.

UNA EFICAZ GESTIÓN HA DE PERMITIR UN  
CRECIENTE NIVEL DE PREVENCIÓN A UN  
COSTE CADA VEZ MENOR

Los gastos de la prevención pueden considerarse de dos tipos: los de evaluación, para analizar y controlar las situaciones de riesgo y garantizar niveles tolerables, y los de prevención propiamente dicha, que contempla tanto los aspectos materiales de las medidas preventivas como los aspectos de gestión que deben estar implícitos, por ejemplo: la formación de los trabajadores y el mantenimiento de las condiciones de seguridad de instalaciones y equipos.

El coste total de la prevención en cada momento sería la resultante de integrar los ingresos por reducción de costes y los gastos de las medidas preventivas. El punto óptimo de intervención estaría al alcanzarse el mínimo de costes totales. Este punto óptimo no es fijo en el tiempo y es de esperar que una eficaz gestión de la prevención de riesgos laborales no sólo va a generar una reducción de accidentes e incidentes y de los costes que éstos generan, sino que se acrecentará la eficiencia paulatinamente, lográndose un mayor nivel de prevención a un coste cada vez menor. La mayor inversión está en la adopción de las medidas





preventivas iniciales que son necesarias y la puesta en marcha del plan preventivo, con las acciones formativas pertinentes. Si ello se aplica correctamente, la rentabilidad de la prevención será creciente y cada vez representará menor coste alcanzar buenos resultados.



# Control estadístico de la siniestralidad

## 3

Los accidentes tienen su origen en unas causas determinadas que pueden ser previsibles si se analiza la génesis y la secuencia de cómo aquéllos suceden. Una vez que han ocurrido, es preciso aprovechar la experiencia para evitar su repetición tomando las medidas necesarias. La recopilación detallada de información sobre los accidentes es una valiosa fuente de información que es conveniente aprovechar al máximo, para lo cual es importante registrar una serie de datos referentes a ellos mismos y a su entorno para su posterior análisis estadístico, que servirá para conocer la siniestralidad y sus circunstancias comparativamente entre las diversas secciones de una empresa, y entre empresas o sectores productivos. La medida del nivel de siniestralidad se realiza mediante unos índices que se calcularán según criterios preestablecidos para que sean comparables.

Para que los accidentes no se queden en simples estadísticas, es necesario que se puedan presentar de forma tal que se detecten las máquinas, productos, operaciones, etc. más peligrosos, y actuar en consecuencia. Con ese objetivo se van a dar las bases para clasificar los accidentes, efectuar una notificación y registro correcto y realizar un tratamiento estadístico, a través de una serie de índices.

### **NOTIFICACIÓN OFICIAL DE ACCIDENTES**

La notificación de accidentes consiste en la cumplimentación y remisión de una serie de documentos, relativos a los accidentes de trabajo que afectan al personal de una empresa o centro de trabajo, a entidades establecidas al efecto. Se describen los accidentes de forma abreviada con todos los datos esenciales exigidos. Los accidentes laborales pueden ocurrir en el centro de trabajo habitual, en desplazamientos en la jornada laboral, al ir o volver del trabajo y en otro centro o lugar de trabajo.

La Orden del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social de 16 de diciembre de 1987 establece que la notificación oficial de los accidentes de trabajo se realiza mediante la remisión de tres documentos: Parte de accidente de trabajo, Relación de accidentes de trabajo ocurridos sin baja médica y Relación de altas o fallecimientos de accidentados. Los modelos oficiales correspondientes a estos documentos establecidos en la Orden anterior han sido sustituidos por los que figuran en la Orden TAS/2926/2002, con el objetivo de armonizar los datos relativos a los accidentes de trabajo facilitados por los países de la Unión Europea. Asimismo, esta Orden aprueba los programas y aplicaciones informáticas que hacen posible la notificación, por vía electrónica, de los accidentes de trabajo a los órganos competentes a través del Sistema de Declaración Electrónica de Accidentes de Trabajo (Delt@) que es un sistema global de comunicaciones para la notificación y el tratamiento de los accidentes de trabajo, que agiliza la distribución de la información, simplifica la comunicación entre los distintos usuarios implicados y garantiza la confidencialidad e integridad del contenido de los documentos. Desde el 1 de enero de 2003 los documentos introducidos en Delt@ tuvieron plena validez jurídica y desde el

1 de enero de 2004 la cumplimentación y transmisión de los modelos referidos sólo puede efectuarse por medios electrónicos, lo que supone un cambio sustancial en la forma de notificar los accidentes de trabajo al que todas las empresas deben estar adaptadas, obteniendo un certificado digital y

registrándose en el sistema.

En el primer documento oficial llamado “Parte de accidente de trabajo” (que se reproduce en las páginas siguientes) debe hacerse la notificación de todos los accidentes o recaídas de accidentes que conlleven la ausencia del accidentado del lugar de trabajo, al menos un día - salvedad hecha del día en que ocurrió el accidente-, previa baja médica. En él se indican una serie de datos relativos al trabajador, a la empresa, al lugar o centro de trabajo donde ha ocurrido el accidente, al accidente, a datos asistenciales y a datos económicos. La información que proporciona este documento sirve de base para la elaboración de las estadísticas oficiales.

El parte de accidente de trabajo ha de ser cumplimentado por la persona o unidad administrativa que la dirección de la empresa designe. Normalmente es el área de personal, cuando existe, aunque la información debe ser extraída de la propia unidad en la que se ha generado el accidente y de quien haya prestado la atención sanitaria (datos procedentes del Parte Médico de Baja). Es importante que quien cumplimente este documento se preocupe de saber lo que ha ocurrido para poder describirlo de forma codifi-

LA COMUNICACIÓN POR VÍA ELECTRÓNICA  
DE LOS ACCIDENTES DE TRABAJO ES LA  
VÍA EXCLUSIVA PARA SU TRAMITACIÓN  
DOCUMENTAL DESDE EL AÑO 2004

cada, simplificada y completa tal como está establecido. Cuando el accidentado es un trabajador autónomo, el parte de accidente ha de ser cumplimentado por el propio trabajador. Los trabajadores autónomos que deben notificar la ocurrencia del accidente son los comprendidos en el campo de aplicación de Regímenes Especiales de la Seguridad Social cuya acción protectora comprenda la contingencia de accidente de trabajo, que son: minería del carbón, agrario y mar. Una vez cumplimentado, es remitido a la Entidad Gestora con la que tengan cubierta la protección de esta contingencia. A partir de aquí el parte sigue una trayectoria regulada legalmente, de forma que los destinatarios de este documento son:

- Entidad gestora o colaboradora (Mutua de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social): para gestionar el proceso de rehabilitación y reparación de daños.
- Subdirección General de Estadísticas Sociales y Laborales del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales: para la elaboración de estadísticas oficiales a nivel nacional.
- Autoridad laboral: para la intervención de los cuerpos técnicos de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social y órganos técnicos competentes de las comunidades autónomas para analizar lo acontecido y tomar las medidas legales y técnicas pertinentes.
- Empresario: para disponer del registro obligatorio.
- Trabajador: para conocimiento de la persona o personas afectadas.

En aquellos accidentes ocurridos en el centro de trabajo o por desplazamiento en jornada de trabajo que provoquen el fallecimiento del trabajador, que sean considerados como graves o muy graves o que ocurran en un centro de trabajo y afecten a más de cuatro trabajadores, pertenezcan o no en su totalidad a la plantilla de la empresa, el empresario, además de cumplimentar el correspondiente modelo oficial, comunicará, en el plazo máximo de 24 horas, este hecho a la autoridad laboral de la provincia donde haya ocurrido el accidente, o en el primer puerto o aeropuerto en el que atraque el buque o aterrice el avión, si el centro de trabajo en que ocurriera el accidente fuera un buque o avión, respectivamente. Ello está establecido legalmente con la finalidad de que la autoridad laboral pueda actuar de inmediato ante la gravedad de las circunstancias del accidente.

El segundo documento de notificación obligatoria y cumplimentación mensual por el empresario es la “Relación de accidentes de trabajo ocurridos sin baja médica” y con los mismos destinatarios y el mismo mecanismo de distribución que el “Parte de accidente de trabajo”.

El tercer documento de notificación obligatoria y cumplimentación mensual por la entidad gestora o colaboradora es la “Relación de altas o fallecimientos de accidentados” relacionándose

## IMPRESO DE PARTE DE ACCIDENTE DE TRABAJO

(Cara)

## PARTE DE ACCIDENTE DE TRABAJO

(Por favor, antes de cumplimentar, lea las instrucciones)

Accidente  Recalda 

PAT

## 1.- DATOS DEL TRABAJADOR

Apellido 1º ..... Apellido 2º ..... Nombre : ..... Sexo: Varón  Mujer Nº Afiliación Seguridad Social (NAF) (1) ..... Fecha ingreso en la empresa ..... Fecha nacimiento ..... Nacionalidad (2) .....  
(día/mes/año) ..... Española  Otra  .....Identificador Persona Física (IPF) (3) ..... Ocupación del trabajador: (4) ..... CNO-94 ..... Antigüedad puesto trabajo (5) ..... Tipo contrato (6) .....  
meses ..... días ..... .....Situación profesional (marque con una X la que corresponda):  
 Asalariado sector privado  Autónomo sin asalariados  
 Asalariado sector público  Autónomo con asalariadosRégimen Seguridad Social (7) ..... Convenio aplicable : ..... Epígrafe de AT y EP .....  
.....

Domicilio: ..... Teléfono: ..... Provincia: ..... Municipio: ..... Código Postal: .....

## 2.- EMPRESA EN LA QUE EL TRABAJADOR ESTÁ DADO DE ALTA EN LA SEGURIDAD SOCIAL

Nombre o Razón Social: ..... CIF o NIF (8) ..... Código C. Cotización en la que está el trabajador (9) .....

Domicilio que corresponde a esa Cuenta de Cotización (C.C.): ..... Provincia: .....  
.....

Municipio: ..... Código Postal: ..... Teléfono: .....

Actividad económica principal correspondiente a esa C.C. (10) : ..... CNAE-93 ..... Plantilla correspondiente a esa C.C (11) .....

Marque si actuaba en el momento del accidente como:  Contrata o subcontrata  Empresa de Trabajo Temporal

¿Cuál o cuales de las siguientes son las modalidades de organización preventiva adoptadas por la empresa? :

- Asunción personal por el empresario de la actividad preventiva de la empresa  Servicio de prevención propio  Servicio de prevención ajeno
- Trabajador(es) designado(s)  Servicio de prevención mancomunado  Ninguna

## 3.- LUGAR Y/O CENTRO DE TRABAJO DONDE HA OCURRIDO EL ACCIDENTE

## LUGAR

Lugar del accidente:  En el centro o lugar de trabajo habitual  En otro centro o lugar de trabajo  En desplazamiento en su jornada laboral (\*)  Al ir o al volver del trabajo, "in itinere" (\*)

(\*) En estos casos, los datos del centro se cumplimentarán con los correspondientes al centro de trabajo habitual

 Además, marque si ha sido accidente de tráfico

Si el accidente se ha producido en un lugar ubicado fuera de un centro de trabajo, indicar su situación exacta (país, provincia, municipio, calle y número, vía pública o punto kilométrico), otro lugar:

País: ..... Provincia: ..... Municipio: .....

Calle y número: ..... Vía pública y punto kilométrico: .....

Otro lugar (especificar) : .....

## CENTRO DE TRABAJO

- Marque si el centro de trabajo pertenece a la empresa en la que está dado de alta el trabajador (empresa del apartado 2)
- Marque si el centro pertenece a otra empresa (en este caso indicar a continuación su relación con la empresa del apartado 2)

 Contrata o subcontrata → Cumplimentar CIF o NIF ..... Usuaría de ETT → Cumplimentar CIF o NIF ..... Otra → Cumplimentar CIF o NIF .....

**IMPRESO DE PARTE DE ACCIDENTE DE TRABAJO**

(Dorso)

DATOS DEL CENTRO : (e cumplimentar cuando el accidente se haya producido en un centro o lugar de trabajo distinto al consignado en el apartado 2, o cuando el trabajador estuviese realizando trabajos para una empresa distinta a la consignada en dicho apartado 2)

Nombre o Razón Social:..... Domicilio:..... Provincia:.....  
 Municipio:..... Código Postal:..... Teléfono:.....  
 Plantilla actual del Centro (12) Código Cuenta Cotización Actividad económica principal del centro (13) : CNAE-93

**4.- ACCIDENTE**

Fecha del accidente (día/mes/año) Fecha de Baja Médica Día de la semana del accidente Hora del día del accidente Hora de trabajo (14) Era su trabajo habitual  
 (1 a 24) (1ª, 2ª, etc.)  SI  NO

Marque si se ha realizado evaluación de riesgos sobre el puesto de trabajo en el que ha ocurrido el accidente

Descripción del accidente (15) : .....

¿En qué lugar se encontraba la persona accidentada cuando se produjo el accidente? (Lugar) (16) : .....

¿En qué proceso de trabajo participaba cuando se produjo el accidente? (Tipo de trabajo) (17) : .....

¿Qué estaba haciendo la persona accidentada cuando se produjo el accidente? (Actividad Fis. específica) (18) : .....

Agente material asociado a la ACTIVIDAD FISICA (19) : .....

¿Qué hecho anormal que se apartase del proceso habitual de trabajo desencadenó el accidente? (Desviación) (20) : .....

Agente material asociado a la DESVIACIÓN (21) : .....

¿Cómo se ha lesionado la persona accidentada (Forma, Contacto-modalidad de la lesión) (22) : .....

Aparato o agente material causante de la lesión (23) : .....

Marque si este accidente ha afectado a más de un trabajador

Marque si hubo testigos. En caso afirmativo indicar nombre/s, domicilio/s y teléfono/s (24) : .....

**5.- ASISTENCIALES**

Descripción de la lesión (25) : .....

Grado de la lesión (26): Leve  Grave  Muy grave  Fallecimiento  Parte del cuerpo lesionada (25) : .....

Médico que efectúa la asistencia inmediata (nombre, domicilio, teléfono) : .....

Marque el tipo de asistencia sanitaria (27) : Hospitalaria  Ambulatoria

Marque si ha sido hospitalizado. En caso afirmativo indicar nombre del establecimiento:.....

**6.- ECONÓMICOS**

A) Base de cotización mensual :	B) Base de cotización al año (4) :	C) Subsidio :
-En el mes anterior (1) .....	B1.- por horas extras .....	Promedio diario .....
-Días cotizados (2) .....	B2.- por otros conceptos .....	-Base reguladora A .....
-Base reguladora A (3) .....	Total B1 + B2 .....	-Base reguladora B .....
	Promedio diario base B (5) .....	Total B.R. diaria (6) .....
		Cuantía del subsidio 75% (7) .....

Don/Doña:..... en calidad de ..... de la empresa, expide el presente parte en ..... a ..... de ..... de 20__ (firma y sello)	E Colaboradora n.º  Nº EXPEDIENTE	AUTORIDAD LABORAL (Sellado y fechado)
--	---	--

los trabajadores que han causado alta e indicando la causa de la misma: fallecimiento, curación, inspección médica, propuesta de incapacidad permanente (que puede ser parcial, total, absoluta y gran invalidez) y otras. El destinatario de este documento es la Subdirección General de Estadísticas Sociales y Laborales del Ministerio de Trabajo e Inmigración y la autoridad laboral competente correspondiente a la provincia en la que esté dado de alta el trabajador en la Seguridad Social.

## **CLASIFICACIÓN DE ACCIDENTES. FACTORES CLAVE PARA LA CODIFICACIÓN**

Al analizar un accidente, sea en el mismo lugar en que ha ocurrido o leyendo una descripción del mismo, nos damos cuenta de que se puede describir mediante unos factores clave, de tal forma que una narración explicativa puede sustituirse por estos factores que serán de gran utilidad en el tratamiento estadístico y publicación de datos. Estos factores y su definición se pueden ver mediante un ejemplo de accidente. Para su identificación se parte de definiciones y de tablas de clasificación con códigos numéricos, según la Orden Ministerial (OM) TAS/2926/2002, que sirven para que los términos empleados sean comparables y no haya confusión posible. En esta Orden se presenta un sistema europeo de codificación de las causas y circunstancias de los accidentes que se debe aplicar en el nuevo modelo de parte de accidente. En las páginas siguientes se incluyen tablas con algunos de dichos códigos, a título de ejemplo.

La descripción de un accidente debe hacerse de forma exhaustiva indicando de manera secuencial: el lugar en que estaba el trabajador accidentado, qué estaba haciendo, cómo se produjo el accidente, cuáles fueron los agentes materiales asociados a cada una de las fases del accidente y cuáles fueron las consecuencias del mismo.

Los factores clave que proporcionan la información básica de un accidente son los datos del accidente y los datos asistenciales.

### **Datos del accidente**

Los ocho conceptos o factores que se presentan a continuación proporcionan información para identificar dónde ocurren los accidentes (los dos primeros) y, especialmente, cómo ocurren (los seis restantes), con el objetivo de establecer una política de prevención. Las etapas de la secuencia de un accidente quedan registradas con la utilización de esos seis conceptos asociados a pares, de forma que cada par combina una acción y un objeto. En cada una de las tres etapas se codifica un agente material (que no tiene por qué ser igual en las tres) partiendo de una única tabla de agentes ma-



teriales. Se requiere identificar cada uno de los agentes materiales implicados en la secuencia del accidente.

### *Tipo de lugar*

Se trata del lugar de trabajo, del entorno general o del local de trabajo donde se encontraba el trabajador inmediatamente antes de producirse el accidente. Por ejemplo: obra o edificio en construcción, zona agrícola, zona industrial, etc. (Anexo II, tabla 1 de la OM).

El tipo de lugar describe el entorno geográfico del accidentado. El tipo de actividad realizado por el accidentado no debería tomarse en consideración, excepto en las obras de construcción. En este caso lo importante es la actividad de construcción. Así, por ejemplo, unas obras de reparación en una sala de baile se codificarán “022 Obras, edificio en demolición, renovación o mantenimiento”; pero un trabajo de mantenimiento de la iluminación en un área de ventas se codificará “043 Lugares de venta, pequeños o grandes (incluida la venta ambulante)”. El tipo de lugar a codificar en un accidente que suceda al cambiar una bombilla en un almacén o trabajando en un frigorífico de un supermercado (reparándolo o rellenándolo con gas refrigerante) se codificará 043; sin embargo, la sustitución del cableado eléctrico o el desmontaje de placas de amianto en esos mismos lugares se codificará 022. El código elegido debe ser el del lugar más estrechamente asociado con el riesgo efectivo en el momento del accidente.

Si hay varios accidentados en una obra, es posible que se tenga una codificación distinta del tipo de lugar. Por ejemplo: una grúa en la obra de construcción de un puente golpea contra él y algunas piezas de la grúa caen sobre una vía pública, quedando accidentados el gruista y un conductor que circulaba por allí en su jornada de trabajo y que chocó contra esas piezas. La codificación del tipo de lugar en el parte de accidente del gruista será “021 Obra, edificio en construcción”, pero en el parte de accidente del conductor será “062 Medio de transporte terrestre: carretera o ferrocarril, privado o público”.

### *Tipo de trabajo*

Se refiere a la actividad general que realizaba la víctima en el momento de producirse el accidente. Por ejemplo: labores de

#### **CÓDIGOS DE TIPO DE LUGAR**

010	Zonas industriales
020	Obras, construcción, cantera, mina a cielo abierto
030	Lugares agrícolas, de cría de animales, de piscicultura, zona forestal
040	Lugares de actividad terciaria, oficinas, áreas de ocio, varios
050	Centros sanitarios
060	Lugares públicos
070	Domicilios
080	Lugares de actividades deportivas
090	En el aire, elevados – con excepción de las obras
100	Subterráneos – con excepción de las obras
110	En el agua – con excepción de las obras
120	En medio hiperbárico – con excepción de las obras

### CÓDIGOS DE TIPO DE TRABAJO

10	Tareas de producción, transformación, tratamiento, almacenamiento – de todo tipo
20	Labores de movimientos de tierras, construcción, mantenimiento, demolición
30	Labores de tipo agrícola, forestal, hortícola, piscícola, con animales vivos
40	Actividades de servicios a empresas o a personas y trabajos intelectuales
50	Trabajos relacionados con las tareas codificadas en 10, 20, 30 y 40
60	Circulación, actividades deportivas y artísticas

demolición, labores de tipo agrícola, producción o transformación de productos, etc. (Anexo II, tabla 2 de la OM).

El tipo de trabajo es una descripción del trabajo en términos amplios, es decir, la tarea que estaba llevando a cabo el accidentado durante un cierto periodo de tiempo que termina en el instante del accidente. Una forma de deducir este factor es desglosando la actividad económica en varias tareas con características comunes. Otra forma es considerar la fabricación de un producto a través de varias etapas desde el diseño hasta la producción. Un trabajador puede

realizar diferentes tareas durante una jornada de trabajo y es una de estas tareas la que hay que codificar en este concepto. Por ejemplo: un operario que se accidenta al cambiar un carburador de un vehículo en un taller se codificará “52 Mantenimiento, reparación, reglaje, puesta a punto”; mientras que otro que instalaba carburadores en una línea de montaje de automóviles se codificará “11 Producción, transformación, tratamiento de todo tipo”; en un trabajo de erección de una grúa-torre se codificará “51 Colocación, preparación, instalación, montaje, ...”; y manteniendo o reparando la grúa se codificará 52; preparando un terreno para una obra de construcción se codificará 51, pero en un trabajo de excavación o nivelación del terreno se codificará “21 Movimiento de tierras”.

#### *Actividad física específica y agente material de la actividad física específica*

La actividad física específica es la actividad física concreta que realizaba la víctima inmediatamente antes de producirse el accidente. Por ejemplo: desplazamiento por la obra, recoger fruta, cortar carne con máquina, etc. (Anexo II, tabla 3 de la OM).

El agente material de la actividad física específica es el instrumento, objeto o agente que estaba utilizando la víctima inmediatamente antes de producirse el accidente. El agente material puede o no estar implicado en el accidente. Si hubiera varios agentes materiales asociados con la actividad física específica, se registrará el que esté más estrechamente ligado al accidente o lesión. Por ejemplo: suelo o superficie de trabajo, tijeras o herramienta manual de corte, máquina de cortar carne, etc. (Anexo IV de la OM).

La actividad física específica y su agente material asociado describen lo que estaba haciendo la víctima cuando sucedió el accidente. Registra la acción deliberada e intencionada inmediatamente antes del accidente. Esta actividad es muy precisa y dife-

rente del tipo de trabajo, que da una descripción más amplia del trabajo que se estaba realizando. Para determinar la actividad física específica se puede hacer la siguiente pregunta: ¿qué estaba haciendo el accidentado? Por ejemplo, si el accidentado estaba trabajando con una taladradora eléctrica manual se codificará “22 Trabajar con herramientas manuales con motor”. En los siguientes ejemplos se puede ver la diferencia entre tipo de trabajo y actividad física específica: mientras se realizaban trabajos de limpieza (Tipo de trabajo “53 Limpieza de locales...”) la víctima estaba subiendo (Actividad física específica “61 Andar, correr, subir, ...”) por unas escaleras (Agente material de la actividad física específica “02.01 Escaleras”); en la fabricación de una pieza de mobiliario (Tipo de trabajo “11 Producción, transformación, ...”) el accidentado empleaba las manos para levantar (Actividad física específica “51 Levantar manualmente un objeto, ...”) una pieza de madera (Agente material de la actividad física específica “14.12 Cargas manipuladas a mano”). Si una herramienta no se utiliza de la forma prevista por el fabricante, tal como un destornillador empleado en operaciones distintas de atornillar y desatornillar, se codificará uno de los códigos 40 al 49 de la tabla 3 del Anexo II de la OM.

#### CÓDIGOS DE ACTIVIDAD FÍSICA ESPECÍFICA

10	Operaciones con máquinas
20	Trabajos con herramientas manuales
30	Conducir/estar a bordo de un medio de transporte
40	Manipulación de objetos
50	Transporte manual
60	Movimiento
70	Estar presente

#### *Desviación y agente material de la desviación*

La desviación es el suceso anormal que ha interferido negativamente en el proceso normal de ejecución del trabajo y que ha dado lugar a que se produzca u origine el accidente. Es el suceso que desencadena el accidente. Si hubiera una secuencia de sucesos, se registrará la última desviación (la desviación más cercana en el tiempo al contacto que ocasiona la lesión). Por ejemplo: desprendimiento o caída de hierros, caída de herramienta manual de corte, bloqueo de máquina de cortar, etc. (Anexo II, tabla 4 de la OM).

El agente material de la desviación es el instrumento, objeto o agente ligado al suceso (desviación) que ha interferido en el proceso normal de ejecución del trabajo. Si varios agentes materiales estuvieran asociados con la (última) desviación, se registrará el último agente material, es decir, el más cercano en el tiempo al contacto de la lesión. Por ejemplo: carga suspendida de una grúa, herramienta manual de corte, máquina de cortar carne, etc. (Anexo IV de la OM).

La desviación y su agente material asociado describen el suceso anormal que ha dado lugar al accidente. El suceso de la desviación

### CÓDIGOS DE DESVIACIÓN

10	Desviación por problema eléctrico, explosión, fuego
20	Desviación por desbordamiento, vuelco, escape, derrame, vaporización, emanación
30	Rotura, fractura, estallido, resbalón, caída, derrumbamiento de agente material
40	Pérdida (total o parcial) de control de máquinas, medios de transporte – equipo de carga, herramienta manual, objeto, animal -
50	Resbalón o tropezón con caída
60	Movimiento del cuerpo sin esfuerzo físico (en general provoca una lesión externa)
70	Movimiento del cuerpo como consecuencia de o con esfuerzo físico (por lo general provoca una lesión interna)
80	Sorpresa, miedo, violencia, agresión, amenaza, presencia

no describe la causa raíz u originaria del accidente ni las responsabilidades. Debería describir meramente el suceso anormal o el último enlace en una cadena de sucesos anormales. Algunos ejemplos son: el accidentado se cayó (Desviación “51 Caída de una persona desde una altura”) en unas escaleras (Agente material de la desviación “02.01 Escaleras”); el accidentado perdió el control (Desviación “43 Pérdida de control de herramienta manual”) de un destornillador manual (Agente material de la desviación “07.05 Herramientas mecánicas manuales para taladrar, hacer girar, atornillar”). En un desglose más detallado con cuatro grupos o posiciones de dos dígitos cada uno el agente material de la desviación sería: “07.05.02.00 Atornilladora, llave,

remachadora, desatornilladora”). Un accidente ocasionado por un arco eléctrico (incluido el rayo y las descargas electrostáticas) que ocasiona choque eléctrico y quemaduras se codificará con Desviación “11 Problema eléctrico causado por fallo en la instalación que da lugar a un contacto indirecto”. Un accidente ocasionado por un contacto físico con un elemento en tensión se codificará con Desviación “12 Problema eléctrico que da lugar a un contacto directo”.

#### *Forma de contacto o modalidad de la lesión y agente material causante de la lesión*

La forma de contacto o modalidad de la lesión describe el modo en que la víctima ha resultado lesionada (la lesión puede ser tanto física como psicológica) por el agente material que ha provocado dicha lesión. Si hubiera varias formas o contactos, se registrará el que produzca la lesión más grave. Por ejemplo: choque con objeto que cae verticalmente, contacto con herramienta manual cortante, amputación de un dedo, etc. (Anexo II, tabla 5 de la OM).

El agente material causante de la lesión es el objeto, instrumento o agente con el cual la víctima se produjo la/s lesión/es o el modo de lesión psicológica. Si varios agentes materiales hubieran producido la/s lesión/es, se registrará el agente material ligado a la lesión más grave. Por ejemplo: carga suspendida de una grúa, herramienta manual de corte, máquina de cortar carne, etc. (Anexo IV de la OM).

La forma (contacto-modalidad de la lesión) y el agente material asociado describen cómo el accidentado entró en contacto con el agente material causante de la lesión, la forma precisa en la que se lesionó.

Por ejemplo: el accidentado se cayó y se golpeó sobre o contra el suelo: forma de contacto “31 Aplastamiento sobre o contra, resultado de una caída”; agente material causante de la lesión “01.02 Superficies o áreas de circulación al mismo nivel, suelos”.

Si, por ejemplo, el accidentado fue golpeado por la caída de un destornillador, tendremos: forma de contacto “42 Choque o golpe contra un objeto que cae”; agente material causante de la lesión “07.05 Herramientas mecánicas manuales para taladrar, hacer girar, atornillar”. En un desglose más detallado con ocho dígitos sería: “07.05.02.00 Atornilladora, llave, remachadora, desatornilladora”.

En el caso de accidente por contacto con la corriente eléctrica se utilizará el código “11 Contacto indirecto con un arco eléctrico, rayo (pasivo)” cuando el accidentado tenga contacto con un arco eléctrico, siendo el objeto o instalación en tensión el agente material.

En cambio, se utilizará el código “12 Contacto directo con la electricidad, recibir una descarga eléctrica en el cuerpo” cuando el accidentado haya entrado en contacto con un objeto que puede estar normal o anormalmente en tensión y ocasiona el paso de corriente por la víctima. Este criterio engloba los contactos directos e indirectos y sería conveniente desglosarlos ya que las medidas de seguridad son distintas, según se establece en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-24.

Aquellos sucesos tales como los infartos, derrames cerebrales, etc., siempre que tengan lugar dentro de la jornada laboral o itineraria, se registran en este apartado del parte de accidente.

En la bibliografía se incluye la referencia de una guía completa de ayuda a la codificación (“Estadísticas europeas de accidentes de trabajo (EEAT). Metodología”) que incluye otros ejemplos que amplían lo anterior.

#### CÓDIGOS DE FORMA DE CONTACTO

10	Contacto con corriente eléctrica, fuego, temperatura o sustancias peligrosas
20	Ahogamiento, quedar sepultado, quedar envuelto
30	Aplastamiento sobre o contra un objeto inmóvil (el trabajador está en movimiento vertical u horizontal)
40	Choque o golpe contra un objeto en movimiento, colisión con
50	Contacto con “agente material” cortante, punzante, duro, rugoso
60	Quedar atrapado, ser aplastado, sufrir una amputación
70	Sobreesfuerzo físico, trauma psíquico, exposición a radiaciones, ruido, luz o presión
80	Mordeduras, patadas, etc. (de animales o personas)
90	Infartos, derrames cerebrales y otras patologías no traumáticas

- Ubicación de la lesión/Parte del cuerpo lesionada: es la parte del cuerpo humano directamente afectada por la lesión (Anexo II, tabla 6).
- Naturaleza o Descripción de la lesión: es el tipo de lesión física sufrida. Identifica la lesión en función de sus características físicas principales. (Anexo II, tabla 7).

#### Datos asistenciales

### CÓDIGOS DE PARTE DEL CUERPO LESIONADA

- 10 Cabeza, no descrita con más detalle
- 20 Cuello, incluida la columna y las vértebras cervicales
- 30 Espalda, incluida la columna y las vértebras dorsolumbares
- 40 Tronco y órganos, no descritos con más detalle
- 50 Extremidades superiores, no descritos con más detalle
- 60 Extremidades inferiores, no descritos con más detalle
- 70 Todo el cuerpo y múltiples partes, no descritos con más detalle

### CÓDIGOS DE DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN

- 010 Heridas y lesiones superficiales
- 020 Fracturas de huesos
- 030 Dislocaciones, esguinces y torceduras
- 040 Amputaciones traumáticas (pérdida de partes del cuerpo)
- 050 Conmociones y lesiones internas
- 060 Quemaduras, escaldaduras y congelación
- 070 Envenenamientos e infecciones
- 080 Ahogamientos y asfixias
- 090 Efectos del ruido, la vibración y la presión
- 100 Efectos de las temperaturas extremas, la luz y la radiación
- 110 Trauma psíquico, choque traumático
- 120 Lesiones múltiples
- 130 Infartos, derrames cerebrales y otras patologías no traumáticas

EL AGENTE MATERIAL CAUSANTE DE LA LESIÓN Y LA FORMA DE CONTACTO SON LOS DOS ASPECTOS MÁS IMPORTANTES PARA DEFINIR LOS ACCIDENTES

*Observación: Cada código representa un grupo, que se codifica a su vez de forma más detallada.*

*Fuente: Orden TAS/2926/2002, de 19 de noviembre. Códigos del parte oficial de accidentes de trabajo.*

**Ejemplo** Veamos un ejemplo de accidente completo para aplicar una codificación de todos los conceptos anteriores: *En una nave de fabricación y almacenamiento, el conductor de una carretilla elevadora perdió el control de la dirección al golpear con una rueda una pieza de madera mal apilada que sobresalía hacia el pasillo de circulación. La carretilla se salió de él y fue a dar contra un operario que trabajaba con una máquina tupí para madera, causándole la fractura de una pierna entre el tobillo y la rodilla.*

La codificación completa de este accidente se indica en el cuadro de la página siguiente.

## NOTIFICACIÓN INTERNA DE ACCIDENTES

El nuevo parte oficial de accidente de trabajo con baja es mucho más completo que el anterior y registra una mayor información. Para llevar a cabo las actividades preventivas necesarias para combatir con eficacia los riesgos predominantes, se aconseja disponer, paralelamente, de un documento interno de notificación que permita obtener datos complementarios de los accidentes que faciliten la investigación de las causas. Además, es recomendable la

<b>CODIFICACIÓN DEL EJEMPLO DE ACCIDENTE</b>		
<b>FACTOR</b>	<b>CODIFICACIÓN</b>	
Tipo de lugar (Anexo II, tabla 1)	011	Lugar de producción, taller, fábrica
Tipo de trabajo (Anexo II, tabla 2)	11	Producción, transformación, tratamiento de todo tipo
Actividad física específica (Anexo II, tabla 3)	13	Vigilar la máquina, hacer funcionar, conducir la máquina
Agente material de la actividad física específica (Anexo IV)	10.10-12.00	Tupí, espigadora
Desviación (Anexo II, Tabla 4)	42	Pérdida de control de medio de transporte, de equipo de carga (con motor o sin él)
Agente material de la desviación (Anexo IV)	11.04-02.00	Carretillas elevadoras
Forma de contacto (Anexo II, tabla 5)	44	Choque o golpe contra un objeto (incluidos los vehículos) en movimiento
Agente material causante de la lesión (Anexo IV)	11.04-02.00	Carretillas elevadoras
Parte del cuerpo lesionada (Anexo II, tabla 6)	62	Pierna, incluida la rodilla
Descripción de la lesión (Anexo II, tabla 7)	020	Fracturas de huesos

aplicación de un sistema de notificación e investigación interna, por el cual, cuando sucedan accidentes de trabajo sin baja y determinados tipos de incidentes, las personas responsables de las áreas de trabajo afectadas traten de averiguar lo sucedido comunicándolo a quienes deban tener conocimiento de ello como, por ejemplo, la dirección y los órganos de prevención de riesgos laborales de la empresa.

Aunque no sea obligatorio, respecto a la notificación es preciso llevar a cabo la recopilación de incidentes dentro del ámbito de la empresa, en base a la respuesta del nuevo enfoque de la prevención que establece la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

A título orientativo se indica el contenido básico de un formulario para la notificación interna de accidentes e incidentes:

#### 1. Descripción del accidente o incidente

Espacio en el que se pueda explicar de forma narrativa pero sintetizada el accidente o incidente

MEDIANTE LA NOTIFICACIÓN INTERNA DE ACCIDENTES-INCIDENTES SE TRATA DE AVERIGUAR LO SUCEDIDO Y COMUNICARLO A QUIENES DEBAN SABERLO

## 2. Datos de identificación:

- Tiempo del accidente o incidente (hora, día)
- Lugar (ciudad, lugar de trabajo, sección específica, operación o proceso)
- Persona accidentada (nombre, edad, experiencia)
- Testigos y participantes en el accidente o incidente
- Tipo de lugar, tipo de trabajo
- Actividad física específica y agente material de esa actividad
- Desviación y agente material de la desviación
- Forma de contacto del accidente o incidente
- Agente material causante de la lesión o incidente

## 3. Consecuencias del accidente:

- Naturaleza de la pérdida (lesiones personales, daños materiales, interferencias en el proceso, etc.).
- Grado de la lesión (leve, grave, muy grave o mortal).
- Descripción de las lesiones (ejemplo: fracturas).
- Ubicación de la lesión o parte del cuerpo lesionada (ejemplo: manos).
- Coste económico (ejemplo: tiempos perdidos, valoración de los daños materiales).

## 4. Causas del accidente:

- Inmediatas: condiciones materiales del trabajo, factores relativos al ambiente y lugar de trabajo, individuales.
- Básicas: organización del trabajo y gestión de la prevención.

## 5. Medidas preventivas a adoptar:

Es conveniente recoger datos sobre otros posibles factores causales del accidente, aunque su incidencia en el mismo sea indirecta o incierta (fatiga, trabajo nocturno, contrato de trabajo temporal, etc.) por el interés de su tratamiento estadístico.

Dicha notificación interna aporta, además de una serie de datos de interés, información que puede constituir una investigación primaria del accidente, en la que se involucren y participen encargados y jefes de sección.

## **REGISTRO DE ACCIDENTES**

El registro de accidentes es el paso siguiente después de la notificación oficial e interna. Consiste en la recopilación ordenada de los datos proporcionados en el parte de accidente. Esta operación extrae los datos necesarios para efectuar análisis, estudios estadísticos y tratamiento de datos que llevan a determinar los factores que deben corregirse. Permite descubrir los riesgos que predominan y establecer acciones preventivas o correctoras que eviten la repetición de los accidentes - disminución del índice de frecuencia - o minimicen sus consecuencias - disminución del índice de gravedad.



Es necesario, por tanto, que en el ámbito donde se vaya a efectuar este control estadístico se establezcan las normas o procedimientos que precisen los tipos de accidentes que deben registrarse, el camino que debe seguir la información y la responsabilidad en la recogida y tratamiento de los datos recopilados.

En el ámbito de la empresa, de todos los factores mencionados en el apartado de notificación interna, se escogerán aquellos más relevantes para cada empresa, de forma que les facilite orientar las acciones preventivas a su conveniencia. Los distintos factores causales debidamente analizados darán información fehaciente de los problemas organizativos de la empresa y permitirán orientar las acciones de la empresa en cuanto a una buena gestión preventiva. Por otra parte, si relacionamos, para cada uno de los agentes materiales, la forma de contacto del accidente que ocasiona, la naturaleza de la lesión (descripción de la lesión) que produce y la parte del cuerpo que lesiona, se podrán orientar también las medidas de tipo organizativo y, además, las de protección, tanto colectiva como individual, en última instancia.

La forma más simple de registro consiste en archivar los partes de accidente de un período determinado ordenados cronológicamente. Este sistema, sin embargo, no permite sacar conclusiones, por lo que es necesario recurrir a sistemas más elaborados que permitan aprovechar la experiencia de los accidentes ocurridos para obtener información que permita su prevención. El registro de accidentes, además del fin último de su prevención sirve para comparar siniestralidad, identificar causas comunes y como fuente de datos de siniestralidad.

Los documentos recomendados para el registro de los accidentes son los siguientes: hojas de registro (cronológico) de accidentes, tarjetas de registro personal de accidentes, listados cruzados de análisis de accidentes, hoja resumen de accidentes.

*Hojas de registro (cronológico) de accidentes*

Es un impreso preparado con los factores clave de accidente, los factores causales y otros datos de interés en el encabezamiento. Es el registro propiamente dicho y en él se van transcribiendo los

<b>CONCEPTOS CLAVE PARA NOTIFICACIÓN, REGISTRO Y CONTROL DE ACCIDENTES DE TRABAJO</b>	
<b>Descripción del accidente</b>	Forma de contacto de la lesión Agente material de la desviación y de la lesión
<b>Identificación del accidentado y del lugar y momento del accidente</b>	Localización del accidente Datos del accidentado
<b>Consecuencias del accidente</b>	Naturaleza (descripción) de la lesión Ubicación de la lesión (Parte del cuerpo lesionada) Gravedad de las lesiones Daños materiales y costes económicos
<b>Causas</b>	Condiciones materiales del trabajo Factores relativos al ambiente y lugar de trabajo Individuales Organización del trabajo y gestión de la prevención
<b>Prevención</b>	Medidas preventivas: técnicas-materiales, humanas, organizativas Valoración económica de las medidas preventivas

datos de los partes de accidente en orden cronológico. Estas hojas una vez encuadernadas forman un libro de registro de accidentes. En empresas de tamaño mediano y grande es recomendable llevar el registro por secciones o unidades de producción.

#### *Tarjetas de registro personal de accidentes*

Es un documento complementario para registrar la historia individual de los accidentes de cada operario. En el caso de que ciertos operarios tengan accidentes con frecuencia, se debe realizar un estudio más profundo de sus hábitos de trabajo, capacidades, formación, asignaciones de tareas, ambiente de trabajo, instrucciones y supervisión dadas, lo cual puede descubrir factores causales u otras cuestiones que no habían sido consideradas.

#### *Listados cruzados de análisis de accidentes*

Destinados a presentar una tabla de relación entre dos o tres factores clave de accidente. El análisis de estos listados permite sacar conclusiones de gran valor respecto a las causas de accidentes. En particular nos conduce al descubrimiento de riesgos predominantes a los cuales debe prestarse atención prioritaria. Las combinaciones más recomendables de factores clave de accidente para los encabezamientos de estos listados son las siguientes:

- Agente material causante de la lesión - Forma de contacto del accidente: indica las formas de accidentes que ocasionan cada uno de los agentes causantes de lesión que, en consecuencia, deben evitarse.
- Agente material causante de la lesión - Descripción de la lesión: localiza agentes materiales y lesiones que producen.
- Forma de contacto del accidente - Descripción de la lesión: indica cómo ocurren determinadas lesiones.

Se pueden elegir otras combinaciones en que aparezcan los factores causales y que descubrirán causas sobre las que actuar de forma prioritaria.

#### *Hoja resumen de accidentes*

Contiene todos los datos básicos de cada accidente. Es un listado cruzado entre los agentes materiales del accidente y los datos de identificación y causalidad correspondientes a cada accidente.

Los programas informáticos que existen actualmente permiten realizar con facilidad las combinaciones que se desee a partir de los datos codificados, para obtener conclusiones que ayuden a mejorar las políticas preventivas.

MEDIANTE LOS ADECUADOS SISTEMAS DE REGISTRO DE ACCIDENTES PODREMOS ANALIZAR Y TRATAR MEJOR LO SUCEDIDO

MUESTRA DE HOJA DE REGISTRO DE ACCIDENTES										
EMPRESA			CENTRO DE TRABAJO					Periodo		
Fecha	Nombre del accidentado	Sección o Dpto.	LESIÓN		ACCIDENTE		CAUSAS		Observaciones	
			Gravedad	Naturaleza	Ubicación	Agente material	Tipo o forma	Inmediatas		Básicas

## ÍNDICES ESTADÍSTICOS DE SINIESTRALIDAD

La estadística permite obtener conclusiones sobre la evolución de la SINIESTRALIDAD y sirve de base para adoptar las medidas preventivas. También es muy importante como medio de comprobación del grado de eficacia de las medidas implantadas. Con objeto de tener valores comparativos de la siniestralidad, se emplean unos índices que deben calcularse con unos criterios determinados.

A continuación se presentan los índices estadísticos más utilizados y definidos según las recomendaciones de la XVIª Conferencia Internacional de Estadígrafos del Trabajo de la Organización Internacional del Trabajo. También se indican los criterios seguidos en la publicación “Estadísticas de accidentes de trabajo” de la Subdirección General de Estadísticas Sociales y Laborales del Ministerio de Trabajo e Inmigración para que las empresas puedan calcular índices comparativos con las estadísticas oficiales publicadas.

Es un valor que nos indica la siniestralidad que se da en una empresa, fábrica, taller, sector de actividad industrial, etc. para poder llevar a cabo valoraciones comparativas. Representa el número de accidentes ocurridos en un determinado número de horas trabajadas, que se ha convenido establecer en un millón. Por número de horas trabajadas se entiende el total trabajado por un colectivo o plantilla. La expresión utilizada para su cálculo es la siguiente:

### Índice de frecuencia

$$I_f = \frac{\text{N}^\circ \text{ total de accidentes}}{\text{N}^\circ \text{ total de horas trabajadas}} \times 1.000.000$$

Este índice representa el número de accidentes ocurridos por cada millón de horas trabajadas. Para su cálculo se deben contabilizar solamente los accidentes ocurridos mientras existe exposición al riesgo estrictamente laboral. Por tanto, se deberán excluir los accidentes ocurridos en el trayecto de ida y vuelta al trabajo, también llamados accidentes “In Itinere”. Las recaídas tampoco se suman como otro accidente.

Asimismo, dado que el índice de frecuencia nos sirve de módulo para valorar el riesgo, las horas de trabajo consideradas, que figuran en el denominador de la fracción, deben ser las de exposición al riesgo, debiéndose excluir las correspondientes a enfermedades, permisos, vacaciones, etc.

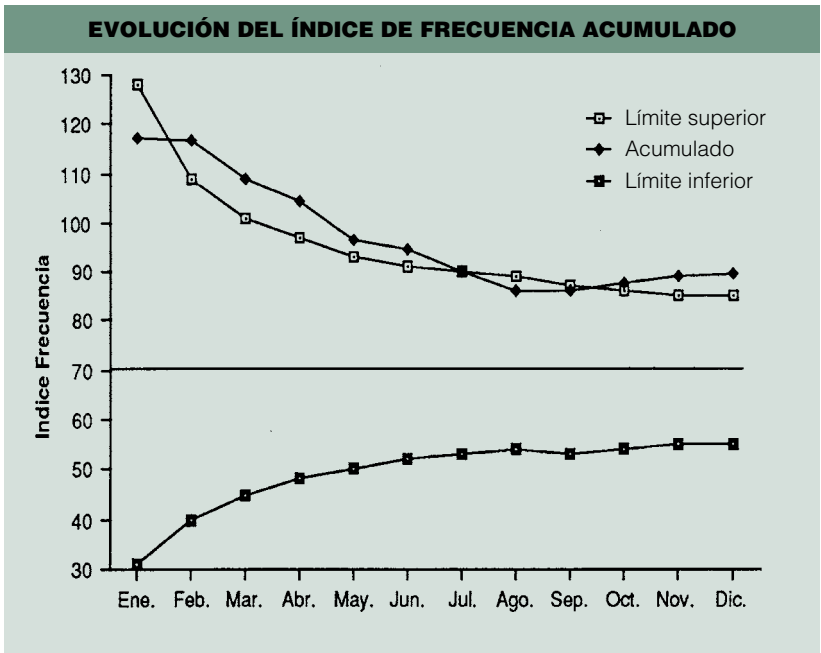
Para contabilizar el número de personas expuestas al riesgo debe tenerse en cuenta que no todo el personal de una empresa está expuesto al mismo riesgo, pudiéndose calcular índices diferenciados para zonas de riesgo homogéneo (talleres, oficinas, etc.).

Se deben separar los accidentes con baja y sin baja, con lo cual se puede calcular un índice de frecuencia de los accidentes con baja y un índice de frecuencia general que incluya a ambos. En las estadísticas oficiales sólo se considera el índice de frecuencia de los accidentes en jornada de trabajo con baja y el número total de horas trabajadas se estima multiplicando los trabajadores expuestos al riesgo (media anual de los trabajadores afiliados a la Seguridad Social (SS) en aquellos regímenes que tienen cubierta de forma específica la contingencia de accidente de trabajo) por el número medio de horas trabajadas anualmente por trabajador.

En estas estadísticas los accidentes en jornada de trabajo con baja incluyen los ocurridos en alguna de las tres situaciones siguientes: en el centro de trabajo habitual, en desplazamiento durante la jornada laboral y en otro centro o lugar de trabajo. Los accidentes de trabajo ocurridos al ir o volver del trabajo (“in itinere”) se contabilizan aparte, de forma que la suma de los accidentes en jornada de trabajo más los “in itinere” dan el total de accidentes de trabajo con baja. También se puede calcular, por separado, un índice de frecuencia referido exclusivamente a accidentes mortales tal como se indica más adelante.

El índice de frecuencia se suele calcular en períodos mensuales y/o anuales. También es útil emplear el índice de frecuencia acumulado anual, en donde mensualmente calculamos el valor del índice acumulando los accidentes ocurridos y las horas trabajadas desde el inicio del año. Evidentemente el índice acumulado de diciembre coincide con el índice de frecuencia anual. En función del número total de horas trabajadas y del índice de frecuencia

esperado para un período anual determinado, se puede trazar una curva que determina los valores límite que no deberían ser superados por el índice acumulado. Es importante que en el análisis comparativo de la evolución de la siniestralidad se tengan en cuenta los valores promedio del sector de actividad al que se pertenece. Se recomienda consultar las Notas Técnicas de Prevención 236/1989 y 593/2001 del INSHT, tituladas “Accidentes de trabajo: control estadístico” y “La gestión integral de los accidentes de trabajo (II): control estadístico” para la ampliación de este tema.



El índice anterior refleja la siniestralidad, sin tener en cuenta la gravedad de las lesiones. Aceptando que la gravedad se puede medir por el número de días de baja, se ha definido el índice de gravedad como las jornadas perdidas (días de trabajo perdidos o jornadas no trabajadas) a consecuencia de los accidentes ocurridos en un determinado número de horas trabajadas por un colectivo de trabajadores. Se ha convenido en que sea mil el número de horas trabajadas. Este índice representa el número de jornadas perdidas por cada mil horas de exposición al riesgo (las trabajadas). La expresión utilizada para su cálculo es la siguiente:

**Índice de gravedad**

$$I_g = \frac{N^{\circ} \text{ total de días perdidos}}{N^{\circ} \text{ total de horas trabajadas}} \times 10^3$$

En las estadísticas oficiales se presenta el índice de gravedad de accidentes en jornada de trabajo con baja, basándose en el número de jornadas naturales perdidas por cada accidentado (diferencia entre la fecha de alta y la de baja). Para los accidentes de los que no se dispone de la correspondiente alta en la fecha de cierre de la estadística se realiza cada año una estimación del número de jornadas no trabajadas basándose en la información disponible. El número de jornadas perdidas o jornadas no trabajadas, que es el mismo, nos da la gravedad médica del accidente y es más fácil de calcular que el de jornadas laborables perdidas, que depende del calendario laboral de cada localidad.

En el ámbito interno de la empresa se podría calcular además el índice de gravedad tomando en consideración las jornadas laborables realmente perdidas, dato fácilmente obtenible, aunque el valor así obtenido no sería comparable con el publicado en las estadísticas oficiales. Normalmente el período de referencia utilizado es el anual.

---

### **Índice de incidencia**

Este índice se define como la relación entre el número de accidentes registrados en un período de tiempo y el promedio de número de personas expuestas al riesgo considerado durante el mismo. Se suele utilizar como período de tiempo un año. La expresión utilizada actualmente para su cálculo es la siguiente:

$$I_1 = \frac{\text{N}^\circ \text{ total de accidentes}}{\text{N}^\circ \text{ medio de personas expuestas}} \times 100.000$$

Este índice representa el número de accidentes por año por cada cien mil personas expuestas. (Este factor, hasta el año 1999 era mil). Se utiliza cuando no se conoce el número de horas trabajadas y el número de personas expuestas al riesgo es variable de un día a otro, en cuyo caso no puede determinarse el índice de frecuencia.

En este índice normalmente se considera el número de accidentes con baja. De forma adicional se puede calcular el índice de incidencia de accidentes mortales tal como se indica más adelante.

En las estadísticas oficiales el numerador se corresponde con los accidentes en jornada de trabajo con baja y el denominador es la media anual de los trabajadores afiliados a la Seguridad Social en aquellos regímenes que tienen cubierta de forma específica la contingencia de accidente de trabajo. Tal como se ha indicado, en las estadísticas oficiales publicadas a partir del año 2000 este índice se calcula por cada cien mil trabajadores, para armonizar con los índices utilizados en el ámbito europeo.

Este índice da idea del tiempo promedio que ha durado cada accidente. Se define como la relación entre las jornadas perdidas y el número de accidentes y se calcula mediante la expresión siguiente:

$$I_{DM} = \frac{\text{Jornadas perdidas}}{\text{Nº de accidentes}}$$

**Índice de duración media**

Las jornadas perdidas se calculan igual que en el índice de gravedad. En las estadísticas oficiales este índice se calcula para los accidentes en jornada de trabajo con baja, aunque se pueden incluir también los sin baja, teniendo en cuenta que, de hacerlo, los resultados no serán comparables con los datos oficiales.

Son índices utilizados para complementar el índice de gravedad ya que en éste no se ha tenido en cuenta la repercusión de los accidentes mortales. Se utilizan dos: el índice de incidencia de accidentes mortales y el índice de frecuencia de accidentes mortales que se calculan con las expresiones siguientes:

**Índices de accidentes mortales**

$$I_{I(mortales)} = \frac{\text{Nº accidentes mortales en jornada de trabajo}}{\text{Nº medio de personas expuestas}} \times 10^5$$

$$I_{F(mortales)} = \frac{\text{Nº accidentes mortales en jornada de trabajo}}{\text{Nº total horas trabajadas}} \times 10^8$$

Es muy importante tener cuidado, al comparar los índices de distintas empresas o países, dado que no suelen ser homogéneos los criterios utilizados para su cálculo, lo que puede inducirnos a error.

Todos estos índices son de gran utilidad, pues marcan las tendencias y la evolución de la siniestralidad. Para ello, se representa gráficamente la evolución mensual de los diferentes índices de siniestralidad del centro de trabajo y de cada una de sus secciones, para verificar, ayudados de un método de control estadístico, si se está dentro de lo previsto o no, y poder tomar decisiones a tiempo.





# Investigación de accidentes

## 4

La investigación de accidentes es una actuación preventiva cuyo punto de arranque es, paradójicamente, la previa existencia de un accidente de trabajo. Esta técnica tiene su razón de ser en un procedimiento de identificación de errores u omisiones de los sistemas de seguridad empleados hasta ese momento que se han mostrado insuficientes o ineficaces para evitar la aparición de un accidente. Su utilización persigue el aprovechamiento de la experiencia que puede deducirse de los fallos o errores sucedidos, en la búsqueda de soluciones para que éstos, a ser posible, no vuelvan a repetirse.

Su importancia radica en la propia objetividad de los datos de un hecho consumado. Un accidente acontecido nos indica la existencia real de un riesgo que, no detectado o infravalorado previamente, conocemos a través de sus consecuencias. El registro de estos casos y su tratamiento estadístico proporcionan datos sobre cómo, dónde, cuándo y cuántos accidentes se producen, pero no informan sobre por qué ocurren (causas de los accidentes).

Es evidente que conocer por qué ocurren los accidentes es el dato de mayor interés para todo técnico prevencionista, pues sólo conociendo las causas del accidente se podrán aplicar las medidas correctoras pertinentes encaminadas a evitar su repetición. Para que la investigación de accidentes sea eficaz, es necesario tener presentes una serie de normas y una metódica, cuyas líneas generales se relacionan a continuación.

La investigación de accidentes se define como “La técnica utilizada para el análisis en profundidad de un accidente laboral acaecido, a fin de conocer el desarrollo de los acontecimientos y determinar por qué ha sucedido”. De esta definición se desprenden cuáles son los objetivos que persigue la investigación de accidentes.

## OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación de accidentes tiene como objetivo inmediato el conocimiento fidedigno de los hechos sucedidos. Se persigue reconstruir la situación que existía cuando sobrevino el accidente, contemplando todos aquellos factores que directa o indirectamente intervinieron y posibilitaron la materialización del accidente, tanto del ámbito de las condiciones materiales y del entorno ambiental, como de los aspectos humanos y organizativos.

AVERIGUANDO LAS CAUSAS DE LOS ACCIDENTES PODREMOS PRIORIZAR ACCIONES PARA EVITARLOS

Ello nos ha de permitir llegar a la deducción rigurosa de las causas que han posibilitado el accidente, es decir, conocer el “por qué” se ha producido. Son también objetivos importantes:

- La eliminación de causas para evitar la repetición de accidentes similares.
- El aprovechamiento de la experiencia adquirida para mejorar la prevención.

## SELECCIÓN DE ACCIDENTES A INVESTIGAR

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL) en su art. 16.3 obliga al empresario a *“investigar los hechos que hayan producido un daño para la salud de los trabajadores, a fin de detectar las causas de estos hechos”*.

De lo anterior se podría deducir que la obligación legal del empresario se extiende a la investigación de todos aquellos accidentes laborales con consecuencias lesivas para las personas; desde una perspectiva tanto preventiva como legal, eso es insuficiente.

Con criterios estrictamente preventivos, la investigación debe extenderse a **TODOS** los accidentes laborales que, independientemente de sus consecuencias, tengan un potencial lesivo para las personas ya que se debe aceptar como premisa indiscutible que, una vez se desencadena la secuencia que tiene como resultado el accidente, las consecuencias del mismo pueden ser, en muchas ocasiones, fruto del propio azar.

Legalmente porque la LPRL obliga al empresario a garantizar la protección eficaz



de sus trabajadores y ello conlleva forzosa-mente identificar las causas que han posibilitado la materialización del incidente, en tanto en cuanto el incidente no es sino la manifestación objetiva e irrefutable de que una situación de riesgo no está suficiente o correctamente controlada. Reforzando la anterior consideración, el art.12.3 de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social (LISOS), que deroga el art. 47.3 de la LPRL, considera infracción grave “... *no llevar a cabo una investigación en caso de producirse daños a la salud de los trabajadores o de tener indicios de que las medidas preventivas son insuficientes*”.

INVESTIGAR LOS ACCIDENTES DE TRABAJO ES OBLIGACIÓN DEL EMPRESARIO

La investigación no sólo de los accidentes con consecuencias lesivas, sino también de aquellos otros con potencial lesivo, es una exigencia de la LPRL y también está en la base de distintos modelos preventivos, como, por ejemplo, el Control Total de Pérdidas de Frank Bird, quien cuantificó la proporción existente entre los accidentes laborales en función de sus consecuencias (600 incidentes por cada 10 accidentes con lesiones) y dedujo la necesidad de controlar este tipo de sucesos si el objetivo de la empresa era identificar los factores de riesgo predominantes. Si los mismos se infravaloran y no se analizan, ello imposibilitará a la empresa para planificar adecuadamente las acciones preventivas pertinentes.

Sólo la investigación de TODOS los accidentes, incluidos aquellos que no hayan ocasionado lesiones a los trabajadores expuestos, es decir, los “accidentes blancos”, permitirá identificar situaciones de riesgo desconocidas o infravaloradas hasta ese momento e implantar medidas correctoras para su control, sin que haya sido necesario esperar a la aparición de consecuencias lesivas para los trabajadores expuestos. Al menos se considera imprescindible investigar todos aquellos incidentes relevantes por su repetición o por la gravedad de sus posibles consecuencias.

## METODOLOGÍA DE ACTUACIÓN

En toda investigación de un accidente se persigue conocer lo más fielmente posible qué circunstancias y situaciones de riesgo se daban para posibilitar su materialización en accidente; con el fin de, a partir del conocimiento de los hechos, proceder a la identificación de las causas del mismo. Para alcanzar tal objetivo, la metodología de investigación a seguir debe ejecutarse en distintas etapas sucesivas. Se contemplan cinco etapas fundamentales: toma de datos, integración de datos, determinación de causas, selección de causas principales y ordenación de causas.

### Toma de datos

Se persigue en esta fase reconstruir “in situ” qué circunstancias dieron lugar a la materialización del accidente. Ello exige recabar todos los datos sobre tipo de accidente, tiempo, lugar, condiciones del agente material o condiciones materiales del puesto de trabajo, métodos de trabajo y otros datos complementarios que se juzguen de interés para describir totalmente el accidente.

Es importante, aunque no imprescindible, que esta tarea la ejecute una persona que tenga un buen conocimiento del trabajo y su forma habitual de ejecución. En la acción que necesariamente debe llevarse a cabo para recabar los datos anteriores hay que tener presentes varios detalles:

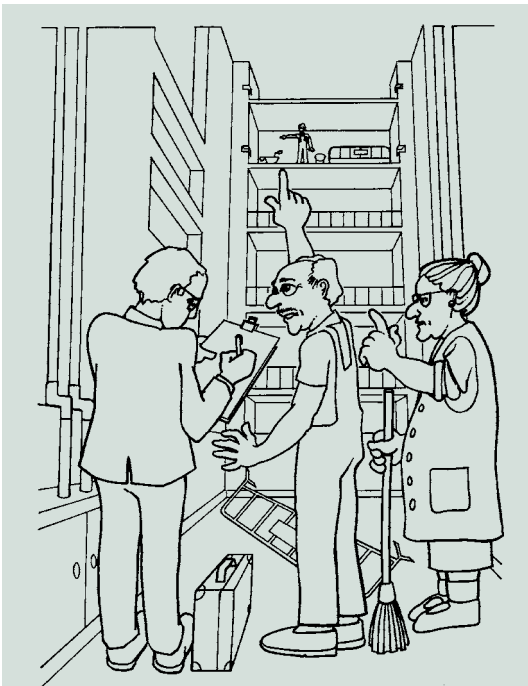
- a) Evitar la búsqueda de responsabilidades. Se buscan causas y no responsable, lo que debe ponerse claramente de manifiesto por el investigador a las personas con las que se entrevista, previamente al inicio de la investigación.
- b) Aceptar solamente hechos probados. Se deben recoger hechos concretos y objetivos y no suposiciones, interpretaciones o juicios de valor.
- c) Evitar hacer juicios de valor durante la toma de datos. Los mismos serían prematuros y podrían condicionar desfavorablemente el desarrollo de la investigación.
- d) Realizar la investigación lo más inmediatamente posible al acontecimiento. Así se garantizará que los datos recabados se ajustan con más fidelidad a la situación existente en el momento

del accidente.

e) En general se debe, preguntar a las distintas personas que puedan aportar datos (accidentado, mando, testigos, ...) de modo individual, a fin de evitar influencias. En una fase avanzada de la investigación puede ser útil reunir a estas personas cuando se precise clarificar versiones no coincidentes.

f) Reconstruir el accidente “in situ”. Para un perfecto conocimiento de lo que ha ocurrido, es importante conocer la disposición de los lugares y la organización del espacio de trabajo.

g) Preocuparse de todos los aspectos que hayan podido intervenir, analizando todas aquellas cuestiones relativas tanto a las condiciones materiales de trabajo (instalaciones, equipos, medios de trabajo, etc.), como a las organizativas (métodos y procedimientos de trabajo, etc.), del comportamiento humano (calificación profesional,



aptitud, formación, etc.) y del entorno medioambiental (limpieza, iluminación, etc.).

Una vez recopilada la máxima información posible sobre el caso, se debe proceder al tratamiento y a la valoración global de la citada información atendiendo a su fiabilidad y ligazón lógica con el contexto total, que permite llegar a la comprensión del desarrollo del accidente. Es decir, se busca respuesta fidedigna a la pregunta: ¿Qué sucedió?

**Integración de datos**

El objetivo de esta etapa es el “análisis de los hechos con el fin de obtener las causas del accidente, como respuesta a la pregunta: ¿Por qué sucedió?”

**Determinación de causas**

En la determinación de causas se deben aplicar los siguientes criterios:

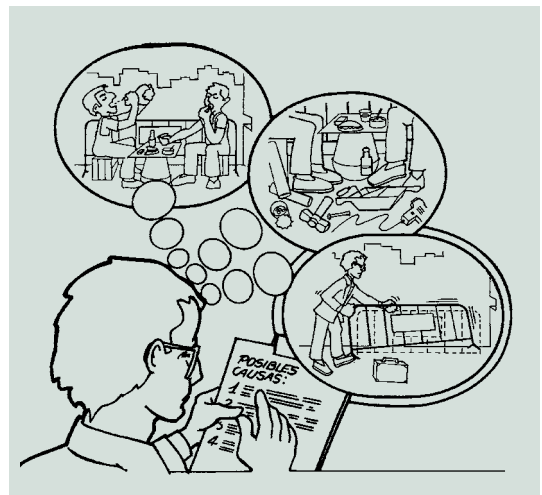
a) Las causas deben ser siempre agentes, hechos o circunstancias realmente existentes en el acontecimiento y nunca los que se supone podían haber existido. De aceptarse como causas las derivadas de mejores métodos de trabajo no utilizados o las debidas a la falta de algo que no existía, se estarían prefijando unas medidas correctoras definidas, cuando las causas se pueden corregir con diversos procedimientos que, de esta manera, quedarían desechados de antemano.

b) Sólo pueden aceptarse como causas los motivos demostrados y nunca los apoyados en meras suposiciones. A ello nos lleva el propio objetivo de la investigación de accidentes que, como se ha dicho, consiste en la determinación fidedigna de las causas reales.

Con el fin de facilitar la obtención de las causas es conveniente analizar las distintas fases del accidente, diferenciando aquellas causas primarias que son origen del accidente, de aquellas causas desencadenantes del accidente y que de alguna forma permiten la lesión.

En la determinación de causas del accidente se debe tener presente que rara vez un accidente se explica por la aparición de una sola o unas pocas causas que lo motiven; más bien al contrario, todos los accidentes tienen varias causas que suelen estar concatenadas entre sí.

Por ello, en la investigación de todo accidente se debe profundizar en el análisis causal, identificando las causas de distinta tipología que intervinieron en su material-



## ANÁLISIS CAUSAL

### Estudiar la posible existencia/incidencia de los distintos factores causales

#### 1. CONDICIONES MATERIALES DE TRABAJO

##### Máquinas

- Órganos móviles alejados del punto de operación accesibles
- Zona de operación desprotegida o insuficientemente protegida
- Sistema de mando incorrecto (arranques intempestivos, anulación de protectores, etc..)
- Inexistencia de elementos o dispositivos de control (indicador nivel, limitador carga, etc..)
- Ausencia alarmas (puesta en marcha máquinas peligrosas, marcha atrás vehículos, etc..)
- Paro de emergencia inexistente, ineficaz o no accesible
- Ausencia de medios para la consignación de la máquina
- Ausencia o deficiencia de protecciones antivuelco (R.O.P.S.) en máquinas automotrices
- Ausencia o deficiencia de cabina de protección contra caída de materiales (F.O.P.S.)
- Otros (Especificarlos)

##### Materiales

- Productos peligrosos no identificados
- Materiales muy pesados en relación con los medios de manipulación utilizados
- Materiales con aristas / perfiles cortantes
- Inestabilidad en almacenamiento por apilado
- Otros (Especificarlos)

##### Instalaciones /Equipos

- Protección frente a contactos eléctricos directos inexistente, insuficiente o defectuosa
- Protección frente a contactos eléctricos indirectos inexistente, insuficiente o defectuosa
- Focos de ignición no controlados
- Inexistencia, insuficiencia o ineficacia de sectorización de áreas de riesgo
- Sistemas de detección incendios-transmisión de alarmas incorrectos
- Instalaciones de extinción de incendios incorrectas
- Otros (Especificarlos)

#### 3. INDIVIDUALES

##### Personales

- Incapacidad física para el trabajo
- Deficiencia física para el puesto
- Otros (Especificarlos)

##### Conocimientos (Aptitud)

- Falta de cualificación para la tarea
- Inexperiencia
- Deficiente asimilación o interpretación de órdenes o instrucciones recibidas
- Otros (Especificarlos)

##### Comportamiento (Actitud)

- Incumplimiento de órdenes expresas de trabajo
- Retirada o anulación de protecciones ó dispositivos de seguridad
- No utilización de equipos de protección individual
- Uso indebido de herramientas ó útiles de trabajo
- Otros (Especificarlos)

##### Fatiga

- Física
- Mental

#### 2. FACTORES RELATIVOS AL AMBIENTE Y LUGAR DE TRABAJO

##### Espacio, accesos y superficies de trabajo y/o de paso

- Aberturas y huecos desprotegidos
- Zonas de trabajo, tránsito y almacenamiento no delimitadas
- Dificultad en el acceso al puesto de trabajo
- Dificultad de movimiento en el puesto de trabajo
- Escaleras inseguras o en mal estado
- Pavimento deficiente o inadecuado (discontinuo, resbaladizo, etc.)
- Vías de evacuación insuficientes o no practicables
- Falta de orden y limpieza
- Otros (Especificarlos)

##### Ambiente de trabajo

- Agresión térmica
- Nivel de ruido ambiental o puntual que provoca enmascaramiento de señales, dificultad de percepción de órdenes verbales, etc...
- Iluminación incorrecta (insuficiente, deslumbramientos, efecto estroboscópico, etc..)
- Nivel de vibración que provoca pérdida de tacto ó fatiga
- Intoxicación aguda por contaminantes químicos
- Infección, alergia o toxicidad por contaminantes biológicos
- Agresiones por seres vivos
- Otros (Especificarlos)

#### 4. ORGANIZACION DEL TRABAJO Y GESTION DE LA PREVENION

##### Tipo y/u organización de la tarea

- Simultaneidad de actividades por el mismo operario
- Extraordinaria / Inhabitual para el operario
- Apremio de tiempo / Ritmo de trabajo elevado
- Monótono / Rutinario
- Aislamiento
- Otros (Especificarlos)

##### Comunicación / Formación

- Formación inexistente o insuficiente sobre proceso o método de trabajo
- Instrucciones inexistentes, confusas, contradictorias o insuficientes
- Carencias de permisos de trabajo para operaciones de riesgo
- Deficiencias en el sistema de comunicación horizontal y /o vertical
- Sistema inadecuado de asignación de tareas
- Método de trabajo inexistente o inadecuado
- Otros (Especificarlos)

##### Defectos de gestión

- Mantenimiento inexistente o inadecuado
- Inexistencia o insuficiencia de tareas de identificación /evaluación riesgos
- Falta de corrección de riesgos ya detectados
- Inexistencia de EPI's necesarios o no ser éstos adecuados
- Productos peligrosos carentes de identificación por etiqueta ó ficha de seguridad
- Intervenciones ante emergencias no previstas
- Otros (Especificarlos)

zación y no considerándolas como hechos independientes, sino que se deben considerar y analizar en su interrelación, ya que tan sólo la interrelación entre ellas es lo que en muchos casos aporta la clave que permite interpretar el accidente acaecido.

A título de ejemplo, en la tabla I se exponen con carácter no exhaustivo distintas tipologías de causas a contemplar por el analista para profundizar en el análisis causal.

LA INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES DEBE FUNDAMENTARSE EN EL PRINCIPIO DE LA MULTICAUSALIDAD

Del análisis precedente surge un número de causas relativamente elevado. Así pues, conviene seleccionar las causas que realmente tienen una participación decisiva en el accidente (causas principales) y diferenciarlas de otras causas que, si bien han incidido en mayor o menor grado en el accidente, no han sido decisivas (causas secundarias).

El objetivo de esta etapa de selección de causas se fija en la obtención de las causas principales del accidente para su eliminación. Para discernir si una causa es principal o no, podemos apoyarnos en los siguientes criterios:

- a) Las causas principales deben ser causas sobre las que pueda actuarse para su eliminación dentro del contexto de posibilidades sociológicas, tecnológicas y económicas. No se puede considerar como causa principal aquella que, aun habiendo podido tener una incidencia importante en el acontecimiento, no presente una posibilidad de actuar sobre ella.
- b) Las causas principales deben ser causas cuya individual eliminación evite el accidente o sus consecuencias en todos o, al menos, en un tanto por ciento elevado de los casos. Por ello, difícilmente las causas humanas podrán ser consideradas como causas principales.

---

### **Selección de causas principales**

Aunque el objetivo primero de la investigación de accidentes es el conocimiento de las causas del mismo, todo proceso de investigación debe concluir en una serie de propuestas que, a criterio del investigador, hubiesen evitado el accidente.

De ahí la importancia de ordenar las distintas causas que posibilitaron la materialización del accidente con el fin de adoptar un orden de prioridades en el establecimiento de las medidas correctoras que se deban tomar, para evitar la aparición de accidentes futuros similares al estudiado y otros en los que intervengan los mismos factores.

Evidentemente, debe actuarse con prioridad sobre el grupo de causas principales, recordando que en teoría es suficiente la ac-

---

### **Ordenación de causas**

ción sobre una de ellas, si bien, para una mayor fiabilidad preventiva, se puede y se debe en muchos casos recurrir a más de una principal (nada lo impide salvo motivos económicos).

Las causas que provocan el desencadenamiento de los sucesos finales, que materializan el accidente, se suelen denominar “causas inmediatas” y, en cambio, las causas que están en el origen del proceso causal se suelen denominar “causas primarias o básicas”. Normalmente estas causas son debidas a errores de diseño o fallos de gestión. Es importante actuar sobre estas causas que están en el origen de muchas de las situaciones anómalas que se producen.

LAS CAUSAS PRIMARIAS O BÁSICAS QUE ESTÁN EN EL ORIGEN DE LOS ACCIDENTES SON DEBIDAS NORMALMENTE A FALLOS DE GESTIÓN

### INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES

Objetivos		Metodologías	
DIRECTOS	DERIVADOS	PROCESO DE DATOS	PROCESO DE CAUSAS
Conocimiento de los hechos	Eliminación de causas para evitar repetición	Recopilación de datos	Determinación de causas
Deducción de las causas productoras	Aprovechar la experiencia para la prevención	Integración de datos	Selección de causas principales
			Ordenamiento de causas

## ¿CÓMO INVESTIGAR ACCIDENTES? ¿QUÉ PROCEDIMIENTO USAR?

No existe un método único de valor universal para la investigación de accidentes. Cualquier método es válido si garantiza el logro de los objetivos que se han enunciado y definido.

Ahora bien, estudiar un accidente cuando se acepta en principio que sus causas pueden ser numerosas, de ámbitos diferentes y además estar interrelacionadas, representa una actividad analítica de cierta complejidad y, por ello, conviene disponer de un método, es decir, de un proceso establecido que defina, o al menos oriente, qué tareas hay que realizar y en qué orden.

La utilización del “método del árbol de causas”, que se apoya en una concepción pluricausal del accidente, es una herramienta de gran ayuda para todo aquel que precise y persiga profundizar



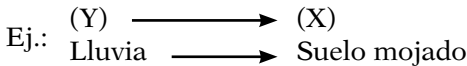
en el análisis causal. El árbol causal es un diagrama que refleja la reconstrucción de la cadena de antecedentes del accidente, indicando las conexiones cronológicas y lógicas existentes entre ellos. En síntesis, el desarrollo del método parte del daño producido o del incidente último que origina la investigación, y a través de la formulación de las siguientes preguntas:

- ¿Qué tuvo que ocurrir para que este hecho se produjera?
- ¿Fue necesario?
- ¿Fue suficiente? En caso negativo, ¿qué otra u otras cosas tuvieron que suceder?

Se buscan los factores que han intervenido, a los que se denomina "antecedentes". Entre todos los hechos detectados con las preguntas anteriores, pueden darse los siguientes tipos de conexiones lógicas: cadena, conjunción, disyunción e independencia.

El hecho (X) tiene sólo un antecedente (Y) y su relación es tal que (X) no se produciría si (Y) no se hubiera producido previamente. Esta relación se representa gráficamente del siguiente modo:

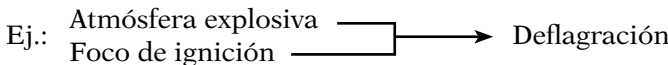
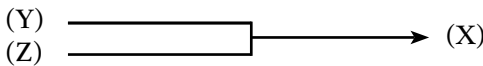
**Cadena**



El hecho (X) no se hubiera producido si el hecho (Y) no se hubiera producido previamente, pero el solo hecho (Y) no provocó el hecho (X), sino que para que el hecho (X) se produjera fue necesario que además del hecho (Y) se produjera el hecho (Z).

**Conjunción**

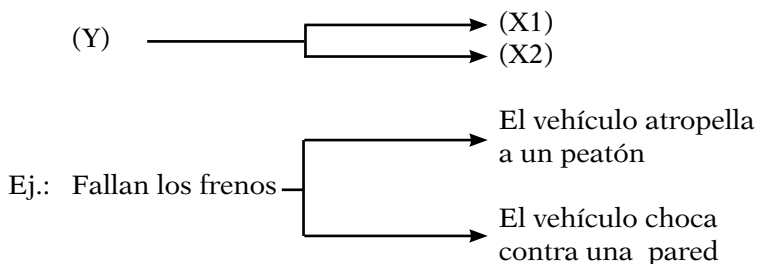
(X) tiene dos antecedentes: (Y) y (Z). Se dice que (Y) y (Z) forman una conjunción que produce (X) y esta relación se representa gráficamente del siguiente modo:



Varios hechos, (X1) y (X2), tienen un único hecho antecedente (Y) y su relación es tal que ni (X1) ni (X2) se producirían si previamente no se hubiera producido (Y). Esta situación en que un único hecho (Y) da lugar a distintas consecuencias, (X1 y (X2), se

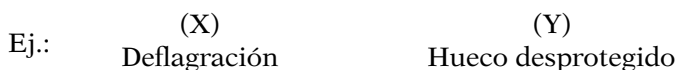
**Disyunción**

dice que constituye una disyunción y esta relación se representa gráficamente del siguiente modo:



**Independencia**

No existe ninguna relación entre el hecho (X) y el hecho (Y) de modo que (X) puede producirse sin que se produzca (Y) y viceversa. Se dice que (X) e (Y) son hechos independientes y en su representación gráfica (X) e (Y) no están relacionados.



Iniciándose en el daño producido, o incidente, el proceso va remontando su búsqueda hasta completar el árbol. Este finaliza cuando:

- a) Se identifican las situaciones primarias que no necesitan de otras anteriores para ser explicadas, es decir, las respuestas no hacen progresar en el conocimiento de los acontecimientos.
- b) Debido a una toma de datos incompleta o incorrecta se desconocen los antecedentes que propiciaron una determinada situación de hecho.

El árbol causal constituye un ordinograma en el que se reflejan gráficamente todos los hechos recogidos y las relaciones existentes entre ellos, facilitando enormemente la detección de causas, incluso aquellas aparentemente ocultas o no directamente ligadas al suceso, y que el proceso metodológico nos ayuda a descubrir y relacionar.

EL ÁRBOL CAUSAL PERMITE INTERRELACIONAR LOS HECHOS Y LAS CAUSAS DE LOS ACCIDENTES, IDENTIFICANDO EN ESPECIAL LAS PRIMARIAS O BÁSICAS

**CASO PRÁCTICO DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTE**

**Descripción del accidente**

En una nave utilizada como almacén para venta al por mayor de material de construcción se procedía a realizar trabajos en una cubierta de fibrocemento que tenía algunas placas con desperfectos. Para realizar estos trabajos, un albañil se encargaba de la re-

paración, con la ayuda de uno de los operarios del almacén; utilizaban un andamio metálico de dos cuerpos con una plataforma de trabajo formada por un solo tablón y fijado el andamio contra una pared.

En la cubierta se encontraban el albañil y el ayudante, el cual se dispuso a bajar para ayudar, desde el interior de la nave, a colocar por debajo una placa translúcida en lugar de una de las deterioradas, una vez que se habían liberado los ganchos de las correas de la estropeada. Cuando caminaba por la cubierta, pisando directamente sobre las placas, una de ellas se partió cayendo el trabajador al interior de la nave desde 6 m de altura y sufriendo traumatismo craneo-encefálico que le ocasionó la muerte.

El operario accidentado, de 51 años, llevaba en la empresa 10 años trabajando como mozo de almacén. Para realizar la operación no se utilizaban equipos de protección individual ni se habían tomado medidas de protección colectiva contra caídas a distinto nivel. Nadie había previsto la necesidad de que hubieran de tomarse precauciones especiales, ya que según manifestó el albañil esta operación se realiza siempre así.

**Datos complementarios**



## DISEÑO E IMPLANTACIÓN DE MEDIDAS

Se ha dicho que la investigación de accidentes tiene como objetivos derivados la eliminación de causas para evitar la repetición de accidentes similares y el aprovechamiento de la experiencia adquirida para mejorar la prevención. Para cumplir con esos objetivos, en el diseño de medidas se han de prever dos niveles de intervención diferenciados:

a) *Medidas correctoras*, entendiendo como tales las medidas encaminadas a evitar la repetición futura de accidentes idénticos o similares. Obviamente este tipo de medidas persigue la eliminación de las causas principales del accidente.

b) *Medidas preventivas*, entendiendo como tales aquéllas encaminadas a mejorar las condiciones de trabajo a través del control de los distintos factores de riesgo.

Toda investigación realizada en profundidad pone en evidencia la existencia de problemas de seguridad de todo tipo (materiales, organizativos, estructurales, ...) que son predominantes en otras situaciones de trabajo, y de su conocimiento se deducen medidas generalizables a conjuntos de situaciones diversas.

### Priorización de medidas

Se ha dicho que rara vez un accidente se explica por la existencia de una sola o unas pocas causas; más bien al contrario, todos los accidentes se explican por una concatenación pluricausal. Correlativamente, rara vez existirá una única medida a tomar para la eliminación de las causas; más bien existirá un abanico de soluciones, entre las que habrá que escoger y elegir las más adecuadas. En la selección de medidas a tomar, se deberán considerar los siguientes criterios, a fin de garantizar la eficacia y operatividad de las mismas:

a) *Estabilidad en la medida*: sus efectos no deben desaparecer ni disminuir con el paso del tiempo.

b) *No desplazamiento del riesgo*: la supresión de un riesgo en un puesto no debe crear otros en éste o en otros puestos.

Toda medida debe tomarse bajo una perspectiva global y, con carácter previo a su implantación, se deben valorar sus repercusiones en los distintos sistemas donde se establece.

c) *Alcance*: toda medida puntual tiene un efecto limitado. Las medidas encaminadas a la corrección de los factores desencadenantes del accidente suelen tender a la su-



presión de los efectos de las situaciones peligrosas sin suprimir las mismas. En cambio, las medidas que apuntan a la corrección de los factores que están en el origen del accidente tienden a suprimir la existencia misma de estas situaciones.

d) *Coste para la empresa*: entre distintas medidas que garanticen un nivel equivalente de eficacia preventiva, es obvio que se implantará aquélla de coste menor. Sin embargo, *nunca* el factor coste irá en menoscabo de la eficacia preventiva de la medida a tomar.

e) *Coste para el operario*: toda medida de prevención que lleva consigo un coste suplementario para el operario (económico, fisiológico, psicológico, etc.) resulta poco eficaz. Se debe evitar toda medida que suponga un incremento de carga física, que robotice el trabajo, que suponga una disminución de la afirmación de la personalidad del trabajador en el trabajo, etc.

f) *Plazo de ejecución*: para evitar la repetición de accidentes, las medidas a implantar deben aplicarse sin demora. Ahora bien, entre las medidas propuestas, algunas son aplicables inmediatamente y otras, por distintos condicionantes, tienen que ser diferidas.

Se deben aplicar con carácter de inmediatez aquellas medidas que garanticen un “control suficiente del riesgo o de sus consecuencias” y planificar, poniendo plazo de ejecución, aquellas medidas “óptimas para el control del riesgo”.

LAS MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR  
HABRÁN DE SER EFECTIVAS, CONTROLANDO SU  
EFICACIA EN EL TIEMPO

La investigación de accidentes quedaría incompleta si no contemplara un seguimiento planificado de las medidas a tomar, considerando un doble aspecto: el control del *cumplimiento de los plazos* de ejecución de las medidas a implantar, en especial cuando se trata de medidas cuya aplicación ha sido diferida en el tiempo, y el control de la *eficacia de todas las medidas implantadas*. Se debe constatar que las medidas tomadas han eliminado el riesgo o, en su defecto, ejercen un control exhaustivo del mismo o, en última instancia, eliminan o limitan la aparición y gravedad de las consecuencias.

### Seguimiento de las medidas

## TIPOS DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES

Es la que se realiza sistemáticamente por la propia línea de trabajo, con el fin de adoptar medidas correctoras del riesgo e informar a la dirección y a los órganos interesados de la empresa (por ejemplo: Servicio de Prevención, Comité de Seguridad y Salud, etc.).

### Investigación en línea

Este tipo de investigación es conveniente que se establezca como metódica normal de actuación en las empresas, involucrando a mandos intermedios y responsables de sección. Su interés radica en que suele aportar, además de un valor didáctico importante, un mayor compromiso en la adopción de soluciones preventivas.

### *Objetivos*

La investigación en línea persigue distintos objetivos que se pueden concretar en: el *conocimiento de las causas* productoras del accidente directamente por las personas implicadas, la *aplicación rápida de medidas preventivas* sobre el riesgo y la *notificación* a la dirección y órganos de prevención sobre los hechos acaecidos y las gestiones realizadas.

### *Ejecución*

La ejecución de esta investigación recae en el mando directo (encargado, jefe de grupo, ...). Ello es así por distintos motivos, entre los que conviene destacar los siguientes: conoce perfectamente el trabajo y su ejecución; conoce estrechamente a los trabajadores por su contacto continuo; presumiblemente será el que aplicará las medidas preventivas; además, por el valor pedagógico y de implicación en la acción preventiva que la actividad genera.

Se debe requerir el asesoramiento y cooperación de especialistas en casos en que se presenten dificultades en la deducción de las causas o surjan dudas razonables sobre la bondad e idoneidad de las medidas preventivas que se deben tomar.

LA INVESTIGACIÓN EN LÍNEA  
ES ALECCIONADORA PARA EL PERSONAL  
CON MANDO

Es conveniente disponer de un procedimiento de esta actividad preventiva para que los mandos directos sepan actuar correctamente, desarrollando las actividades formativa y correctora pertinentes. El empleo de formularios específicos en los que, a modo de guía, se recojan los datos extraídos de la investigación va a ser de gran ayuda para el seguimiento y control de la actividad.

### **Investigación especializada**

Es la realizada por especialistas en materia de prevención de riesgos laborales en la empresa, con el fin de aclarar casos especiales o complejos o no bien definidos en la investigación realizada por "la línea". Es obvio que para llevar a cabo este tipo de investigación se precisa que la empresa disponga de Servicio de Prevención.

### *Ámbito*

Como se ha dicho, la investigación especializada se realiza solamente en casos especiales o complejos, entendiéndose por tales, entre otros, algunos de los supuestos siguientes: accidentes graves o mortales; incidentes o accidentes leves de los que se deduzca una potencialidad lesiva grave o mortal; todos aquellos casos en que lo solicite “la línea”; en los casos dudosos del informe de la línea; en supuestos repetitivos.

### *Ejecución*

La realización de este tipo de investigación es tarea específica del técnico de prevención, asesorado en su caso por especialistas técnicos y acompañado del mando directo y otro personal de línea relacionado con el caso.

Ante la necesidad de profundizar en el análisis causal a fin de obtener de la investigación la mayor y la mejor información posible y ante la complejidad que se ha visto que ello entraña y la mayor dificultad que supone, el ideal recomendable sería que toda investigación fuera realizada por un grupo o equipo en el que estuvieran presentes el técnico de prevención, el mando directo y otro personal de línea relacionado con el caso y con el asesoramiento necesario de especialistas técnicos en la materia que se investigue.

Ante la imposibilidad material de alcanzar en muchos casos ese ideal de investigación y ante la necesidad y obligatoriedad de investigar todos los accidentes, “la línea” debe identificar todas aquellas causas sobre las que sepa y pueda actuar y cuyo control garantice la “no repetición del mismo accidente” y reclamar asesoramiento especializado, sea propio de la empresa o externo, cuando “la línea” se muestre insuficiente o incapaz para deducir las causas del accidente o ejercer un control eficiente del riesgo. En tal sentido los fallos organizativos y de gestión deben ser detectados y resueltos por aquellos mandos que tienen responsabilidad al respecto.





# Evaluación de riesgos y revisiones de seguridad

## 5

La evaluación de riesgos es una actividad básica para poder prevenir daños de una forma eficiente.

La propia Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL) exige a todas las empresas la evaluación inicial de los riesgos inherentes al trabajo como medio para conocer las condiciones de seguridad y salud de los puestos de trabajo y, en su caso, decidir articular un conjunto coherente y globalizador de medidas de acción preventiva adecuadas a la naturaleza de los riesgos detectados.

Esto significa que la evaluación de riesgos es el punto de partida para la planificación preventiva. El art. 16 de la LPRL, en su punto 1, establece que la acción preventiva de la empresa se planificará a partir de la evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores. Por ello, fruto de la evaluación se han de establecer las prioridades en las acciones a realizar y los responsables de llevarlas a término y de comprobar el grado de eficacia de las mismas.

LA EVALUACIÓN DE RIESGOS NO ES UN FIN, ES UN MEDIO PARA LLEVAR A CABO LA PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA

## ASPECTOS GENERALES

Es preciso distinguir entre el análisis del trabajo y la evaluación de riesgos. El análisis del trabajo adopta un enfoque amplio y se centra en la introducción de cualquier tipo de mejoras en una situación laboral, abarcando aspectos diversos y con finalidades específicas, por ejemplo: mejorar la calidad y la eficiencia del trabajo realizado, simplificar tareas, etc. La evaluación de riesgos, por otra

parte, tiene un significado más específico. La principal diferencia es que persigue minimizar y controlar los posibles daños derivados del trabajo a partir de una valoración de los riesgos laborales, es decir, evalúa la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo.

Según define el Reglamento de los Servicios de Prevención (RD 39/1997), la evaluación de riesgos es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre qué tipo de medidas deben adoptarse.

Para la puesta en marcha de una evaluación inicial de riesgos se requiere planificar debidamente tal actividad y poner los medios materiales y humanos necesarios para llevarla a término. Es preciso cubrir aspectos tales como:

- Objetivos y resultados que se desean obtener
- Dotación de medios necesarios
- Personas responsables de realizarla
- Participación de los trabajadores y de sus representantes
- Alcance y materias de la evaluación. Puestos de trabajo, tareas y nivel de profundización requerido
- Definición de criterios y metodologías más convenientes a aplicar
- Planificación de la actividad y procedimiento a seguir
- Seguimiento y control

Aparte de la evaluación inicial, deberán efectuarse evaluaciones posteriores en los puestos de trabajo cuando se vean afectados, tal como establece el Reglamento de los Servicios de Prevención en su art. 4, por los siguientes motivos:

- a/ La elección de equipos de trabajo, sustancias o preparados químicos, la introducción de nuevas tecnologías o la modificación en el acondicionamiento de los lugares de trabajo.
- b/ El cambio en las condiciones de trabajo.
- c/ La incorporación de un trabajador cuyas características personales o estado biológico conocido lo hagan especialmente sensible a las condiciones del puesto.

En todo caso es conveniente que periódicamente se revisen las condiciones de trabajo, ya que la propia dinámica empresarial conlleva que paulatinamente se produzcan pequeños cambios,

aparentemente sin importancia, pero que pueden en su conjunto ir alterando sustancialmente las condiciones iniciales. El art. 6 del Reglamento de los Servicios de Prevención indica que la evaluación inicial deberá revisarse cuando se hayan detectado daños

LA EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS  
DEBE PERMITIR MINIMIZAR Y CONTROLAR  
AQUELLOS RIESGOS QUE NO HAN PODIDO SER  
ELIMINADOS

a la salud de los trabajadores o se haya apreciado a través de los controles periódicos, incluidos los relativos a la vigilancia de la salud, que las actividades de prevención pueden ser inadecuadas o insuficientes.

La evaluación de riesgos se realizará mediante la intervención de personal competente, tal como establece el Reglamento de los Servicios de Prevención en su art. 4.3. Las personas que realicen la evaluación deberán ser conocedoras del proceso productivo, de las diferentes tareas que se realizan y de los factores de riesgo que ellas entrañan, así como de las medidas de prevención para evitarlos. El Reglamento de los Servicios de Prevención, en función del tipo de riesgos y la necesidad o no de efectuar mediciones, establece en su Capítulo VI el nivel de cualificación requerido sobre prevención (básico, intermedio, superior).

En función del nivel de profundidad que se pretenda en la evaluación, deberá recurrirse a especialistas. En todo caso es importante que en esta actividad participen también personas que estén afectadas directamente por los riesgos, ya que su aportación y su experiencia pueden ser determinantes. No olvidemos que los trabajadores son los que mejor conocen las condiciones en las que realizan su trabajo.

La importancia de la evaluación de riesgos se acentúa en el artículo 2 del Reglamento de los Servicios de Prevención tras la modificación introducida por el RD 604/2006, al indicar que “Los instrumentos esenciales para la gestión y aplicación del Plan de prevención de riesgos laborales son la evaluación de riesgos y la planificación de la actividad preventiva, que el empresario deberá realizar en la forma que se determina en el artículo 16 de la LPRL”.

LA EVALUACIÓN DE RIESGOS DEBE SER  
REALIZADA POR PERSONAL CUALIFICADO EN  
LA MATERIA

La metodología a seguir en la evaluación de riesgos dependerá de la complejidad de los equipos y procesos y de los objetivos concretos de la evaluación. En todo caso es siempre recomendable empezar con métodos sencillos y globales que permitan un acercamiento gradual a la realidad que hay que medir y controlar, permitiendo además resolver con facilidad anomalías detectadas.

El análisis documental e histórico de daños acaecidos es la mejor base de partida. Igualmente lo es el análisis comparativo a partir de la verificación del cumplimiento de reglamentaciones y normas, de las instrucciones de uso y mantenimiento de fabricantes de equipos, de los procedimientos de trabajo existentes y de las buenas prácticas laborales.

Hay que tener en cuenta que, con métodos sencillos, se facilita que el propio personal afectado por los diferentes factores de ries-

---

## Metodología a aplicar

go pueda disponer de medios para su identificación, tomar conciencia de su importancia y actuar en consecuencia.

Normalmente con métodos globales de evaluación se puede definir con mayor facilidad el perfil de los puestos de trabajo de una empresa ante los diferentes tipos de riesgos previsible, por ejemplo: las condiciones materiales de seguridad frente a los accidentes, las condiciones medioambientales frente a las enfermedades profesionales, las condiciones ergonómicas frente a la fatiga física y mental y la organización del trabajo frente a la insatisfacción.

Además, tales métodos permiten detectar y solucionar muchos problemas de frecuente existencia, y de esta forma encauzan la aplicación de métodos más precisos, pero también más complejos, para situaciones que así lo requieran, ya sea porque la reglamentación lo establezca o por necesidad de profundizar en el análisis, fundamentalmente cuando las consecuencias de los accidentes pueden ser muy graves.

CON MÉTODOS SENCILLOS DE EVALUACIÓN SE FACILITA EL CONOCIMIENTO GENERAL DE LA SITUACIÓN Y LA ELIMINACIÓN DE FACTORES DE RIESGO, PARA PROFUNDIZAR LUEGO EN LOS ASPECTOS QUE LO REQUIERAN

Las guías del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo y de los organismos competentes de las comunidades autónomas, así como de las mutuas de accidentes de trabajo, organizaciones sindicales, etc., pueden ayudar en gran medida en la aplicación de sistemas de evaluación, desde los análisis preliminares más globales a los análisis de riesgos específicos, propios de especialistas.

La evaluación de riesgos realizada en equipo por personas cualificadas, aplicando una metodología reconocida institucionalmente, garantizará la fiabilidad de sus resultados. Debería realizarse cubriendo una serie de etapas a fin de garantizar la calidad de la misma.

La primera de estas etapas es la identificación de los potenciales factores de riesgo, las circunstancias en que éstos aparecen, así como la identificación de los trabajadores expuestos. La siguiente etapa es la valoración de los riesgos con criterios técnicos de referencia, lo que permitirá la categorización tanto de los riesgos existentes como de los potenciales de la actividad y proporcionará finalmente la base para la adopción de las medidas de acción preventiva más oportunas.

Según indica el art. 3 del Reglamento de los Servicios de Prevención, cuando de la evaluación realizada resulte necesaria la adopción de medidas preventivas, deberán ponerse claramente de manifiesto las situaciones en que sea necesario:

- a/ Eliminar o reducir el riesgo, mediante medidas de prevención en el origen, organizativas, de protección colectiva, de protección individual o de formación e información de los trabajadores.
- b/ Controlar periódicamente las condiciones, la organización

y los métodos de trabajo y el estado de salud de los trabajadores.

Asimismo, el artículo 8 del mismo RD establece la necesidad de planificación de la actividad preventiva, para eliminar o reducir y controlar los riesgos. Es importante que las medidas preventivas a adoptar ante cualquier riesgo contemplen no sólo los aspectos materiales de seguridad, sino también los aspectos relativos a la información y formación de los trabajadores y a los aspectos organizativos y de control encaminados a garantizar que las medidas preventivas sean eficaces en el tiempo.

Estas medidas se priorizarán según la magnitud de los riesgos así como el número de trabajadores afectados en cada caso, y teniendo en cuenta los requisitos y plazos legales que puedan determinar disposiciones normativas específicas, la efectividad y coste de las posibles medidas y los principios de la acción preventiva recogidos en el art. 15 de la LPRL.

La planificación debe realizarse para un periodo determinado y se desarrollará a través de programas anuales cuando éste sea superior a un año. Para cada actividad y medida preventiva a adoptar, se incluirá los medios humanos y materiales necesarios, así como la asignación de los recursos económicos precisos para la consecución de los objetivos propuestos.

En todas las actividades y medidas preventivas adoptadas se verificará el cumplimiento de su correspondiente ejecución, así como la efectividad de su implantación, a través de un análisis y seguimiento de los resultados logrados, los cuales podrán evidenciar la necesidad de adoptar otras medidas o de revisar la evaluación, los procedimientos del sistema, etc.

## EVALUACIÓN DEL RIESGO DE ACCIDENTE

El accidente de trabajo viene generado por el desencadenamiento de una serie de sucesos que acontecen ante unas determinadas circunstancias por la existencia de determinados factores de riesgo. Se puede denominar factor de riesgo a “todo objeto, sustancia, forma de energía o característica de la organización del trabajo que puede contribuir a provocar un accidente de trabajo o agravar las consecuencias del mismo”.

El riesgo de accidente viene determinado por dos conceptos clave: los daños que éste puede ocasionar y la probabilidad de materializarse. Ambos conceptos son difíciles de valorar de una forma precisa, pero existen técnicas que permiten hacerlo con bastante eficacia.

Cada accidente se produce por una serie

EVALUAR UN RIESGO DE ACCIDENTE ES  
ESTIMAR LA GRAVEDAD DE LO QUE PUEDA  
ACONTECER Y SU PROBABILIDAD DE  
MATERIALIZARSE

de causas concatenadas, e incluso se puede afirmar que ante determinados factores de riesgo los resultados esperables son diferentes ya que pueden combinarse de varias maneras. Así, por ejemplo, en un trasvase inseguro de un producto corrosivo pueden producirse proyecciones en los ojos de graves consecuencias o quemaduras en las manos de diferente gravedad o ambas cosas a la vez. Cada uno de estos accidentes puede tener diferentes consecuencias y cada una de éstas, tener diferente probabilidad de materializarse.

Por tanto, en la evaluación habrá primero que definir si lo que pretendemos es analizar una determinada consecuencia de accidente, por ejemplo la que tiene mayor probabilidad de materializarse, o la consecuencia más grave que puede producirse, que se considera preciso averiguar aunque su probabilidad de acontecimiento sea menor, o en último término analizar todos los posibles accidentes que pueden generarse de una determinada situación. En este último caso, el riesgo de accidente se obtendría mediante la suma de los productos de las diferentes consecuencias previsibles y sus correspondientes probabilidades de acontecimiento. O sea:

$$\text{Riesgo de accidente} = \sum P_i C_i$$

Siendo:

$C_i$  = consecuencia final de un determinado proceso accidental

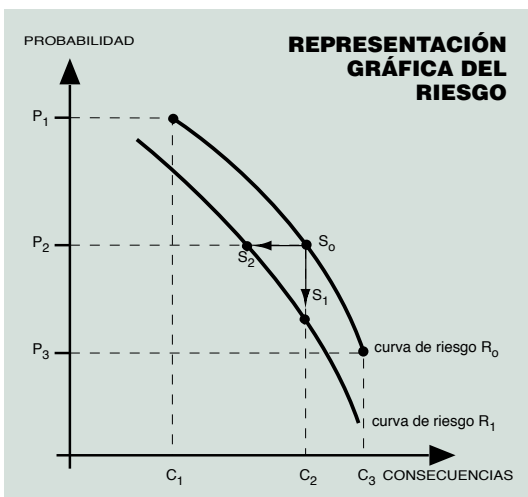
$P_i$  = probabilidad de acontecimiento de tal consecuencia final de accidente

En la gráfica 1, cuyo eje de abscisas indica la variación de las consecuencias de posibles accidentes y el eje de ordenadas el de sus probabilidades, se ha representado la situación de riesgo  $R_0$ , obtenida en este caso por tres puntos de diferentes coordenadas, derivado ello de las tres posibles consecuencias indeseables. Por

tanto, la estimación del riesgo total ante esta situación, como se ha dicho, sería la adición de los tres productos  $P_1 C_1$ ,  $P_2 C_2$  y  $P_3 C_3$ .

Para reducir el riesgo  $R_0$  a una nueva situación de riesgo menor  $R_1$ , se adoptarán fundamentalmente medidas preventivas que disminuyan la probabilidad del accidente, pasando del punto  $S_0$  al  $S_1$ , aunque también, mediante medidas de protección encaminadas a reducir las consecuencias del posible accidente, se podría pasar del punto  $S_0$  al punto  $S_2$ .

Ante peligros convencionales derivados de una operación, en la que la relación causa-efecto es elemental y el proceso se-



cuencial del accidente es relativamente corto, se suelen aplicar sistemas de valoración simplificados, estudiando las consecuencias que tienen una mayor probabilidad. Las estadísticas de accidentes similares acaecidos en la propia empresa o en el sector de actividad pueden facilitar la estimación de su probabilidad.

En instalaciones de proceso, la propia complejidad de variables, tanto del propio proceso como de la instalación, y la diversidad de posibles fallos y errores que pueden producirse determina que se haya de recurrir a métodos de evaluación complejos como los árboles de sucesos y árboles de fallos con el objetivo de reproducir las posibles vías secuenciales de accidentes y llegar en último término a estimar la probabilidad de determinados sucesos indeseados intermedios o finales (accidentes), generalmente de graves consecuencias. Ello habrá de ser posible si, además de conocer la interrelación de causas o fallos básicos que provocan el accidente, averiguamos sus correspondientes probabilidades de acontecimiento.

Si un accidente sucede, por ejemplo, si acontecen tres fallos ( $f_1$ ,  $f_2$  y  $f_3$ ) simultáneamente, de probabilidades  $P_1$ ,  $P_2$  y  $P_3$ , respectivamente, la probabilidad de tal accidente será el producto de las tres probabilidades.

$$\begin{aligned} f_1, f_2 \text{ y } f_3 &= \text{Accidente} \\ P_1 \times P_2 \times P_3 &= P_{\text{Accidente}} \end{aligned}$$

Por razones de eficacia, en la actuación preventiva habrá que seleccionar aquellas causas cuya simple eliminación garantice que el accidente no se produzca. De este modo, si una cualquiera de las causas anteriores, por ejemplo la  $f_2$ , es eliminada completamente, su correspondiente probabilidad  $P_2$  será cero. Entonces el producto de las tres probabilidades seguirá siendo cero y el accidente no se producirá.

Hay que tener en cuenta, además, que para que suceda lo que legalmente se considera accidente de trabajo, o sea, lesión corporal, es necesario considerar la posibilidad de que el trabajador esté expuesto al acontecimiento indeseado que puede provocar tal daño. Es decir, la probabilidad de que un trabajador sufra una intoxicación aguda, ante una fuga de gas tóxico, se obtendrá considerando la probabilidad de dicha fuga y la probabilidad de que el trabajador se encuentre expuesto a la misma durante un cierto tiempo. Además, para estimar las consecuencias de inhalar un gas tóxico habrá que conocer la dosis de posible inhalación, o sea, la concentración de gas en el ambiente que la fuga pueda provocar y el tiempo durante el que éste pueda ser respirado.

Aunque todos los riesgos pueden ser evaluados y reducidos si se emplean los suficientes recursos (personas, dedicación, material, etc.), éstos son siempre limitados. Por ello, en función del rigor

científico y de la necesidad de profundización en el análisis, condicionado ello a los tipos de riesgos previsible y su importancia, optaremos por métodos más simplificados o más complejos. Los primeros sirven para tener un conocimiento general de la situación y son especialmente útiles ante riesgos convencionales en los que la relación causa-efecto es clara e inmediata, por ejemplo, el análisis de una posible caída al mismo nivel ante materiales que obstruyan una zona de paso. En cambio, los métodos complejos son útiles cuando se requiere un mayor nivel de profundización o la interrelación o concatenación entre los factores de riesgo no es tan evidente a simple vista.

Por otra parte, hay que tener en cuenta la posible legislación específica que imponga determinados métodos de evaluación. Así, por ejemplo, la legislación sobre seguridad industrial establece procedimientos específicos para la evaluación y el control de determinadas instalaciones (instalaciones y equipos eléctricos, aparatos a presión, etc.) o determinadas situaciones de riesgo (reglamentación sobre prevención de accidentes graves de origen químico) y algunas legislaciones de seguridad y salud en el trabajo establecen un procedimiento de evaluación o regulan las condiciones que han de cumplir los locales, equipos, etc., o bien los procedimientos de utilización. Cuando no exista legislación específica para la evaluación de riesgos pero estén establecidas normas o guías de reconocido prestigio, es conveniente tenerlas en cuenta.

## MÉTODOS DE EVALUACIÓN

Los métodos de evaluación de riesgos de accidente se pueden clasificar en tres grandes grupos en función del nivel de precisión en la cuantificación del riesgo. En el primero están los métodos *cualitativos*, que fundamentalmente ayudan a identificar lo que puede suceder cuando los factores de riesgo se materialicen, así como las causas que los originan. Aunque estos métodos no se plantean la estimación precisa de la magnitud de las consecuencias y su probabilidad de acontecimiento, siempre es necesario al menos considerar un nivel orientativo de ambos conceptos que, como se ha dicho, son claves para definir el riesgo, su importancia y con ello poder priorizar las actuaciones. Dentro de este grupo podrían incluirse los métodos simplificados que clasifican las consecuencias del posible accidente y su probabilidad de materialización en tres niveles (alto, medio y bajo).

El segundo grupo de métodos son los *semicuantitativos*. Se basan en un sistema de índices sobre las situaciones analizadas, con los que también poder clasificar los potenciales riesgos y establecer un plan de actuación. Mediante un sistema de puntos asig-



MUESTRA DE ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS DE ACCIDENTE				
PUESTO DE TRABAJO: REACTOR QUÍMICO DE RESINAS				
OPERACIÓN	RIESGO	CONSECUENCIAS	CAUSAS	PREVENCIÓN
Acceso a plataforma de trabajo	Caída a distinto nivel en escalera de servicio	Lesiones incapacitantes	Peldaños metálicos deteriorados	Sustituir peldaños deteriorados por nuevos
Adición manual de sólidos al reactor	Inhalación súbita de vapores tóxicos	Intoxicación aguda	Apertura de la boca del reactor durante proceso químico a elevada temperatura, sin funcionar extracción localizada de aire	Instalar sistema de conexión automática del ventilador al abrir la boca del reactor

dados a diferentes factores de riesgo previsible en una posible situación de riesgo, se permite obtener un nivel de riesgo. Normalmente en tales métodos se aplican cuestionarios de chequeo que facilitan la identificación de los factores de riesgo existentes y su importancia. Algunos métodos específicos, no generalistas, de aplicación en diversos sistemas técnicos, pueden ser considerados como semicuantitativos, tales como los que se aplican para la evaluación del riesgo de incendio: Riesgo intrínseco, Índice Dow, Método Gretener, y la metodología de Índices de Riesgo de Procesos Químicos, del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

LOS MÉTODOS CUANTITATIVOS DE EVALUACIÓN PERMITEN ESTIMAR CON MAYOR PRECISIÓN LA PROBABILIDAD DE LOS SUCESOS INDESEADOS

El tercer grupo son los métodos *cuantitativos*, considerados también como métodos más complejos, a los cuales se debe recu-

MUESTRA DE ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGOS DE ACCIDENTE	
PUESTO DE TRABAJO	Fileteador manual de pescado de industria procesadora
RIESGO	Cortes en manos con cuchillos en operación de fileteado
DAÑOS NORMALMENTE PRODUCIDOS	Heridas cortantes/lesiones con baja
ACCIDENTES PRODUCIDOS EN LOS ÚLTIMOS CINCO AÑOS.....	182
TRABAJADORES EXPUESTOS.....	50
RIESGO CUANTIFICADO .....	0,728
Cortes incapacitantes/año y trabajador	

rrir cuando las consecuencias de los accidentes puedan ser graves y no sea evidente la interrelación e importancia de los posibles factores de riesgo. Estos métodos nos van a ayudar a estimar la probabilidad de acontecimiento de los sucesos tanto iniciadores como desencadenantes que en último término provocan el accidente. Todo ello con la finalidad de verificar si las medidas preventivas adoptadas son suficientes o es necesario introducir ciertas correcciones o mejoras. En una palabra, garantizar la fiabilidad necesaria de las medidas preventivas adoptadas.

La elección de un método u otro dependerá del objetivo de la evaluación, del tipo de riesgo o situación a analizar y del nivel de profundización requerido. En todo caso cabe decir que los diferentes métodos suelen ser complementarios y no excluyentes.

### Métodos simplificados de evaluación de riesgos

A fin de clasificar los riesgos de accidente en función de su importancia y de objetivar resultados, es recomendable, ante cualquier peligro o conjunto de peligros previsiblemente asociados, establecer varios niveles tanto en la valoración del propio daño como en la valoración de su probabilidad de acontecimiento.

Mediante una clasificación de tres niveles de tales conceptos, asumible subjetivamente pero con aceptable rigor siempre que las personas que se responsabilicen de la evaluación hayan sido adiestradas en ello, se podrá obtener un ordenamiento y clasificación

NIVELES DE RIESGO			
CONSECUENCIAS			
PROBABILIDAD	Ligeramente dañino	Dañino	Extremadamente dañino
Baja	Riesgo trivial	Riesgo tolerable	Riesgo moderado
Media	Riesgo tolerable	Riesgo moderado	Riesgo importante
Alta	Riesgo moderado	Riesgo importante	Riesgo intolerable

CONSECUENCIAS			
<b>Ligeramente dañino:</b> Daños superficiales: cortes y magulladuras pequeñas, irritación de los ojos por polvo. Molestias e irritación, por ejemplo por discomfort.			
<b>Dañino:</b> Quemaduras, laceraciones, torceduras importantes, fracturas menores, enfermedad que conduce a una incapacidad menor.			
<b>Extremadamente dañino:</b> Amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones fatales o enfermedades que acorten severamente la vida.			
PROBABILIDAD			
<b>Baja:</b>	El daño ocurrirá raras veces.		
<b>Media:</b>	El daño ocurrirá en algunas ocasiones.		
<b>Alta:</b>	El daño ocurrirá siempre o frecuentemente.		

RIESGO, ACCIÓN Y TEMPORIZACIÓN	
RIESGO	ACCIÓN Y TEMPORIZACIÓN
Trivial	No se requiere acción específica
Tolerable	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, deben considerarse soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Intolerable	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

de los riesgos en cuestión y, consecuentemente, fijar unas prioridades para acordar un programa de actuación.

El método desarrollado en la NTP-330 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo establece los criterios de clasificación tanto de los daños derivados del accidente como de sus probabilidades. De su interrelación se derivan las diferentes situaciones de riesgo para priorizar la aplicación de medidas correctoras. Tal como se ha expuesto anteriormente, deberían establecerse los diferentes tipos de medidas preventivas para cada uno de los riesgos evaluados. La mayoría de autoridades en materia laboral de las comunidades autónomas han desarrollado metodologías similares.

### *El método Fine*

Cabe reseñar un método histórico de evaluación de riesgos de accidente de amplia difusión en nuestro país, del que fue autor el norteamericano William Fine. Dicho método permite estimar el nivel de riesgo en función de tres factores clave: las *consecuencias* de un posible accidente, que se definen como los resultados más probables de un accidente, debido al riesgo que se considera, incluyendo desgracias personales y daños materiales; la *exposición* a la causa básica, que es la frecuencia con que se presenta la situación de riesgo, siendo tal el primer acontecimiento indeseado que iniciaría la secuencia del accidente; y la *probabilidad* de que, una vez presentada la situación de riesgo, los acontecimientos de

**EVALUACIÓN DE RIESGOS**

Localización:.....

Evaluación:  Inicial  Periódica

Actividad / Puesto de trabajo:.....

Fecha evaluación: .....

Nº de trabajadores: .....(Adjuntar relación nominal)

Fecha última evaluación:.....

Peligro identificado	Probabilidad			Consecuencias			Estimación de riesgo				
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	I	IN
1.-											
2.-											
3.-											
4.-											

Para los riesgos estimados M, I, IN y utilizando el mismo número de identificación de peligro, completar la tabla:

Peligro Nº	Medidas de control	Procedimiento de trabajo	Información	Formación	¿Riesgo controlado?	
					Sí	No

Si el riesgo no está controlado, completar la siguiente tabla:

**PLAN DE ACCIÓN**

Peligro Nº	Acción requerida	Responsable	Fecha finalización	Comprobación eficacia de la acción (Firma y fecha)

Evaluación realizada por: ..... Firma: ..... Fecha:.....

Plan de acción realizado por:..... Firma: ..... Fecha:.....

Fecha próxima evaluación: .....

<b>MÉTODO FINE</b>		
Grado de peligrosidad = Consecuencias x Exposición x Probabilidad		
<b>CONSECUENCIAS</b>		
Grado de severidad de las consecuencias		Valoración
Catástrofe: numerosas muertes; grandes daños (por encima de 1.150.000 euros*)		100
Varias muertes; daños desde 575.000 a 1.150.000 euros*		50
Muerte; daños de 115.000 a 575.000 euros*		25
Lesiones extremadamente graves (amputación, invalidez permanente); daños de 1.150 a 115.000 euros*		15
Lesiones con baja; daños hasta 1.150 euros*		5
Pequeñas heridas, contusiones, golpes, pequeños daños		1
<b>EXPOSICIÓN</b>		
La situación de riesgo ocurre:		Valoración
Continuamente (o muchas veces al día)		10
Frecuentemente (aproximadamente una vez por día)		6
Ocasionalmente (de una vez por semana a una vez al mes)		3
Irregularmente (de una vez al mes a una vez al año)		2
Raramente (se ha sabido que ocurre)		1
Remotamente posible (no se sabe que haya ocurrido pero se considera remotamente posible)		0,5
<b>PROBABILIDAD</b>		
La secuencia del accidente, incluyendo las consecuencias:		Valoración
Es el resultado "más probable y esperado" si se presenta la situación de riesgo		10
Es completamente posible; no sería nada extraño; tiene una probabilidad del 50%		6
Sería una secuencia o coincidencia rara		3
Sería una coincidencia remotamente posible. Se sabe que ha ocurrido		1
Extremadamente remota pero concebible. No ha sucedido nunca en muchos años de exposición		0,5
Secuencia o coincidencia prácticamente imposible; posibilidad "uno en un millón". Nunca ha sucedido a pesar de exposición durante muchos años		0,1
<b>GRADO DE PELIGROSIDAD</b>		<b>ACTUACIÓN</b>
Alto	> 200	Se requiere <b>corrección inmediata</b> . La actividad debe ser detenida hasta que el riesgo se haya disminuido
Medio	85 < GP ≤ 200	<b>Urgente</b> . Requiere atención lo antes posible
Bajo	≤ 85	El riesgo debe ser eliminado <b>sin demora</b> , pero la situación no es una emergencia

\* Equivalencia aproximada del original, en dólares

la secuencia completa del accidente se sucedan en el tiempo, originando accidente y consecuencias. La aparición de un factor más que en el método expuesto en el apartado anterior es sólo aparente y se debe a la distinción entre la probabilidad de que se presente la situación de riesgo (exposición) y la probabilidad de que esa situación desencadene un accidente, ya que la integración de ambos conceptos es lo que constituye realmente la probabilidad de accidente.

Los valores numéricos adimensionales asignados a cada factor están basados en el juicio y experiencia del analista que hace el cálculo, teniendo en cuenta los criterios que aporta el método, procurando la objetividad. La multiplicación de los tres factores permite obtener lo que el método denomina “grado de peligrosidad”, el cual determina la urgencia o prioridad de la actuación preventiva, en función de su importancia, pero también para su ordenamiento entre las diferentes situaciones analizadas.

La principal limitación del método radica en la dificultad de asignar el “factor probabilidad” si no se dispone de bases estadísticas de apoyo o la suficiente experiencia en la situación analizada, al partir de seis niveles de clasificación.

#### *Evaluación mediante cuestionarios de chequeo*

Las listas o cuestionarios de chequeo constituyen una herramienta útil para verificar el cumplimiento de estándares establecidos o desviaciones de lo previsto. Se pueden utilizar en cualquier etapa del proyecto para guiar al usuario en la determinación de peligros o deficiencias comunes utilizando procedimientos normalizados, tanto en el diseño y construcción de equipos como en programas de mantenimiento para el seguimiento y control de su estado.

De ahí surge su importancia creciente en programas de prevención integrada, implicando a los distintos estamentos de la empresa en el análisis de las condiciones de sus lugares y equipos de trabajo.

Todo cuestionario de chequeo debe ser elaborado por personas expertas en prevención y que a su vez tengan un conocimiento preciso del equipo, instalación o proceso que se pretende revisar. El poder disponer, previamente a su elaboración, de reglamentación y normas técnicas aplicables a la situación que hay que chequear, contribuirá a validar su idoneidad. Su principal ventaja es que suelen ser aplicables con facilidad por personas debidamente formadas en ello, no necesariamente especializadas en el control de riesgos laborales.

El cuestionario debería enumerar, describiéndolos, una relación de factores de ries-

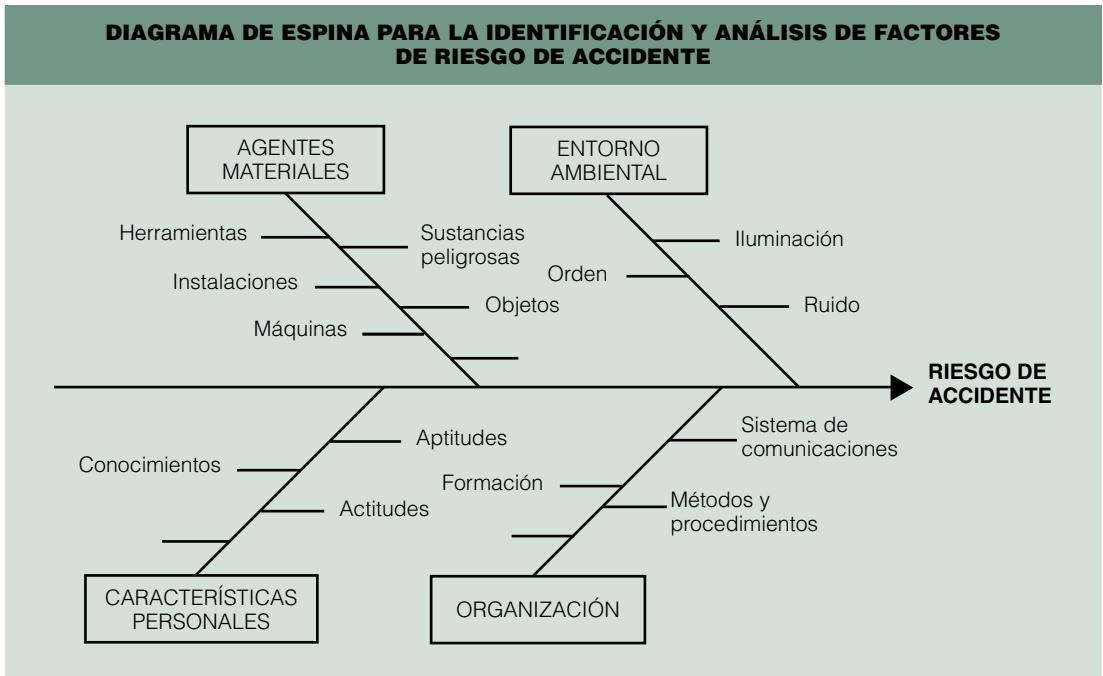
LOS CUESTIONARIOS DE CHEQUEO  
CONSTITUYEN UNA HERRAMIENTA ÚTIL PARA  
IMPLICAR AL PERSONAL EN LA IDENTIFICACIÓN  
Y ANÁLISIS DE FACTORES DE RIESGO A LOS  
QUE PUEDEN ESTAR EXPUESTOS

go factibles de encontrarse en la situación que se pretende analizar de forma sistematizada. Estos factores pueden agruparse en cuatro bloques, que se representan gráficamente en lo que se denomina el diagrama “causa-efecto” o “de la espina”, por su forma de espina de pescado que recoge en sus diferentes ramas los factores y subfactores de riesgo de obligada reflexión como base del análisis causal, salvo que el cuestionario pretenda simplemente revisar sólo algunos aspectos específicos.

Los cuatro bloques citados en un análisis de carácter general son los debidos a *agentes materiales* (sustancias peligrosas, instalaciones, máquinas y equipos, herramientas,...), al *entorno físico y ambiental* (iluminación, orden, limpieza, interferencias por ruido,...), a las *características personales* de los trabajadores (aptitud, experiencia,...) y, finalmente, a la *organización* (formación, procedimientos de trabajo,...).

EL DIAGRAMA CAUSA-EFECTO ES UN MÉTODO BÁSICO PARA ANALIZAR POSIBLES ACCIDENTES Y LAS CAUSAS QUE LOS PUEDEN GENERAR

Tal método de análisis causa-efecto es básico para que un grupo de personas identifiquen factores de riesgo ante posibles accidentes. Por ello su estructura es muy aprovechable para el diseño de cuestionarios de chequeo. Su sencillez lo ha convertido en uno de los métodos de análisis grupal de posibles deficiencias en los lugares de trabajo de más amplia difusión.



Aunque una lista de chequeo está concebida fundamentalmente para la identificación de desviaciones, puede en cierto modo ser utilizada como herramienta de evaluación orientativa, siempre que se establezca algún sistema de clasificación de los diferentes factores de riesgo que puedan evidenciarse, en función de su importancia. Se trataría de asumir en tal clasificación, de forma implícita, su incidencia en las consecuencias del posible accidente y su probabilidad.

Se puede observar en el texto, como ejemplo, un cuestionario de chequeo tipo para la identificación y evaluación de riesgos de accidente en el empleo de herramientas, extraído del “Método de evaluación de las condiciones de trabajo en pequeñas y medianas empresas”, publicado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Para clasificar los resultados de aplicación de cada cuestionario-guía, se dividen los diferentes factores de riesgo considerados en dos niveles, MEJORABLES o DEFICIENTES. Los primeros son aquellos que, si bien es recomendable resolverlos, no son determinantes en la generación de los daños esperados. En cambio los segundos, por su relevancia e implicación en la probabilidad de materialización del evento o daño, sí son determinantes, y por ello se consideran deficientes. Todas las cuestiones planteadas deben ser contestadas correlativamente y sólo deberán ser obviadas cuando se especifique expresamente en el propio cuestionario, por ejemplo, por tratarse de una situación inexistente. Al final de cada cuestionario se incluye una tabla que permite obtener los resultados a partir de las deficiencias detectadas y la consideración de su importancia implícita. Así, en términos generales, cuando más del 50% de los factores de riesgo categorizados como deficientes están presentes en el área de trabajo analizada, la evaluación global se determina según esta metodología como una situación MUY DEFICIENTE. De esta forma, con una manera fácil de diferenciar los factores de riesgo, se obtienen finalmente cuatro niveles de la situación o situaciones de riesgo que determinarán los niveles de intervención: Aceptable, Mejorable, Deficiente y Muy Deficiente, para poder priorizar las acciones a realizar.

En realidad, con lo apuntado hasta ahora y con una visión purista, se podría decir que esta metodología no está evaluando con rigor los riesgos de accidente, al no haber efectuado un tratamiento específico y diferencial de los dos factores que lo determinan: las consecuencias normalmente esperadas y su probabilidad de materialización, aunque indirectamente sí que ha habido una primera aproximación al clasificarse las posibles deficiencias en función de su importancia al asumir implícitamente ambos factores. Tengamos en cuenta que la filosofía de la Directiva Marco y la reglamentación española derivada de su aplicación es que la evaluación de riesgos sea simplemente un instrumento para priorizar la acción



**MUESTRA DE CUESTIONARIO DE CHEQUEO PARA IDENTIFICAR FACTORES DE RIESGO DE ACCIDENTE EN EL USO DE HERRAMIENTAS**

CONDICIONES DE SEGURIDAD

**4. HERRAMIENTAS MANUALES**

Personas afectadas

Área de trabajo  Fecha    Fecha próxima revisión

Cumplimentado por

- |  |           |           |  |
|--|-----------|-----------|--|
| 1. Las herramientas que se usan están concebidas y son específicas para el trabajo que hay que realizar.               | <b>SI</b> | <b>NO</b> | Incorporar herramientas adecuadas.   |
| 2. Las herramientas que se utilizan son de diseño ergonómico.  | <b>SI</b> | <b>NO</b> | Procurar que las herramientas sean fáciles de manejar y sean adecuadas a los trabajadores. |
| 3. Las herramientas son de buena calidad.  | <b>SI</b> | <b>NO</b> | Adquirir herramientas de calidad.  |
| 4. Las herramientas se encuentran en buen estado de limpieza y conservación.   | <b>SI</b> | <b>NO</b> | Limpiar, reparar o desechar las herramientas en mal estado.                                |
| 5. Es suficiente la cantidad de herramientas disponibles, en función del proceso productivo y del número de operarios. | <b>SI</b> | <b>NO</b> | Disponer de más herramientas.  |
| 6. Existen lugares y/o medios idóneos para la ubicación ordenada de las herramientas.                                  | <b>SI</b> | <b>NO</b> | Habilitar espacios y elementos donde ubicar las herramientas.                              |
| 7. Las herramientas cortantes o punzantes se protegen con los protectores adecuados cuando no se utilizan.             | <b>SI</b> | <b>NO</b> | Utilizar fundas protectoras adecuadas.   |
| 8. Se observan hábitos...  |           |           |  |

**CRITERIOS DE VALORACIÓN**

<b>MUY DEFICIENTE</b>	<b>DEFICIENTE</b>	<b>MEJORABLE</b>
Tres o más deficientes.	1, 7, 10, 11.	2, 3, 4, 5, 6, 8, 9.

**RESULTADO DE LA VALORACIÓN**

	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS**

preventiva en función de las necesidades detectadas, y en tal sentido esta metodología lo consigue. Debemos tener en cuenta que el objetivo principal de esta metodología era el de poner a disposición de mandos y trabajadores un instrumento útil de reflexión y análisis, lo más sencillo que fuera posible, y ésta es realmente su principal ventaja, aunque luego la realidad nos haya mostrado que sus principales usuarios han sido los técnicos de prevención.

Pero precisamente para ampliar y mejorar su utilidad, a fin de convertir tal metodología en un eficaz instrumento de gestión y control y que a su vez permitiera que los riesgos de accidente pudieran ser evaluados con el sistema convencional citado (probabilidad-consecuencias), se diseñó una aplicación informática que facilita el proceso de evaluación, de una manera ágil y personalizada. Esta aplicación está basada en los criterios de la NTP 330: Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente, que propone un método de evaluación simplificado que se comenta en el siguiente apartado. De esta forma, en función de los niveles determinados de las probabilidades y las consecuencias (aprovechando los valores que establece el citado método de evaluación simplificado), el programa informático determina automáticamente el nivel de riesgo y el nivel de intervención.

#### *Método simplificado de evaluación desarrollado en la NTP-330 del INSHT*

La NTP-330 propone otro método de evaluación que pretende ser una revisión actualizada del método Fine, aprovechando sus ventajas y corrigiendo sus limitaciones, utilizando la herramienta de los cuestionarios de chequeo (que pueden ser los del método descrito en el apartado anterior u otros que se elaboren por la empresa). Se parte de la detección, mediante cuestionarios, de las deficiencias o factores de riesgo asociándolos a la exposición de los trabajadores a los mismos en el lugar de trabajo, lo que determina la probabilidad del daño esperado. Teniendo en cuenta además la importancia de tales consecuencias o daños, se estima el correspondiente riesgo asociado a cada deficiencia o conjunto de deficiencias, lo que permite a su vez establecer el nivel de intervención.

nivel de probabilidad = nivel de deficiencia x nivel de exposición (a)

nivel de riesgo = nivel de probabilidad x nivel de consecuencias (b)

Al tratarse de una metodología simplificada, no se emplean los valores reales absolutos del riesgo, probabilidad y consecuencias sino sus “niveles”, en una escala de cuatro posibilidades a las que corresponde un valor numérico adimensional, que se muestra a continuación entre paréntesis. El *nivel de deficiencia o conjunto de*

**MÉTODO SIMPLIFICADO DE EVALUACIÓN DESARROLLADO EN LA NTP-330 DEL INSHT**

*Determinación del nivel de deficiencia*

ND	SIGNIFICADO
10	Se han detectado factores de riesgo significativos que determinan como muy posible la generación de fallos. El conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo resulta ineficaz.
6	Se ha detectado algún factor de riesgo significativo que precisa ser corregido. La eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes se ve reducida de forma apreciable.
2	Se han detectado factores de riesgo de menor importancia. La eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo no se ve reducida de forma apreciable.
-	No se ha detectado anomalía destacable alguna. El riesgo está controlado. No se valora.

*Determinación del nivel de exposición*

NE	SIGNIFICADO
4	Continuamente. Varias veces en su jornada laboral con tiempo prolongado.
3	Varias veces en su jornada laboral, aunque sea con tiempos cortos.
2	Alguna vez en su jornada laboral y con período corto de tiempo.
1	Irregularmente.

**NP = NE x ND**

*Significado de los diferentes niveles de probabilidad*

NP	SIGNIFICADO
Muy Alta entre 40 y 24	Situación deficiente con exposición continuada, o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
Alta entre 20 y 10	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. La materialización del riesgo es posible que suceda varias veces en el ciclo de vida laboral.
Media entre 8 y 6	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada o frecuente. Es posible que suceda el daño alguna vez.
Baja entre 4 y 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.

*Determinación del nivel de consecuencias*

NC	SIGNIFICADO	
	DAÑOS PERSONALES	DAÑOS MATERIALES
100	1 muerto o más.	Destrucción total del sistema (difícil renovarlo).
60	Lesiones graves que pueden ser irreparables.	Destrucción parcial del sistema (compleja y costosa la reparación).
25	Lesiones con baja.	Se requiere paro de proceso para efectuar la reparación.
10	Pequeñas lesiones que no requieren hospitalización.	Reparable sin necesidad de paro del proceso.

**NR = NP x NC**

*Significado del nivel de intervención*

NIVEL DE INTERVENCIÓN	NR	SIGNIFICADO
I	4000-600	Situación crítica. Corrección urgente.
II	500-150	Corregir y adoptar medidas de control.
III	120-40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.
IV	20	No intervenir, salvo que un análisis más preciso lo justifique.

*deficiencias* se estima en: muy deficiente (10), deficiente (6), mejorable (2) y aceptable (1). El *nivel de exposición* es una medida de la frecuencia con la que se da la exposición al riesgo y puede ser: continuada (4), frecuente (3), ocasional (2) o esporádica (1). El *nivel de consecuencias* se valora teniendo en cuenta los daños personales y materiales y puede ser: mortal o catastrófico (100), muy grave (60), grave (25) o leve (10). El *nivel de probabilidad* y el *nivel de riesgo* se obtienen a partir de los anteriores mediante las anteriores expresiones (a) y (b).

### EJEMPLO DE APLICACIÓN DE MÉTODOS SIMPLIFICADOS

Un operario con experiencia accede ocasionalmente a realizar una intervención de mantenimiento a unos 1,5 metros de altura en una instalación, utilizando una escalera de mano y obligado a trabajar muchas veces con las dos manos ocupadas.

Riesgo considerado: caída a distinto nivel

#### Según método Fine:

Consecuencias = 5    Exposición = 3    Probabilidad = 3

**Grado de peligrosidad =  $5 \times 3 \times 3 = 45$ . Riesgo bajo**

(se estima tras hacer la evaluación de todas las situaciones de riesgo).

Actuación = El riesgo debe ser eliminado sin demora, pero la situación no es una emergencia.

#### Según método simplificado desarrollado en la NTP-330 del INSHTND = 6

NE = 1, lo que implica un NP = 6

NC = 25

**NR = 150, Nivel de intervención II: Corregir y adoptar medidas de control**

## Métodos complejos de evaluación de riesgos

### *Evaluación de riesgos mediante el árbol de sucesos*

La aplicación de técnicas de análisis de riesgos de accidente mediante árboles es muy común tanto en el campo de la fiabilidad de instalaciones y equipos como en el de la seguridad en el trabajo, ya que tratan de reproducir secuencialmente el encadenamiento de los diferentes factores de riesgo y hechos o circunstancias que determinan el resultado final indeseado: el accidente.

El árbol de sucesos es una sencilla técnica de análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos que permite estudiar procesos secuenciales de hipotéticos accidentes a partir de sucesos iniciales indeseados, verificando así la efectividad de las medidas preventivas existentes.

Es imprescindible que, antes de iniciar un estudio de este tipo, se haya agotado el análisis preliminar de riesgos a fin de que el entorno físico concreto a analizar disponga de antemano de los elementos

básicos de seguridad, ya que con el árbol de sucesos lo que se pretende es verificar cómo responde el sistema, con sus correspondientes medidas preventivas, ante posibles fallos o sucesos iniciadores.

Los sucesos iniciadores corresponden a fallos que, de producirse, requieren la respuesta de lo que se denominan sistemas “frontales” de seguridad, para evitar efectos negativos de importancia. Cabe distinguir los sucesos iniciadores, propiamente dichos, de otros sucesos que son consecuencia de los primeros.

Dentro de las funciones de seguridad hay que diferenciar las que son generadas por los sistemas “frontales”, que son sistemas primarios de respuesta, de las que son generadas por los sistemas “redundantes”, que son los que deben actuar, ya sea para garantizar la eficacia de los anteriores, ya sea cuando se produce un fallo de respuesta de éstos.

La mayoría de circunstancias y funciones de seguridad son consideradas normalmente de respuesta binaria, o sea, funcionan correctamente o, ante cualquier limitación de respuesta, se asume que actúan incorrectamente. El analista debe ser cuidadoso en detallar de forma cronológica y lógica, según el orden de intervención, todas las funciones de seguridad previstas, incluidas las intervenciones humanas cuando corresponda.

La representación gráfica del árbol se realiza siguiendo la progresión cronológica de sucesos previsibles, a partir del suceso iniciador considerado. En la línea de cabecera horizontal se indican las diferentes funciones de seguridad y circunstancias a considerar en el orden cronológico esperado, las cuales corresponderán en el desarrollo del árbol con los nudos en los que la respuesta afirmativa se traduce en una línea vertical ascendente y la negativa en una línea descendente, para proseguir luego horizontalmente a cada uno de los sucesivos nudos. Las secuencias finales del árbol recogerán las diferentes situaciones de éxito o fracaso.

A cada una de las secuencias del árbol le corresponde una determinada probabilidad de acontecimiento. Consecuentemente, en cada nudo la suma de las probabilidades de éxito o fracaso valdrá 1. Para estimar la probabilidad de fallo de cada nudo es preciso recurrir a fuentes de datos (registros históricos de incidentes-accidentes, registros de mantenimiento de las instalaciones, bases de datos de fiabilidad de componentes obtenidos en bibliografía especializada o suministrados por los fabricantes de los equipos y sus componentes) y, en general, a la propia experiencia.

En algunos casos, ya sea porque no se disponga de datos precisos o porque es suficiente disponer sólo de una cuantificación orientativa, los datos probabilísticos a emplear tendrán un valor aproximado. Pero en todo caso es imprescindible disponer de tal información

EL ÁRBOL DE SUCESOS PERMITE  
FUNDAMENTALMENTE VERIFICAR LA  
FIABILIDAD DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS  
ANTE POSIBLES FALLOS

si realmente se quiere estimar la probabilidad de los acontecimientos finales indeseados derivados de un suceso iniciador y en todo caso estimar, por adición de tales probabilidades, la probabilidad final de que suceda algo incontrolado. Se muestra a continuación la correlación entre valores subjetivos y numéricos de probabilidades.

<b>CORRELACIÓN ENTRE VALORES SUBJETIVOS Y NUMÉRICOS DE PROBABILIDADES DE ACCIDENTE O FALLO</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Nivel</b>	<b>Frecuencia de ocurrencia</b>	<b>Cuantificación de la probabilidad</b>
FRECUENTE	A	MUY ALTA	$>10^{-1}$ sucesos/unidad de tiempo
PROBABLE	B		$>10^{-2}$ sucesos/unidad de tiempo
OCASIONAL	C	MEDIA	$>10^{-3}$ sucesos/unidad de tiempo
REMOTA	D		$>10^{-4}$ sucesos/unidad de tiempo
IMPROBABLE	E	MUY BAJA	$>10^{-6}$ sucesos/unidad de tiempo

**A-** Normalmente ocurre con frecuencia, experiencia continuada  
**B-** Sucederá varias veces en la vida de un sistema  
**C-** Probablemente sucederá alguna vez en la vida del sistema  
**D-** No es probable que suceda pero es razonablemente esperable en la vida del sistema  
**E-** No es probable que suceda, aunque sería posible, a pesar de que no se tiene experiencia en tales acontecimientos en este ámbito de trabajo.

El método del árbol de sucesos se complementa con el método del árbol de fallos y errores que se describe a continuación, ya que, si bien el primero tiene por objetivo estudiar la evolución de los sucesos hacia adelante, el segundo se plantea el análisis hacia atrás, o sea, averiguando el origen y las causas de los acontecimientos, sean finales o intermedios.

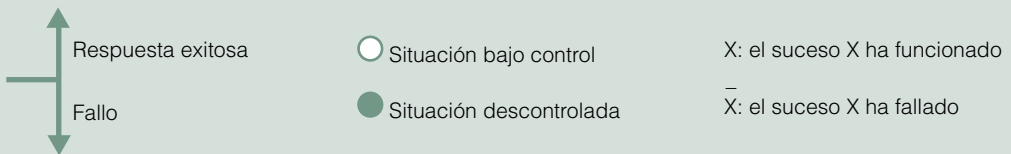
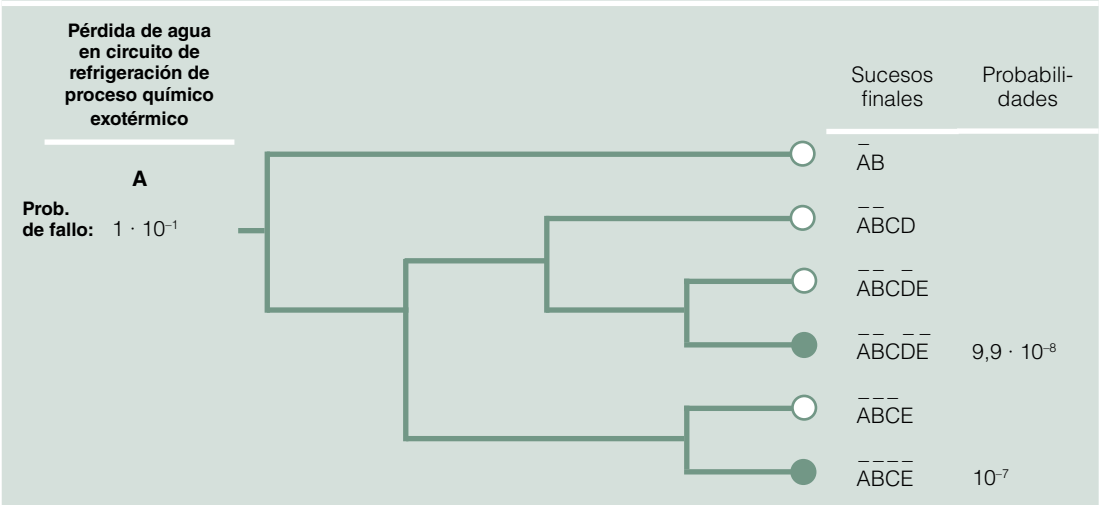
#### *Evaluación mediante el árbol de fallos y errores*

Esta metodología forma parte de los análisis probabilísticos, ya que su finalidad primordial es determinar la probabilidad de acontecimiento de sucesos, normalmente de graves consecuencias. Es un método cuantitativo de evaluación, aunque también ayuda en el análisis cualitativo para indagar los diferentes sucesos intermedios y originarios, averiguando los fallos y errores que los puedan provocar.

**EJEMPLO DE EVALUACIÓN MEDIANTE EL ÁRBOL DE SUCESOS**

Se trata de estudiar las condiciones de seguridad de una reacción química en un reactor refrigerado con agua y dotado de elementos de regulación y control mediante un primer indicador de temperatura asociado a un sistema de alarma y de un segundo medidor de temperatura asociado a la parada automática de la alimentación. Mediante el árbol de sucesos se pretende evaluar el riesgo de estar en una situación fuera de control en caso de producirse un fallo en la refrigeración.

	Detección y actuación operario	Alarma al alcanzarse la temperatura T <sub>1</sub>	Actuación del operario	Sistema automático de paro de alimentación al alcanzarse T <sub>2</sub>
	B	C	D	E
Prob. de éxito:	9 · 10 <sup>-1</sup>	9,9 · 10 <sup>-1</sup>	9,99 · 10 <sup>-1</sup>	9,9 · 10 <sup>-1</sup>
Prob. de fallo:	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>



Probabilidad de acontecimiento indeseado  $\bar{A} \bar{B} C \bar{D} \bar{E}$  (fallo A, fallo de B, respuesta favorable C, fallo de D y fallo de E):

$$P(\bar{A} \bar{B} C \bar{D} \bar{E}) = 1 \cdot 10^{-1} \times 10^{-1} \times 9,9 \cdot 10^{-1} \times 10^{-2} \times 10^{-3} = 9,9 \cdot 10^{-8}$$

Probabilidad del acontecimiento indeseado  $\bar{A} \bar{B} \bar{C} \bar{E}$ :

$$P(\bar{A} \bar{B} \bar{C} \bar{E}) = 1 \cdot 10^{-1} \times 10^{-1} \times 10^{-2} \times 10^{-3} = 10^{-7}$$

Probabilidad de reacción descontrolada =  $P(\bar{A} \bar{B} C \bar{D} \bar{E}) + P(\bar{A} \bar{B} \bar{C} \bar{E})$

$$P = 9,9 \cdot 10^{-8} + 10^{-7} = 2 \cdot 10^{-7}$$

Se trata de una posibilidad remota, por lo que los sistemas de seguridad existentes se considerarían suficientes.

Se trata de un método deductivo de análisis que parte de la previa selección de un suceso o evento que se pretende evitar, y para ello es necesario averiguar si la fiabilidad de las medidas preventivas existentes o que se prevé aplicar es suficiente. Permite salir de la incertidumbre sobre si un riesgo de accidente está debidamente controlado.

De manera sistemática y lógica se representan las combinaciones de las situaciones que pueden dar lugar a la producción del “evento a evitar”, conformando niveles sucesivos de tal manera que cada suceso esté generado a partir de sucesos del nivel inferior, siendo el nexo de unión entre niveles la existencia de puertas lógicas o nudos que se representan por los símbolos:



El primero representa la “Y”, o sea, el suceso tiene lugar si *simultáneamente* tienen lugar dos o más fallos. En cambio el segundo representa la “O”, o sea el suceso tiene lugar si *alternativamente* sucede cualquiera de los fallos que lo originan.

El árbol se desarrolla en sus distintas ramas hasta alcanzar una serie de “sucesos básicos”, denominados así porque no precisan de otros anteriores a ellos para ser explicados. Los sucesos básicos se representan gráficamente por círculos, en cambio los sucesos intermedios, por rectángulos. También alguna rama puede terminar por alcanzar un “suceso no desarrollado” en otros, sea por falta de información o por la poca utilidad de analizar las causas que lo producen.

Estos “sucesos básicos” que se encuentran en la parte inferior de las ramas del árbol se caracterizan por los dos siguientes aspectos: son independientes entre ellos y las probabilidades de que acontezcan pueden ser calculadas o estimadas a partir de bases de datos de fiabilidad de componentes suministrados por sus fabricantes o proveedores y por nuestra propia experiencia. Mediante el programa de mantenimiento de los equipos de trabajo y en particular de los elementos con funciones básicas de seguridad, se pueden obtener a lo largo del tiempo los datos necesarios para obtener la fiabilidad o su complementaria, la infiabilidad de los mismos, o sea, la tasa de fallos por unidad de tiempo (probabilidad de fallo en un periodo determinado).

Para ser eficaz, un análisis por el árbol de fallos debe ser elaborado por personas muy conocedoras de la instalación y que tengan experiencia en la aplicación de este método, siendo recomendable que el trabajo lo realice un equipo multidisciplinar. En el ejemplo que aparece en este mismo apartado se muestra un sencillo árbol para analizar las diferentes combinaciones de fallos que pueden provocar un accidente.

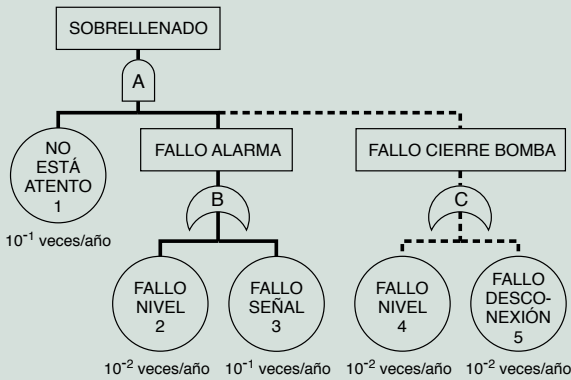


Una vez representado gráficamente el árbol, habrá que averiguar cuáles son las diferentes vías secuenciales por combinación de fallos que pueden provocar el accidente. Para ello se representan las puertas o nudos con letras y los fallos básicos con números, y de arriba hacia abajo se irán reduciendo las letras para finalmente encontrar los conjuntos mínimos de fallos básicos (números) y calcular su probabilidad de coincidencia.

EL ÁRBOL DE FALLOS Y ERRORES PERMITE ESTIMAR LA PROBABILIDAD DE DETERMINADOS ACCIDENTES, ESPECIALMENTE SI SON GRAVES

**EJEMPLO DE EVALUACIÓN MEDIANTE EL ÁRBOL DE FALLOS Y ERRORES**

Se trata de analizar el riesgo de accidente al sobrellevarse por bombeo un depósito de un producto corrosivo, cuya operación es controlada por la presencia de un operario y una alarma de nivel máximo cuyas probabilidades de fallo orientativas se han indicado en el árbol. Si la señal de alarma suena, el operario oye la señal.



$$A = 1, B = \begin{matrix} 1,2 \\ 1,3 \end{matrix}$$

Luego existen 2 vías secuenciales del accidente:

- Probabilidad de la primera vía  $P_{1,2} = 10^{-1} \cdot 10^{-2} = 10^{-3}$
- Probabilidad de la segunda vía  $P_{1,3} = 10^{-1} \cdot 10^{-1} = 10^{-2}$
- Probabilidad del accidente  $P_{accidente} = P_{1,2} + P_{1,3} = 1,1 \cdot 10^{-2}$  veces/año

La probabilidad del accidente es excesivamente alta debido fundamentalmente a que la probabilidad de fallo del operario es elevada al confiar en que la señal le avise.

La incorporación de un sistema automático de medición de nivel máximo que desconecta la bomba de alimentación aumenta sustancialmente la fiabilidad del sistema. Se puede observar cómo se amplía el árbol de fallos al introducir la línea de puntos.

$$A = 1, B, C = \begin{matrix} 1,2, C = \begin{matrix} 1,2,4 \\ 1,2,5 \end{matrix} \\ 1,3, C = \begin{matrix} 1,3,4 \\ 1,3,5 \end{matrix} \end{matrix}$$

$$P_{accidente} = P_{1,2,4} + P_{1,2,5} + P_{1,3,4} + P_{1,3,5} = 10^{-5} + 10^{-5} + 10^{-4} + 10^{-4} = 2,2 \cdot 10^{-4}$$

$$P_{accidente} = 2,2 \cdot 10^{-4} \text{ veces/año}$$

*Otros métodos de evaluación para riesgos específicos*

Complementariamente a los métodos generales anteriormente expuestos existen otros métodos que tienen la finalidad de profundizar más ante sectores o riesgos específicos, y que no son objeto de este capítulo. Algunos de ellos se citan al tratar los sucesivos capítulos dedicados a agentes materiales. Tal es el caso de los mé-

todos relativos a la evaluación del riesgo químico en instalaciones de proceso, como el IRPQ, Índice de riesgos de procesos químicos, y el “Hazop”, análisis funcional de operabilidad. También para el análisis de riesgos químicos de consecuencias graves existen una serie de modelos empíricos para la evaluación de las consecuencias por fugas, incendios y explosiones de sustancias peligrosas, con los que poder simular siniestros y la respuesta de los sistemas de seguridad.

Para el análisis de riesgos en máquinas existe la norma armonizada comunitaria UNE-EN ISO 14121-1. En sectores específicos como centros hospitalarios y oficinas, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo ha desarrollado métodos específicos para la evaluación, tanto de riesgos de accidente como de otros riesgos. Independientemente de tales métodos, también el propio INSHT ha elaborado determinados estudios sectoriales que facilitan el conocimiento de los riesgos previsibles y su grado de importancia y presencia en los diferentes procesos y tareas.

## REVISIONES DE SEGURIDAD

Mediante los diferentes tipos de inspecciones y revisiones se trata de identificar los diferentes factores de riesgo previsibles en los lugares de trabajo, instalaciones y equipos, con el fin de adoptar las medidas pertinentes para su eliminación y control. Fruto de la evaluación de riesgos, habría que tomar una serie de medidas de control para asegurarse de que éstos se mantienen, en el tiempo, en niveles tolerables.

Por otra parte, es importante que los mandos estén implicados en actividades de revisión y control de sus ámbitos de trabajo, pero también lo es que los propios operarios conozcan los aspectos concretos de sus tareas y de su ámbito físico de actuación, que deben ser cuidados y mantenidos de acuerdo con los estándares establecidos. En tal sentido los trabajadores, además de estar informados de los riesgos, deberían conocer los procedimientos de control de los mismos y el contenido preciso de sus actuaciones relacionadas con la seguridad en el trabajo.

Los cuestionarios de chequeo, tal como se expuso anteriormente, son una herramienta muy útil para controlar las condiciones de seguridad en el lugar de trabajo, tanto para el personal con mando como para los propios trabajadores.

Tradicionalmente se ha denominado “inspección de seguridad” al análisis realizado en el lugar de trabajo observando directamente las instalaciones y procesos productivos para identificar y controlar factores de riesgo de accidente y, si cabe, proceder a su evaluación. Dado que el término “inspección” puede ir asociado

normalmente a los aspectos punitivos de la actividad, que deberían ser los menos significativos para la prevención de riesgos, la tendencia es usar otros términos específicos para designar cada uno de los tipos de revisiones internas a realizar.

## TIPOS DE REVISIONES

La diferencia entre los diferentes tipos de revisiones radica en el objetivo de las mismas, dependiendo del marco reglamentario que las regule y de la materia que es objeto de la revisión.

Determinadas instalaciones y equipos están sujetos a una serie de revisiones periódicas por parte de empresas acreditadas o entidades autorizadas de inspección y control, que se conocen con el nombre de OCA (Organismo de Control Autorizado). Tal es el caso de la instalación eléctrica, de los aparatos a presión, de las instalaciones de protección contra incendios, de los ascensores y montacargas, de las instalaciones expuestas a riesgos de accidentes graves de origen químico, de determinados almacenamientos de productos químicos peligrosos, de la calefacción y climatización, etc.

Tales instalaciones y equipos sujetos a reglamentos específicos serán inspeccionados por servicios externos, si bien la propia empresa deberá encargarse de gestionar el programa de revisiones, guardando y manteniendo al día los correspondientes libros de registro en los que han de recogerse las actuaciones realizadas.

A su vez el reglamento sobre Utilización de Equipos de Trabajo (RD 1215/1997) establece en su art. 4, relativo a la comprobación de los equipos de trabajo, que *“el empresario adoptará las medidas necesarias para que aquellos equipos de trabajo sometidos a influencias susceptibles de ocasionar deterioros que puedan generar situaciones peligrosas, estén sujetos a comprobaciones y, en su caso, pruebas de carácter periódico, con objeto de asegurar el cumplimiento de las disposiciones de seguridad y de salud y de remediar a tiempo dichos deterioros”*.

También dicho artículo establece que las comprobaciones serán efectuadas por personal competente y que los resultados de las comprobaciones deberán documentarse y estar a disposición de la autoridad laboral, debiendo conservarse durante toda la vida útil de los equipos. Los requisitos y condiciones de las comprobaciones de los equipos de trabajo se ajustarán a lo dispuesto en la normativa específica que les sea de aplicación. El manual de instrucciones del fabricante de la máquina o equipo será de ayuda para establecer el programa de revisiones periódicas que se deben realizar.

### Revisiones o inspecciones reglamentarias

El mantenimiento preventivo de las máquinas y equipos, que tiene por objetivo principal evitar averías y deterioros incontrolados de sus elementos, debería incluir las correspondientes revisiones de todos aquellos elementos que tengan funciones de seguridad, por ejemplo dispositivos de enclavamiento de resguardos móviles de máquinas peligrosas. También cabe la posibilidad de que determinados elementos o aspectos clave de seguridad sean revisados específicamente, independientes del mantenimiento preventivo.

LAS REVISIONES PERIÓDICAS DE MÁQUINAS Y EQUIPOS HAN DE ESTAR DEBIDAMENTE DOCUMENTADAS

### **Revisiones generales de los lugares de trabajo**

Es necesario que los lugares de trabajo sean revisados periódicamente para controlar que se mantienen en aceptables condiciones de seguridad, tanto en lo que se refiere a los aspectos materiales y de entorno físico, como a los aspectos de comportamiento humano y organizativos. Tales revisiones podrán abarcar aspectos generales o ser específicas de temas concretos.

La revisión de los aspectos relativos al orden y la limpieza puede ser debidamente aprovechada para analizar otras cuestiones indirectamente relacionadas con este tema, por ejemplo: que las protecciones de las máquinas estén colocadas, que las conducciones y conexiones eléctricas estén en buen estado y que las herramientas, además de estar en su lugar, se encuentren en buenas condiciones.

En estas revisiones generales deberían estar implicados los mandos de las áreas afectadas, ya sea acompañando a las personas designadas con funciones preventivas, ya sea ejecutándolas directamente. Ello repercute en una mejora de la credibilidad de los directivos respecto a sus colaboradores, además del valor didáctico que representa todo análisis en el propio lugar de trabajo.

Los mandos directos, así como el personal directivo, deberían tener objetivos concretos sobre la frecuencia de revisiones que hayan de realizar y la calidad de las mismas. Por ello se requieren procedimientos específicos al respecto.

Se muestra en el texto un cuestionario de chequeo sobre orden y limpieza que contempla aspectos como los que se han mencionado. Tal cuestionario es autoevaluativo al llevar incorporado un criterio de valoración, en función del grado de cumplimiento de los estándares fijados, suponiéndose que la empresa ha aportado los medios necesarios para que puedan alcanzarse.

LOS LUGARES DE TRABAJO DEBEN SER REVISADOS PERIÓDICAMENTE, ESPECIALMENTE POR EL PERSONAL CON MANDO DE LAS ÁREAS AFECTADAS

### **Observaciones del trabajo**

Mediante las observaciones del trabajo se trata de analizar las actuaciones de las personas, en este caso los trabajadores, en la

**EJEMPLO DE CUESTIONARIO DE CHEQUEO SOBRE ORDEN Y LIMPIEZA**

CÓDIGO: \_\_\_\_\_

ÁREA: \_\_\_\_\_ FECHA DE REVISIÓN: \_\_\_\_\_ HORA: \_\_\_\_\_

EVALUADOR: \_\_\_\_\_

	SÍ	A MEDIAS	NO	NO PROCEDE
<b>1. LOCALES</b>				
1.1. Las escaleras y plataformas están limpias, en buen estado y libres de obstáculos ..	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2. Las paredes están limpias y en buen estado .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.3. Las ventanas y tragaluces están limpias sin impedir la entrada de luz natural .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.4. El sistema de iluminación está mantenido de forma eficiente y limpia .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.5. Las señales de seguridad están visibles y correctamente distribuidas .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.6. Los extintores están en su lugar de ubicación y visibles .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>2. SUELOS Y PASILLOS</b>				
2.1. Los suelos están limpios, secos, sin desperdicios ni material innecesario .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2. Están las vías de circulación de personas y vehículos diferenciadas y señalizadas .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3. Los pasillos y zonas de tránsito están libres de obstáculos .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4. Las carretillas están aparcadas en los lugares especiales para ello .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>3. ALMACENAJE</b>				
3.1. Las áreas de almacenamiento y deposición de materiales están señalizadas .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.2. Los materiales y sustancias almacenadas se encuentran correctamente identificadas .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.3. Los materiales están apilados en su sitio sin invadir zonas de paso .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.4. Los materiales se apilan o cargan de manera segura, limpia y ordenada .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>4. MAQUINARIA Y EQUIPOS</b>				
4.1. Se encuentran limpias y libres en su entorno de todo material innecesario .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2. Se encuentran libres de filtraciones de aceites y grasas .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.3. Poseen las protecciones adecuadas y los dispositivos de seguridad en funcionamiento .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>5. HERRAMIENTAS</b>				
5.1. Están almacenadas en cajas o paneles adecuados, donde cada herramienta tiene su lugar .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.2. Se guardan limpias de aceite y grasa .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.3. Las eléctricas tienen el cableado y las conexiones en buen estado .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.4. Están en condiciones seguras para el trabajo, no defectuosas u oxidadas .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>6. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y ROPA DE TRABAJO</b>				
6.1. Se encuentran marcados o codificados para poderlos identificar por su usuario ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.2. Se guardan en los lugares específicos de uso personalizado (armarios o taquillas)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.3. Se encuentran limpios y en buen estado .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.4. Cuando son desechables, se depositan en los contenedores adecuados .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>7. RESIDUOS</b>				
7.1. Los contenedores están colocados próximos y accesibles a los lugares de trabajo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.2. Están claramente identificados los contenedores de residuos especiales .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.3. Los residuos inflamables se colocan en bidones metálicos cerrados .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.4. Los residuos incompatibles se recogen en contenedores separados .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.5. Se evita el reboso de los contenedores .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.6. La zona de alrededor de los contenedores de residuos está limpia .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.7. Existen los medios de limpieza a disposición del personal del área .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

$$\% \text{ CUMPLIMIENTO} = \frac{2 \cdot (\text{N}^\circ \text{ SÍ}) + (\text{N}^\circ \text{ A MEDIAS})}{64 - 2 \cdot (\text{N}^\circ \text{ NO PROCEDE})} \cdot 100$$

realización de sus cometidos con el fin de proponer las mejoras que se estimen oportunas. Estas observaciones deben realizarlas personas con mando jerárquico y preparación adecuada.

Con estas observaciones se trata de detectar situaciones deficientes en la realización de las tareas, debidas básicamente al comportamiento humano por motivos diversos: incumplimiento o desconocimiento de un procedimiento, utilización incorrecta de una herramienta o un equipo de protección individual, etc. Pero también las observaciones del trabajo deberían ir orientadas al análisis de las tareas que realizan los buenos profesionales, a fin de aprovechar su experiencia.

Las tareas prioritarias que deben ser analizadas en las observaciones son las consideradas críticas. Son aquellas en las que pueden suceder daños graves a personas o bienes por actuaciones o desviaciones de lo establecido.

LA OBSERVACIÓN DEL TRABAJO FACILITA EL ANÁLISIS DE LAS ACTUACIONES DE LAS PERSONAS PARA MEJORARLAS DE MUTUO ACUERDO

Está demostrado que esta actividad es de gran utilidad si se desarrolla adecuadamente ya que propicia el diálogo y el consenso entre mandos y trabajadores para mejorar la forma de trabajar.

Uno de los objetivos principales de esta actividad es la comprobación del grado de cumplimiento de los procedimientos de trabajo, cuando éstos existan, y, complementariamente, el nivel de formación y destreza de los trabajadores en la realización de sus tareas. Con ello la observación del trabajo se convierte en una provechosa herramienta de control, útil también para la adecuación de la formación continua.

## PLANIFICACIÓN DE LAS REVISIONES

En general, mediante los diferentes tipos de revisiones e inspecciones, independientemente de las mediciones y ensayos que corresponda realizar, se analizan por observación directa las instalaciones y procesos productivos. Consiste básicamente en desplazarse a los lugares donde se encuentran los procesos e instalaciones que hay que revisar, para detectar los posibles factores de riesgo y su nivel de control a partir de unos estándares establecidos. La planificación de la actividad requiere cubrir los siguientes aspectos, considerando que éstos deberían quedar recogidos en los correspondientes procedimientos:

- a) Debe elegirse a la persona o personas que deben llevarla a cabo. Puesto que la detección de los factores de riesgo depende fundamentalmente de los conocimientos y experiencia de las personas que la realizan, éstas deberán poseer un nivel suficien-

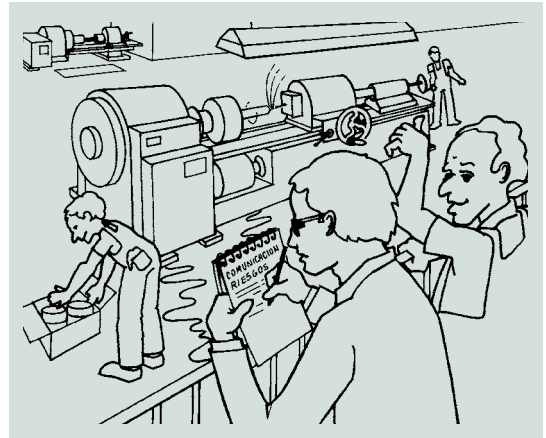
te de formación para poder entender el funcionamiento de lo que se está analizando.

b) Debe disponerse, antes de la visita, del mayor caudal de información posible respecto a las características técnicas, aspectos organizativos y humanos de las instalaciones, tales como máquinas, operaciones y procedimientos, materias primas empleadas, perfil de los puestos de trabajo, etc.

c) Debe tenerse un conocimiento previo de los posibles riesgos en la instalación a través del análisis documental y estadístico y de las normas y reglamentos aplicables a cada caso concreto.

d) Es conveniente confeccionar un recordatorio o lista de chequeo de los puntos a inspeccionar, en función de los conocimientos que se posean sobre las características y riesgos de las instalaciones.

e) Debe decidirse si la inspección se realizará sin aviso previo o con conocimiento y antelación suficiente por los responsables de las áreas que deban ser visitadas.



**REALIZACIÓN DE REVISIONES DE SEGURIDAD**

**Planificación de la revisión**

- a) Elección de las personas que revisarán
- b) Información técnica previa
- c) Información previa sobre factores de riesgo
- d) Recordatorio o listas de chequeo
- e) Revisión anunciada o no

**Ejecución de la revisión**

- a) Instalaciones en funcionamiento normal
- b) Exhaustividad
- c) Acompañar a los responsables de área
- d) Seguimiento del proceso productivo
- e) Revisar aspectos materiales y humanos
- f) Sugerir medidas preventivas

**Explotación de los resultados**

- a) Ordenar y completar datos inmediatamente
- b) "Diseño" inmediato de medidas preventivas
- c) Tratamiento informático y estadístico de los datos
- d) Documentar toda la actividad
- e) Informar a los participantes

**EJECUCIÓN DE LAS REVISIONES**

a) Las instalaciones deben revisarse e inspeccionarse durante su funcionamiento normal, si bien deben considerarse todas sus posibles variaciones.

b) Las revisiones deben ser exhaustivas no desechando lugares

recónditos, de difícil acceso, ni obviando instalaciones similares a las revisadas.

c) Durante las revisiones e inspecciones es muy conveniente estar acompañado del responsable o responsables de las respectivas áreas y de la persona o personas relacionadas con el trabajo en las mismas.

d) Si es factible, en cualquier área de trabajo es recomendable seguir los propios pasos del proceso productivo, desde su inicio a su conclusión. Cuando se revisen tareas, también se procurará analizarlas de forma completa.

e) Al margen del objetivo específico de cada revisión, deberían tenerse en cuenta no sólo los aspectos materiales, sino también los humanos de comportamiento, aptitud física, etc. de las personas que allí trabajan.

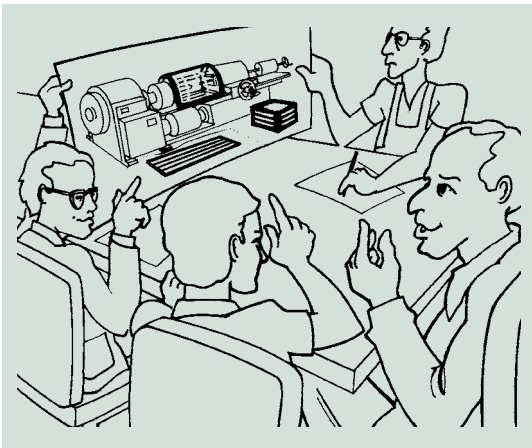
f) Es conveniente tomar en consideración las características que deberían reunir las medidas preventivas a aplicar. En tal sentido el diálogo con el propio personal afectado puede aportar informaciones de gran interés y ayuda.

## EXPLOTACIÓN DE LOS RESULTADOS

a) Deben ordenarse y completarse los datos recogidos durante la revisión lo antes posible después de finalizar ésta. Es frecuente que en las revisiones, debido a la premura de tiempo con que se realizan (ya que no puede dilatarse excesivamente la detención, aunque sea parcial, de un proceso, ni el tiempo de las personas que lo atienden o de los acompañantes), se tomen muchos datos en forma de notas esquemáticas y se guarden otros datos en la memoria. Si se finaliza la revisión con todos los datos claros, su fiabilidad será mucho mayor.

b) Deben “diseñarse” las medidas preventivas para las deficiencias detectadas durante la revisión lo antes posible, para poder aprovechar los datos sobre las características de las instalaciones y las deficiencias que se conserven en la memoria.

c) Es conveniente dar un tratamiento informático y estadístico a los datos recogidos para poder extraer conclusiones de interés, tales como: puntos de especial riesgo, deficiencias detectadas anteriormente y no corregidas, situaciones anómalas repetitivas, etc. Hay que tener en cuenta que esta actividad preventiva





debe estar documentada, ya sea para estar a disposición de la autoridad competente, ya sea para controlar su eficacia.

Debe tenerse en cuenta que quienes hayan participado en las revisiones, incluyendo el personal de las áreas afectadas, debería recibir información puntual de sus resultados. Ello es necesario para poder seguir contando con la colaboración de mandos y trabajadores.



# Normas y señalización de seguridad

# 6

En la realización de los trabajos pueden concurrir una gran variedad de situaciones y circunstancias que las reglamentaciones oficiales no pueden abarcar. Lo que hace la normativa legal, en muchos casos, es regular de manera general, ya que no puede descender a las condiciones de trabajo concretas que se dan en cada industria o en cada puesto de trabajo en particular.

En la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL), en el Capítulo III, “Derechos y obligaciones”, el art. 14 trata del derecho del trabajador a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo, lo que supone la existencia de un deber correspondiente del empresario: el de protección eficaz. A estos efectos, el empresario, en el marco de sus responsabilidades, deberá informar y formar al trabajador en los aspectos de seguridad y salud referentes a su actividad laboral. En el art. 15 se expone como uno de los principios de acción preventiva, a observar por el empresario, el de dar las debidas instrucciones a los trabajadores y a su vez éstos, según el art. 29, dentro de sus obligaciones, deben contribuir al cumplimiento de las disposiciones en materia de seguridad y salud.

Algunas reglamentaciones especifican situaciones que requieren procedimientos o instrucciones escritas de trabajo. Así, respecto al riesgo químico, el art. 4.c) del Real Decreto 374/2001, sobre protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo, especifica la obligatoriedad del establecimiento de los procedimientos adecuados para el uso y mantenimiento de los equipos utilizados para trabajar con agentes químicos peligrosos. El art. 9.3 del mismo reglamento indica que la información a los trabajadores deberá ser facilitada en la forma adecuada, teniendo en cuenta su volumen, complejidad y frecuencia de utilización, así como la naturaleza y nivel de los riesgos que la evaluación haya puesto

de manifiesto. Dependiendo de estos factores, podrá ser necesario proporcionar instrucciones y formación individuales respaldadas por información escrita.

El Real Decreto 614/2001, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, en el Anexo III.B.2 indica que, en el caso de trabajos en alta tensión, los trabajadores cualificados deberán ser autorizados por escrito por el empresario para realizar el tipo de trabajo que vaya a desarrollarse, tras comprobar su capacidad para hacerlo correctamente, de acuerdo con el procedimiento establecido, el cual deberá definirse por escrito e incluir la secuencia de las operaciones que se vayan a realizar.

Para cumplir lo anteriormente expresado sobre la LPRL así como los diferentes reglamentos, la empresa debería elaborar una serie de normas de carácter interno. Las normas de carácter general podrían quedar reflejadas en el Manual de Prevención, documento opcional aunque recomendable y diferente al Plan de Prevención de Riesgos Laborales. El Manual al igual que el Plan de Prevención, también puede recoger la política de la empresa sobre prevención de riesgos laborales además de todos aquellos aspectos de tipo generalista que deben conocer todos los miembros de la organización. Por otra parte, deberían existir normas específicas para los diferentes puestos de trabajo y tareas que las requieran.

Las normas de seguridad sirven además para que el empresario las emplee en formar e informar al trabajador, dándole las debidas instrucciones que éste deberá cumplir para conseguir una protección eficaz en materia de seguridad y salud.

Muchas veces, al analizar las causas de un accidente, se aprecia la existencia de acciones peligrosas que determinan el que se produzca el mismo, al tiempo que se echa en falta la existencia de unas directrices, instrucciones o procedimientos de trabajo para evitar los riesgos que pueden presentarse en el desarrollo de una actividad.

Por otra parte, podremos, mediante la señalización de seguridad, informar a los trabajadores y en general a cualquier persona que se encuentre en un lugar de trabajo sobre los peligros y demás advertencias que es imprescindible tener en cuenta. Más adelante se exponen los criterios para el empleo de la señalización, de acuerdo con lo que la reglamentación establece, habida cuenta que no deberá considerarse una medida sustitutoria de las medidas técnicas y organizativas de protección colectiva y deberá utilizarse cuando, mediante estas últimas, no haya sido posible eliminar los riesgos o reducirlos suficientemente. Tampoco deberá considerarse una medida sustitutoria de la formación e información de los trabajadores en materia de seguridad y salud en el trabajo. Tanto las normas como la señalización son medidas de prevención complementarias, aunque su utilización sea del todo necesaria.

## CONCEPTO DE NORMA DE SEGURIDAD

Para la realización de cualquier trabajo que puede entrañar riesgo existen recomendaciones preventivas. Cuando éstas se recogen formalmente en un documento interno que indica una manera obligada de actuar, tenemos las normas de seguridad. Las normas de seguridad van dirigidas a prevenir directamente los riesgos que puedan provocar accidentes de trabajo, interpretando y adaptando a cada necesidad las disposiciones y medidas que contiene la reglamentación oficial. Son directrices, órdenes, instrucciones y consignas que instruyen al personal que trabaja en una empresa sobre los riesgos que pueden presentarse en el desarrollo de su actividad y la forma de prevenirlos mediante actuaciones correctas y seguras.

LAS NORMAS DE SEGURIDAD SON  
COMPLEMENTARIAS A OTRAS MEDIDAS  
PREVENTIVAS QUE SON PRIORITARIAS

Se puede definir también la norma de seguridad como la regla que resulta necesario promulgar y difundir con la anticipación adecuada y que debe seguirse para evitar los daños que puedan derivarse como consecuencia de la ejecución de un trabajo. Las normas no deben sustituir a otras medidas preventivas prioritarias para eliminar riesgos en las instalaciones, debiendo tener en tal sentido un carácter complementario.

Desde el punto de vista de su campo de aplicación, las normas de seguridad se pueden clasificar en: generales, que van dirigidas a todo el centro de trabajo o al menos a amplias zonas del mismo, y particulares o específicas, que van dirigidas a actuaciones concretas. Señalan la manera en que se debe realizar una operación determinada.

## UTILIDAD Y PRINCIPIOS BÁSICOS DE LAS NORMAS

Además de proteger al trabajador, las normas de seguridad sirven para orientar, enseñar e incluso controlar actuaciones para garantizar que éstas se realicen con la calidad requerida y de la mejor manera posible.

Pero no se debe caer en el abuso, ya que un exceso de normas llevaría a la confusión, llegando a producir un efecto negativo y perjudicial. Un exceso de normas contribuye a que algunas dejen de cumplirse. De ello se desprende la primera condición para que una norma sea eficaz: debe ser necesaria. Naturalmente, la norma deberá poder llevarse a la práctica con los medios de que se dispone: debe ser posible.

LA IMPLANTACIÓN CORRECTA DE NORMAS  
DE SEGURIDAD EN UNA EMPRESA ES UNA  
FORMA VÁLIDA, PERO COMPLEMENTARIA, DE  
HACER SEGURIDAD

**PRINCIPIOS BÁSICOS DE UNA NORMA**

NECESARIA  
 POSIBLE  
 CLARA - CONCRETA - BREVE  
 ACEPTADA - EXIGIBLE  
 ACTUAL

Su contenido será fácilmente comprensible: debe ser clara. Referida a un solo tema con pautas específicas: debe ser concreta. Su lectura deberá ser fácil y no engorrosa: debe ser breve.

Para que una norma sea realmente eficaz debe ser aceptada por quien deba cumplirla y, en su caso, exigible con delimitación precisa de las responsabilidades.

Por último, las técnicas evolucionan, los procesos cambian, una norma que en su momento era perfectamente válida puede dejar de serlo, quedando anticuada e inservible. Por ello toda norma debe ser renovada y puesta al día: debe ser actual.

**CONTENIDO DE LAS NORMAS**

Para que una norma sea eficaz conviene que conste de:

- a) **Objetivo:** descripción breve del problema esencial que se pretende normalizar (tarea, riesgo,...).
- b) **Redacción:** desarrollo en los correspondientes apartados. Su estructura debería ser coherente con el sistema documental establecido en la empresa.
- c) **Campo de aplicación:** especificación clara del lugar, zona, trabajo y operación a la que debe aplicarse. Personal implicado en su aplicación y cumplimiento: determinación de quiénes están habilitados para realizar el trabajo o tarea sujeta a norma, formación inicial requerida e incluso autorización cuando corresponda.
- d) **Grado de exigencia:** especificación sobre su obligatoriedad o mera recomendación, indicando, si interesa, la gravedad de la falta.
- e) **Refuerzo:** normas legales o particulares que amplíen, mediante su cita, el contenido de la norma y a las que debe estar supeditada.
- f) **Vigencia y actualización:** plazo de entrada en vigor y fechas periódicas de revisión o pautas para su actualización cuando se considere necesario.

**FASES DE IMPLANTACIÓN DE LAS NORMAS**

Desde que en la empresa se concibe la necesidad de que exista una norma de seguridad hasta que se materializa su implantación debe pasarse por las fases de creación, revisión, aprobación y difusión, que se completarán con los de seguimiento, control y actualización.

En la elaboración de una norma preventiva deberían intervenir todas las partes interesadas ya que de esta manera se consigue el necesario contraste de pareceres y el consenso en su aplicación. Una vez redactada debería ser revisada por los representantes de los trabajadores a través de los Delegados de Prevención y, si existe, del Comité de Seguridad y Salud Laboral, y finalmente aprobada por la dirección de la empresa –que, asesorada por una persona designada al efecto o, en el caso de que exista, por el Servicio de Prevención, indicará, si procede, las correcciones oportunas.

### **Creación, revisión y aprobación**

LAS NORMAS DEBERÍAN SER ELABORADAS  
CON LA COLABORACIÓN DE QUIENES LUEGO  
HAN DE CUMPLIRLAS

El objeto final de una norma es su efectiva aplicación, debiendo por ello ser difundida y comunicada a las personas a las que es exigible su cumplimiento. Tal difusión podría hacerse mediante entrega del texto de tales normas en las correspondientes reuniones informativas, también mediante carteles o avisos u otros sistemas. Sea cual fuere el sistema empleado, hay que tener garantías de que la norma una vez aprobada es perfectamente conocida por quienes deben aplicarla. La mejor manera de dar a conocer una norma es verbalmente por quienes van a exigir y velar por su cumplimiento, y con el soporte documental adecuado.

### **Difusión**

Debería existir un periodo inicial de prueba, de mayor o menor duración, para verificar la validez de la norma y a su vez familiarizar a sus destinatarios con su conocimiento y aplicación. Tras esta fase deben ponerse en marcha los mecanismos de control para asegurarse de que la norma es debidamente aplicada y detectar las posibles deficiencias en su cumplimiento que requieren corrección, incluso mejorando la propia norma. La observación del trabajo es una actividad preventiva que tiene por objetivo principal la mejora de las actuaciones de los trabajadores y por tal motivo es una valiosa herramienta para controlar el cumplimiento o las carencias de las normas. En todo caso, como se ha dicho, la norma debe ser revisada periódicamente para mantenerla al día en caso de variación en la ejecución de las tareas.

### **Seguimiento, control y actualización**

## **PROCEDIMIENTOS SEGUROS DE TRABAJO Y NORMAS DE SEGURIDAD**

Si bien las normas de seguridad se refieren de una forma concreta a situaciones de riesgo que se pretende controlar interviniendo sobre el comportamiento humano, es importante que, bajo una

concepción de seguridad integrada en los procesos productivos, se normalicen los procedimientos de trabajo, también denominados “instrucciones de trabajo”, integrando los aspectos de seguridad en todas aquellas situaciones en las que las desviaciones de lo previsto puedan generar errores, averías, accidentes (situaciones todas ellas potencialmente causantes de daños).

Con la normalización de los procedimientos de trabajo se trata de regular y estandarizar todas sus fases operativas en las que determinadas alteraciones pueden ocasionar pérdidas o daños, que es necesario evitar.

Aquellos aspectos de seguridad que hay que tener en cuenta deben ser destacados dentro del propio contexto del procedimiento normalizado de trabajo, para que el operario sepa cómo actuar correctamente en las diferentes fases de la tarea y además se perciba claramente de las atenciones especiales que debe tener en momentos u operaciones clave para su seguridad personal, la de sus compañeros y la de las instalaciones. No tendría sentido tener, por un lado, instrucciones de trabajo y, por otro, normas de seguridad para realizar la tarea.

La integración de los procedimientos de trabajo y de las normas de seguridad puede ser flexible. Cabría introducir paulatinamente las normas o recomendaciones de seguridad a medida que se van describiendo las diferentes etapas de la tarea a realizar o cabría desarrollar un apartado específico relativo a normas de seguridad dentro de un procedimiento o instrucción de trabajo, ya sea porque se trata de una cuestión general, por ejemplo: el uso de un determinado equipo de protección individual o de trabajo para actuar con seguridad, ya sea por tratarse de una cuestión específica de especial relevancia, por ejemplo: efectuar una serie de verificaciones previas de la calidad del aire de un espacio confinado, antes de iniciar cualquier trabajo en su interior.

Obviamente los responsables de las áreas de trabajo y de los procesos productivos son quienes deben encargarse de la elaboración de los procedimientos de trabajo y de las normas específicas de seguridad, contando para su redacción con la opinión y la colaboración de los trabajadores. Tanto las instrucciones de trabajo como las normas deberían ubicarse en lugar visible cerca de los puestos de trabajo afectados.

Las instrucciones de trabajo son esenciales en lo que se denominan tareas críticas, que son aquellas en las que por acciones u omisiones puedan suceder accidentes o fallos que es necesario evitar. La empresa debería identificar en su proceso productivo los puntos considerados clave y las tareas asociadas a los mismos que se consideran críticas, por ejemplo: controlar el enclava-

LAS TAREAS CRÍTICAS DEBEN DISPONER  
DE PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO QUE  
INTEGREN TODO LO RELATIVO A LA  
SEGURIDAD



miento eléctrico de un equipo antes de proceder a una tarea de mantenimiento del mismo. Si las tareas críticas han sido debidamente identificadas, se estará en condiciones de proceder a la elaboración de instrucciones de trabajo para regularlas.

## **SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD EN LOS CENTROS Y LOCALES DE TRABAJO**

Todos somos conscientes de la importancia que en nuestros días ha alcanzado la señalización en la vida urbana y la circulación de todo tipo (terrestre, marítima, aérea) y para las personas, de tal forma que sin ella muchas veces se producirían situaciones de caos y se acrecentarían los accidentes. En el mundo laboral se dan situaciones de peligro en las que conviene que el trabajador reciba una determinada información, relativa a su seguridad y a la de las instalaciones y equipos de trabajo, que por ello se denomina señalización de seguridad.

La necesidad de señalización surge para un empresario cuando, ante la imposibilidad de eliminar o reducir suficientemente el riesgo aplicando criterios de prevención o de controlarlo exhaustivamente mediante medidas técnicas u organizativas de protección, debe advertir a los operarios expuestos de la existencia del riesgo y debe orientar o guiar a los trabajadores sobre pautas de comportamiento a seguir ante cada situación de riesgo (obligando, prohibiendo, informando,...), así como facilitar a los mismos la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.

Existen una serie de disposiciones legales relacionadas con el tema de las que se puede destacar el Real Decreto 485/1997, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, que transpone a la legislación española la Directiva 92/58/CEE. Su ámbito de aplicación es el contemplado en el art. 3 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Complementariamente existen varias normas españolas UNE de carácter voluntario, tal como la UNE-EN-ISO 7731:2008 sobre “señales acústicas de peligro”, que aportan información adicional de interés en la aplicación de señales.

Las referencias legales citadas no son de aplicación a la señalización utilizada para la regulación del tráfico por carretera, ferroviario, fluvial, marítimo y aéreo, salvo que los mencionados tipos de tráfico se efectúen en los lugares de trabajo. Tampoco es de aplicación a la señalización prescrita para la comercialización de sustancias y preparados peligrosos.

También se contemplan aspectos de señalización en otras reglamentaciones específicas, por ejemplo: el Reglamento correspondiente al riesgo eléctrico, en el Anexo III.A.5, indica que para el caso de trabajos en tensión la zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión; y el Reglamento de utilización de equipos de trabajo dispone que todo equipo llevará advertencias y señalizaciones.

---

**Concepto de señalización de seguridad y aplicación**

Señalización de seguridad es aquella que suministra una indicación relativa a la seguridad de personas y/o bienes. En el RD 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, en el art. 2, se define la señalización de seguridad como la que, referida a un objeto, actividad o situación determinadas, proporcione una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual, según proceda. El art. 4 del citado Reglamento establece que la señalización deberá emplearse cuando sea necesario:

- a) Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- b) Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- c) Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- d) Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

---

**Requisitos que debe cumplir**

Para que toda señalización sea eficaz y cumpla su finalidad en la prevención de accidentes, debe:

- Atraer la atención de quienes son los destinatarios de la información.
- Dar a conocer la información con suficiente antelación para poder ser cumplida, además ha de ser clara y con una única interpretación.
- Informar sobre la forma de actuar en cada caso concreto.
- Tener posibilidad real de su cumplimiento (ver art. 4 del RD 485/1997).

Según se indica en la Guía Técnica de Señalización, en el comentario referente al art.5.1 del Reglamento de señalización, la infor-

mación específica de todas las medidas que se hayan de tomar; con respecto a la utilización de la señalización de seguridad y salud en el trabajo, la debería proporcionar el empresario al trabajador y a sus representantes directamente.

Siguiendo lo dispuesto en la LPRL, Arts. 15, 16, 17, 18 y 19, el empresario, en primer lugar, debería llevar a cabo la identificación de riesgos tratando de eliminarlos o reducirlos hasta un nivel razonable. Posteriormente, evaluaría los riesgos identificados que no se hayan podido eliminar o reducir razonablemente, planificando su control. El control debería comenzar por considerar la aplicación de medidas técnicas de protección colectiva o de medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

Si después de la aplicación de lo anterior quedan riesgos residuales, se debería complementar con información, formación y protección individual. Dentro de la información está incluida la señalización de seguridad. Por tanto, la señalización en sí no constituye ningún medio de protección, sino que sólo debe cumplir la misión de prevenir accidentes, actuando sobre la conducta humana. Tampoco deberá considerarse una medida sustitutoria de la formación e información de los trabajadores en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Su empleo es complementario de las medidas de seguridad adoptadas, tales como: el uso de resguardos o dispositivos de seguridad, protecciones individuales, salidas de emergencia, etc.; y su puesta en práctica no dispensará, en ningún caso, de la adopción de las medidas de prevención que correspondan.

No debe abusarse en la aplicación de la señalización de seguridad ya que puede llegar a convertirse en ineficaz por el cúmulo y disparidad de mensajes. Más bien la señalización debería limitarse a las situaciones que la hagan estrictamente necesaria, prestando una especial atención a aquellas personas que, por ser ajenas a una instalación o ámbito de trabajo, necesitan la información visual debida.

La señalización deberá permanecer en tanto persista la situación que la motiva. Se instalarán a una altura y posición apropiadas y habrá que limpiarlas, mantenerlas en buen estado y sustituirlas si fuera necesario. Cuando los trabajadores a los que se dirige tengan la capacidad visual o auditiva limitadas, incluidos los casos en que ello se deba al uso de equipos de protección individual, deberán tomarse las medidas suplementarias o de sustitución necesarias.

## Utilización de la señalización

LA CORRECTA SEÑALIZACIÓN RESULTA EFICAZ COMO TÉCNICA DE SEGURIDAD COMPLEMENTARIA, PERO NO DEBE OLVIDARSE QUE, POR SÍ MISMA, NUNCA ELIMINA EL RIESGO

## Clases de señalización

### CLASES DE SEÑALIZACIÓN

#### ÓPTICA

Señales de seguridad  
Avisos de seguridad  
Colores de señalización  
Balizamiento  
Alumbrado de seguridad

#### ACÚSTICA

#### OLFATIVA

#### TÁCTIL

#### GESTUAL

La señalización empleada como técnica de seguridad puede clasificarse en función del sentido por el que se percibe en: óptica, acústica, olfativa, táctil y gestual. Cabe destacar que las señales olfativa y táctil no están contempladas en el RD 485/1997.

En este capítulo trataremos de las señales de seguridad para lugares de trabajo. Según el RD 485/1997, Anexo III. 3, los tipos de señales de seguridad pueden ser de prohibición si prohíben un comportamiento susceptible de provocar un peligro. Son de obligación cuando obligan a un comportamiento determinado. Son de advertencia cuando advierten de un riesgo o peligro. Son de información cuando proporcionan una indicación de seguridad o de salvamento. Son de salvamento cuando indican la salida de emergencia, la situación del puesto de socorro o el emplazamiento de un dispositivo de salvamento. Finalmente son indicativas cuando proporcionan también información relativa a la seguridad, pero distinta a las descritas.

## SEÑALES VISUALES DE SEGURIDAD

Las señales de seguridad más usuales son las que se presentan en forma de panel y que, por la combinación de una forma geométrica, de colores y de un símbolo o pictograma, proporcionan una determinada información, cuya visibilidad está asegurada por una iluminación de suficiente intensidad (ver RD 485/1997 Anexo III).

Además de las señales descritas, existe la señal adicional o auxiliar que suele contener generalmente un texto que se añade a otra de las descritas anteriormente como señales de seguridad en forma de panel, facilitando a éstas informaciones complementarias (ver RD 485/1997 art. 2 g) y h)).

Existe también la señal complementaria de riesgo o peligro permanente, que se empleará en aquellos casos en que no se utilicen formas geométricas normalizadas para la señalización de lugares que suponen riesgo o peligro permanente de choque, caídas, etc. (tales como pilares, huecos, partes salientes de equipos móviles, muelles de carga, escalones, etc.).

## Color de seguridad

Es aquel al cual se le atribuye un significado concreto en relación con la seguridad y salud en el trabajo (ver RD 485/1997 art. 2 y Anexo II).

## Formas geométricas de las señales

Todos sabemos que algunas personas tienen anomalías que les impiden percibir ciertos colores. Para paliar tales inconvenientes se emplean las señales con unas formas prefijadas a las que, al igual que a los colores de seguridad, se les asignan unos significados.

<b>COLOR DE SEGURIDAD: SIGNIFICADO Y APLICACIONES</b>		
<b>Color</b>	<b>Significado</b>	<b>Indicaciones y precisiones</b>
ROJO	Señal de prohibición.	Comportamientos peligrosos.
	Peligro-alarma.	Alto, parada, dispositivos de desconexión de emergencia. Evacuación.
	Material y equipos de lucha contra incendios.	Identificación y localización.
AMARILLO O AMARILLO-ANARANJADO	Señal de advertencia.	Atención, precaución. Verificación.
AZUL*	Señal de obligación.	Comportamiento o acción específica. Obligación de utilizar un equipo de protección individual.
VERDE	Señal de salvamento o de auxilio.	Puertas, salidas, pasajes, material, puestos de salvamento o de socorro, locales.
	Situación de seguridad.	Vuelta a la normalidad.

\* El color azul se considera color de seguridad cuando se utiliza junto con un símbolo o un texto, sobre una señal de obligación o de indicación, dando una consigna de prevención técnica.

Estas formas pueden ser: el círculo, que, con borde y banda diametral roja sobre fondo blanco, significa señal de prohibición y si es con borde blanco y fondo azul significa señal de obligación. Otra forma es la del triángulo equilátero, que con fondo amarillo significa señal de advertencia de peligro. Finalmente está el cuadrado o el rectángulo, que, con fondo rojo, significa información sobre equipos de lucha contra incendios, con fondo verde, información sobre salidas de socorro, dispositivos de socorro y primeros auxilios y finalmente, con fondo azul, se emplea para otras indicaciones (ver RD 485/1997 Anexo III.1).

La forma geométrica y el color de seguridad de las señales se complementan con unos dibujos esquemáticos que se disponen en el interior de los mismos para describir una situación determinada y que sirven para concretar su significado. Los símbolos deben ser lo más simples posible, debiendo eliminarse los detalles que no sean esenciales para la comprensión de la señal.

**Símbolos o pictogramas**

Se ha visto cómo el símbolo interviene en el mensaje que conlleva toda señal de seguridad, complementando a la misma y concretando su significado. Ello implica que ambos deben captarse al unísono pero de una forma diferenciada, estando el color del símbolo en función del de seguridad.

**Otros colores que forman parte de las señales de seguridad**

Además, interviene en la señal de seguridad un tercer color, que a veces coincide con el del símbolo, cuya función es la de mejorar las condiciones de visibilidad de la señal y resaltar su contenido. Por ello, este color no se elige de una forma caprichosa sino que será en función del color de seguridad, al cual complementa.

<b>COMBINACIONES ENTRE COLORES DE SEGURIDAD, DE CONTRASTE Y COLOR DE LOS SÍMBOLOS</b>		
<b>Seguridad</b>	<b>Contraste</b>	<b>Símbolos</b>
ROJO.....	BLANCO	NEGRO
AMARILLO O AMARILLO-ANARANJADO.....	NEGRO	NEGRO
VERDE.....	BLANCO	BLANCO
AZUL.....	BLANCO	BLANCO

### **Dimensiones de las señales a aplicar**

Las dimensiones de una señal estarán en función de la distancia a la que se desea que se perciba. Puede ser útil la aplicación de la norma UNE 1115:1985, por la cual hasta una distancia de 50 m se aplicará la fórmula:

$$S \leq L^2/2000$$

en la que S representa la superficie de la señal en metros cuadrados y L la distancia en metros desde la cual debe percibirse la señal. Existe una relación entre la distancia máxima de observación prevista para una señal y la dimensión característica de la misma.

En el caso concreto de las señales relativas a la ubicación de los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendios, pulsadores manuales de alarma y/o dispositivos de disparo de sistema de extinción) el Código Técnico de la Edificación (Real Decreto 314/2006) establece unas dimensiones concretas en función de la distancia del observador (inferior a 10 m, entre 10 y 20 m, y entre 20 y 30 m).

A su vez, la norma UNE 23034: 1988 a la que remite el Código Técnico de la Edificación, también contempla unas dimensiones concretas para las señales de las salidas de emergencia.

### **Otras señales de seguridad**

Adicional o auxiliar es aquella señal de seguridad que contiene exclusivamente un texto y que se utiliza conjuntamente con una de las señales de seguridad mencionadas en los apartados anteriores. El fondo de la señal debería ser del color de seguridad de la señal a la que acompaña y el texto, en el color de contraste correspondiente.

Las señales adicionales o auxiliares serán de forma rectangular con la misma dimensión máxima que la señal a la que acompañan y colocada debajo de ella (ver RD 485/1997 art. 2 h).

Señal indicativa es aquella que proporciona otras informaciones de seguridad distintas de las consideradas (ver RD 485/1997 art. 2 f).

Señales de seguridad contra incendios son señales aptas para su utilización en el campo de la protección y lucha contra incendios (ver RD 485/1997 Anexo VII.5).

Siguiendo lo establecido en el Real Decreto 485/1997 Anexo VII. 2, la utilización de franjas alternas amarillas y negras con una inclinación de 45° debería limitarse exclusivamente a la advertencia del peligro de caídas, choques y golpes, no siendo recomendable utilizarlas para pintar elementos de seguridad tales como barandillas y resguardos en máquinas.

La señalización de superficies dedicadas a funciones específicas, tales como almacenamientos intermedios, ubicación de equipos móviles y zonas de libre acceso a medios de extinción y vías de evacuación, no debería efectuarse con bandas amarillas y negras sino utilizando un código específico de señalización. Por ejemplo: los almacenamientos intermedios podrían señalizarse contorneándolos perimetralmente con bandas iguales a las utilizadas para las vías de circulación (franjas continuas de un color bien visible, preferentemente blanco o amarillo, teniendo en cuenta el color del suelo, respetando las necesarias distancias de seguridad entre vehículos y objetos próximos, y entre peatones y vehículos) y su zona interior, con color o bandas identificativas de tal función. Las zonas de acceso a los medios de extinción deberían marcarse en el suelo contorneándolas perimetralmente con bandas rojas.

En el Anexo VII apartado 4 del Real Decreto 485/1997 se exponen las disposiciones mínimas relativas a señalizaciones de tuberías, recipientes y áreas de almacenamiento de sustancias y preparados peligrosos.

Se indica que los recipientes y tuberías visibles, que contengan o puedan contener productos a los que sea de aplicación la normativa sobre comercialización de sustancias o preparados peligrosos, deberán ser etiquetados según lo dispuesto en la misma. Esto es: se pueden emplear las etiquetas correspondientes para pegar, fijar o pintar sobre los recipientes o tuberías. En el caso de éstas, las etiquetas se colocarán a lo largo de la tubería en número suficiente y, siempre que existan puntos de especial riesgo, como válvulas o conexiones, en su proximidad. Además, se puede complementar tal señalización con la aplicación de la norma UNE 1063:2000, "Caracterización de tuberías según la materia de paso", que establece la caracterización de la naturaleza de la sustancia con un color básico, así como la norma UNE 100100:2000 "Climatización. Código de colores".

EN EL CASO DE EXISTENCIA DE NORMATIVA  
ESPECÍFICA DE SEÑALIZACIÓN DE EQUIPOS  
O INSTALACIONES, SE APLICARÁ ÉSTA  
PRIORITARIAMENTE

Existe también la opción de sustituir el etiquetado por la señalización de advertencia de forma triangular con el correspondiente pictograma negro sobre fondo amarillo. En el caso de zonas, locales o recintos utilizados para almacenar cantidades importantes de sustancias o preparados peligrosos se podrían señalar agrupando las etiquetas y señales de advertencia correspondientes y colocándolas, según el caso, cerca del lugar de almacenamiento o en la puerta de acceso al mismo.

---

**Señales luminosas  
y acústicas**

Las características y requisitos de las señales luminosas vienen recogidas en el Anexo IV del RD 485/1997 en el que, entre otros aspectos, se indica que la luz emitida por la señal deberá provocar un contraste luminoso apropiado respecto a su entorno, y su intensidad deberá garantizar su percepción, sin llegar a producir deslumbramientos. Es importante tener en cuenta no utilizar dos señales luminosas al mismo tiempo que puedan dar lugar a confusión, ni una señal luminosa cerca de otra emisión luminosa apenas diferente. Asimismo, cuando se utilice una señal luminosa intermitente, la duración y frecuencia de los destellos deberán permitir la correcta identificación del mensaje, evitando que pueda ser percibida como continua o confundida con otras señales luminosas.

Las señales acústicas, igual que las señales ópticas, han de facilitar que los trabajadores reciban mensajes clave de seguridad, en aquellas situaciones en que no sea suficiente garantía de percepción la señalización gráfica y de colores. Tal es el caso de las carretillas automotoras y equipos móviles, en su circulación en los ámbitos de trabajo, o incluso determinadas máquinas fijas cuando están en funcionamiento. La señalización acústica estará libre de interferencias y sus códigos acústicos de comunicación serán claros y perfectamente inteligibles en todos aquellos puntos en que pueda ser necesaria su audición. Es importante que las alarmas acústicas no suenen con demasiada frecuencia y sin un motivo que lo justifique, pues, de lo contrario, ello puede contribuir a que el personal no actúe correctamente cuando se requiere o que incluso las alarmas se desconecten. En ningún caso se utilizarán dos señales acústicas simultáneamente. Por otra parte, es conveniente realizar simulacros de audición de señales acústicas, cuando nos encontremos en situaciones potenciales de emergencia y éstas no se presenten, como debe ser lógico, con frecuencia.

Se podrá optar por una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal para alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, según el Anexo VII del RD 485/1997. A igualdad de eficacia podrá optarse por una cualquiera de las tres; también



podrá emplearse una combinación de una señal luminosa con una señal acústica o con una comunicación verbal.

La Comunicación verbal es un mensaje verbal predeterminado, en el que se utiliza voz humana o sintética (a diferencia de la señal acústica que es una señal sonora codificada, emitida y difundida por medio de un dispositivo apropiado, sin intervención de voz humana o sintética).

Por otra parte, la señal gestual se identifica con un movimiento o disposición de los brazos o de las manos en forma codificada para guiar a las personas que estén realizando maniobras que constituyan un riesgo o peligro para los trabajadores.

Las comunicaciones verbales se pueden emplear en lugar o como complemento de las señales gestuales, dado que son perfectamente compatibles. Este tipo de comunicación puede ser directa (utilización de la voz humana) o indirecta (voz humana o sintética, difundida por un medio apropiado).

La comunicación verbal puede complementar a las señales acústicas, como alarmas, y está especialmente indicada en situaciones de emergencia, en las que el humo, la oscuridad u otros obstáculos dificultan la apreciación de señales visuales. En dichas situaciones los mensajes serán tan claros, concisos y cortos como sea posible. En cualquier caso, las personas afectadas deberán conocer bien el lenguaje utilizado, a fin de poder pronunciar y comprender correctamente el mensaje verbal y adoptar, en función de éste, el comportamiento apropiado en el ámbito de la seguridad y la salud.

Respecto a las señales gestuales, cabe destacar que pueden ser necesarias cuando la comunicación oral entre personas puede verse dificultada en determinadas operaciones que entrañan peligros, tales como el transporte de cargas con equipos de elevación o la propia circulación vial.

Las señales gestuales, tal como establece el RD 485/1997 en su Anexo VI, requieren una serie de gestos codificados, fundamentalmente con la utilización de los brazos de una manera clara y precisa para no generar confusión. Una señal gestual debe ser además simple, fácil de realizar y comprender y claramente distinguible de cualquier otra señal gestual.




Dentro de las reglas particulares de utilización que establece el Reglamento, cabe destacar la importancia de garantizar en todo momento la visibilidad entre el “encargado de las señales” - responsable de dar las instrucciones de maniobra- y el “operador” - destinatario de las mismas. Tal encargado de las señales deberá dedicarse exclusivamente a dirigir las maniobras y a la seguridad de los trabajadores situados en las proximidades.

A continuación se reproducen diversas señales normalizadas de seguridad y salud, según los Anexos del RD 485/1997.




---

## **Comunicaciones verbales y señales gestuales**


**SEÑALES GESTUALES****A) gestos generales**

Significado	Descripción	Ilustración
COMIENZO Atención Toma de mando	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia delante	
ALTO Interrupción Fin del movimiento	El brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano derecha hacia delante	
FIN de las operaciones	Las dos manos juntas a la altura del pecho	

**B) Movimientos verticales**

Significado	Descripción	Ilustración
IZAR	Brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano derecha hacia delante describiendo lentamente un círculo	
BAJAR	Brazo derecho extendido hacia abajo, palma de la mano derecha hacia el interior, describiendo lentamente un círculo	
DISTANCIA VERTICAL	Las manos indican la distancia	

<b>C) Movimientos horizontales</b>		
Significado	Descripción	Ilustración
AVANZAR	Los dos brazos doblados, las palmas de las manos hacia el interior, los antebrazos se mueven lentamente hacia el cuerpo	
RETROCEDER	Los dos brazos doblados, las palmas de las manos hacia el exterior, los antebrazos se mueven lentamente, alejándose del cuerpo	
HACIA LA DERECHA Con respecto al encargado de las señales	El brazo derecho extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano derecha hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección	
HACIA LA IZQUIERDA Con respecto al encargado de las señales	El brazo izquierdo extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano izquierda hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección	
DISTANCIA HORIZONTAL	Las manos indican la distancia	

D) Peligro		
Significado	Descripción	Ilustración
PELIGRO Alto o parada de emergencia	Los dos brazos extendidos hacia arriba, las palmas de las manos hacia adelante	
RÁPIDO	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen con rapidez	
LENTO	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen muy lentamente	

**SEÑALES DE PROHIBICIÓN**

Forma redonda. Pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda (transversal descendente de izquierda a derecha atravesando el pictograma a 45° respecto a la horizontal) rojos (el rojo deberá cubrir como mínimo el 35 por 100 de la superficie de la señal).



Prohibido fumar



Prohibido fumar y encender fuego



Prohibido pasar a los peatones



Prohibido apagar con agua



Agua no potable



Entrada prohibida a personas no autorizadas



Prohibido a los vehículos de mantenimiento



No tocar

**SEÑALES DE ADVERTENCIA**

Forma triangular. Pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal), bordes negros.

Como excepción, el fondo de la señal sobre "materias nocivas o irritantes" será de color naranja, en lugar de amarillo, para evitar confusiones con otras señales similares utilizadas para la regulación del tráfico por carretera.



Materias inflamables



Materias explosivas



Materias tóxicas



Materias corrosivas



Materias radiactivas



Cargas suspendidas



Vehículos de mantenimiento



Riesgo eléctrico



Peligro en general



Radiaciones laser



Materias comburentes



Radiaciones no ionizantes



Campo magnético intenso



Riesgo de tropezar



Caída a distinto nivel



Riesgo biológico



Baja temperatura



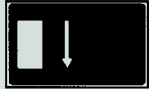
Materias nocivas o irritantes

**SEÑALES DE SALVAMENTO O SOCORRO**

Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo verde (el verde deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).



Vía / salida de socorro



Teléfono de salvamento y primeros auxilios



Dirección que debe seguirse (señal indicativa adicional a las siguientes)



Primeros auxilios



Camilla



Ducha de seguridad



Lavado de los ojos

**SEÑALES DE OBLIGACIÓN**

Forma redonda. Pictograma blanco sobre fondo azul (el azul deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).



Protección obligatoria de la vista



Protección obligatoria de la cabeza



Protección obligatoria del oído



Protección obligatoria de las vías respiratorias



Protección obligatoria de los pies



Protección obligatoria de las manos



Protección obligatoria del cuerpo



Protección obligatoria de la cara



Protección individual obligatoria contra caídas



Vía obligatoria para peatones



Obligación general (acompañada, si procede, de una señal adicional)

**SEÑALES RELATIVAS A LOS EQUIPOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS**

Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo rojo (el rojo deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).

Manguera para incendios

Escalera de mano

Extintor

Teléfono para la lucha contra incendios

Dirección que debe seguirse (señal indicativa adicional a las anteriores)

**SEÑAL COMPLEMENTARIA DE RIESGO PERMANENTE**

La señalización se efectuará mediante franjas alternas amarillas y negras. Las franjas deberán tener una inclinación aproximada de 45° y ser de dimensiones similares de acuerdo con el siguiente modelo:



# Lugar y superficie de trabajo

# 7

Las estadísticas muestran que una buena proporción de accidentes tiene su origen en deficiencias en la concepción y el diseño de los lugares y puestos de trabajo y de los accesos a ellos. La seguridad en el trabajo mejora de forma notable si se planifica cuidadosamente el diseño de las instalaciones y su ubicación. Un buen diseño preventivo, de los edificios y lugares de trabajo y de cada puesto de trabajo en concreto, evita muchas situaciones inseguras.

Una correcta planificación comienza en la fase de proyecto de las instalaciones y de los espacios de trabajo, en la ubicación de equipos y maquinaria y en la previsión y la elaboración de métodos de trabajo, contemplando la adaptación de todas las condiciones materiales de trabajo a las personas. El proyecto deberá tener en cuenta todas las normas legales de seguridad a la hora de diseñar las instalaciones, máquinas y equipos que puedan ser peligrosos.

La eficacia de las medidas preventivas en esta fase previa es mucho mayor, su realización es más fácil y su coste es menor que si se actúa sobre instalaciones o equipos ya en funcionamiento; la incorporación de soluciones a posteriori, que en ocasiones son parciales, no resuelve completamente los problemas.

La organización de un centro de trabajo y la planificación de la producción exigen estudiar previamente una serie de factores clave para que el proyecto se desarrolle bajo exigencias de “calidad” y dé buenos resultados. Factores a considerar son el emplazamiento, el propio proceso productivo, los materiales -tanto materias primas como productos semiacabados o acabados-, los equipos y medios de transporte, los métodos y procedimientos de trabajo y el comportamiento humano, entre otros. Cada uno de ellos puede ser una fuente potencial de situaciones inseguras y deben por tanto conocerse de antemano sus características y exigencias para controlarlos adecuadamente.

ES NECESARIA LA SEGURIDAD EN EL  
PROYECTO PARA UNA MAYOR EFECTIVIDAD  
Y RENTABILIDAD DE LAS MEDIDAS  
PREVENTIVAS

---

## FASE DE PROYECTO: ASPECTOS GENERALES

**Emplazamiento** El primer factor que hay que considerar es la ubicación del centro de trabajo y de sus locales. Se tratará de conocer y controlar la influencia que el centro de trabajo puede ejercer sobre su entorno físico (contaminación en sus diversas formas, proximidad a núcleos urbanos, etc.) y también los efectos negativos que el medio ambiente exterior puede ocasionar en el centro de trabajo, como los factores climáticos (vientos predominantes, lluvias, etc.) o geográficos (desnivel del terreno, cauces fluviales, etc.). Las fábricas que utilicen o produzcan sustancias peligrosas han de situarse lejos de núcleos urbanos dada la posibilidad de efectos nocivos sobre sus habitantes y deben poner especial atención en respetar el marco legal vigente sobre protección medioambiental.

---

**Proceso productivo** Los procesos productivos que pueden calificarse de peligrosos deben situarse en edificios separados o en áreas aisladas. El número de personas que trabajen en ellos o que puedan verse afectados por sus riesgos deberá ser lo más limitado posible. Los procesos productivos son determinantes en cuanto a las exigencias legales y técnicas de los lugares de trabajo y de las instalaciones o servicios con que éstos deben equiparse.

---

**Materiales utilizados** Una gran cantidad de accidentes con pérdidas humanas y daños a las instalaciones han ocurrido por desconocimiento o por no haber tenido en cuenta las características físico-químicas de las sustancias peligrosas y su comportamiento. El conocimiento de su peligrosidad a todos los niveles es el primer paso para poder adoptar medidas preventivas. Uno de los principios de la acción preventiva (art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales) es el de sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.

---

**Equipos y métodos de trabajo** Los accidentes también se reducen si se han proyectado las instalaciones y equipos en ámbitos de trabajo que permitan una correcta interrelación con las personas y con los métodos de trabajo previstos. Hay que evitar en lo posible que, en las diferentes líneas y fases de producción y de almacenamiento, se produzcan entrecruzamientos en el movimiento y la circulación de materiales y personas, disponiendo de suficiente espacio de trabajo para llevar a cabo las funciones previstas.

En definitiva, la seguridad en el proyecto tiende a conseguir la planificación racional de locales e instalaciones de modo que estén



acordes con el proceso productivo y con los procedimientos de trabajo previstos. El diseño, construcción y montaje de instalaciones y equipos, de acuerdo con normas de reconocido prestigio, más allá del cumplimiento de las exigencias reglamentarias, es una garantía de calidad del trabajo realizado que contribuirá notoriamente a la seguridad y fiabilidad en su funcionamiento. Está comprobado que la mayoría de fallos que acontecen en los procesos productivos tienen su origen precisamente en la fase de diseño, aunque su materialización suele acontecer en las fases finales y en donde los costes que generan son mucho más altos.

Las dimensiones de los lugares de trabajo deben cubrir las necesidades presentes y prever futuras ampliaciones. La empresa como toda organización con vitalidad, está en constante proceso de evolución, debiendo preverse por ello cierta versatilidad en sus instalaciones para poder adaptarse con facilidad a modificaciones y ampliaciones.

Los lugares de trabajo se distribuirán de manera que favorezcan el flujo entre materias primas, productos en elaboración y productos acabados, de acuerdo con el proceso productivo y haciendo previsión del espacio suficiente para su transporte y almacenamiento.

Hay que tener en cuenta que en el lugar de trabajo se ha de permanecer durante mucho tiempo y en él debe poder darse respuesta aceptable no sólo a las necesidades funcionales del proceso productivo, sino también a las necesidades personales y colectivas de todos los miembros de la organización. Descansar, comer, comunicarse, etc. son necesidades que deben ser consideradas en todo centro de trabajo en función de las características del mismo y de la organización del trabajo.

La previsión de almacenamientos intermedios en lugares próximos a los lugares de trabajo, de acuerdo con las exigencias del proceso productivo, y la existencia de los espacios necesarios debidamente equipados para descanso y para reuniones, además de los servicios higiénicos adecuadamente distribuidos, son aspectos básicos a considerar en el equipamiento del lugar de trabajo. Todo ello, si se realiza bajo una concepción ergonómica, contribuirá a su confortabilidad y a la calidad del trabajo que allí se realice.

### **Dimensiones y disposición de los lugares de trabajo**

EL LUGAR DE TRABAJO DEBE SER DISEÑADO DE ACUERDO CON LAS NECESIDADES FUNCIONALES DEL PROCESO PRODUCTIVO Y DE LOS PROPIOS TRABAJADORES. EL LUGAR DE TRABAJO DEBE SER HABITABLE

## **CONDICIONES GENERALES DE SEGURIDAD EN LOS LUGARES DE TRABAJO**

Mantener los lugares de trabajo en un nivel de seguridad aceptable significa que el trabajador no ha de sufrir la exposición a

riesgos debidos a espacios reducidos, separaciones insuficientes, condiciones de iluminación deficientes, mala distribución de máquinas y equipos, falta de orden y limpieza o falta de mantenimiento de instalaciones y equipos. Todos los puntos citados son factores que, además de ser fuentes concretas de riesgos, pueden aumentar la posibilidad de actualización de otros riesgos por los inconvenientes e incluso la incomodidad que provocan.

Las recomendaciones que siguen, referentes a locales y elementos estructurales de los mismos, tienen su sustento legal en el Real Decreto 486/1997. Por otro lado, siempre que sea posible se hará referencia al artículo correspondiente del propio RD o de sus anexos.

---

**Definición** De acuerdo con el artículo 2 del citado RD se entiende por “lugares de trabajo” las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deben permanecer o a las que puedan acceder como consecuencia de su trabajo. Se incluyen los servicios higiénicos y locales de descanso, los locales de primeros auxilios y los comedores.

---

**Seguridad estructural** Los edificios y locales de los lugares de trabajo deben poseer la estructura y la solidez apropiadas para soportar las cargas o esfuerzos a que estén o vayan a estar sometidos; además, dispondrán de un sistema de armado, sujeción o apoyo que garantice su estabilidad. No se sobrecargarán los pisos y las plantas de los edificios. En los trabajos en techos y cubiertas se suelen producir numerosos accidentes graves y mortales por rotura del material que los constituye, por lo que cada una de las plantas y plataformas de trabajo deberán tener señalizadas las cargas máximas que pueden ser soportar o tener suspendidas, no debiéndose sobrepasar nunca dichas cargas. Tal medida adquiere una especial importancia cuando pueden producirse situaciones en las que sea factible la modificación de las condiciones de uso y carga de un local de trabajo o área de almacenamiento. Hay que tener en cuenta que los forjados de los pisos han sido calculados normalmente para unas limitadas condiciones de uso. Antes del acceso a los techos y cubiertas también se deberá tener en cuenta la presencia de moho, liquen, etc. que pueden hacer las superficies extraordinariamente resbaladizas. Nunca hay que acceder a una cubierta que no sea específicamente considerada como “transitable”, salvo cuando se disponga de autorización para ello y se hayan adoptado las medidas preventivas pertinentes para garantizar la seguridad estructural. (Véase el punto 1 del Anexo I-A del RD 486/1997)

No es fácil generalizar en esta cuestión, puesto que, aparte de las relaciones que deben existir entre el número de trabajadores y las medidas del local, el tipo de trabajo que se desarrolla influye esencialmente en las dimensiones recomendables. Poco tienen que ver, por ejemplo, las recomendaciones que pueden darse para una oficina en la que se realizan exclusivamente trabajos administrativos en posición de sentado con las que convienen en un taller de transformaciones metálicas o en una fábrica de pinturas, en cuanto a espacio libre se refiere, debido a las sustanciales diferencias de ambiente físico de trabajo. No obstante, en el aspecto legal el RD citado establece las siguientes dimensiones mínimas que deben respetarse en todo local de trabajo de acuerdo con el apartado 2.1 del Anexo I-A del Real Decreto 486/1997:

- 3 metros de altura desde el piso hasta el techo. En locales comerciales, de servicios, oficinas y despachos la altura podrá reducirse a 2,5 m.
- 2 metros cuadrados de superficie libre (descontando los espacios ocupados por máquinas, aparatos, instalaciones y materiales) por cada trabajador.
- 10 metros cúbicos, no ocupados, por trabajador.

Por otro lado, el acceso de trabajadores autorizados a zonas peligrosas exigirá una evaluación previa y específica de los riesgos presentes en el acceso, permanencia y salida de dichos espacios. Cuando los resultados de la evaluación lo hagan necesario, las medidas preventivas y de protección que hay que adoptar se deberán recoger en un procedimiento de trabajo.

Mención especial merecen los trabajos que se realizan en los denominados “espacios confinados”. En general, dichos espacios son ocupados ocasionalmente para efectuar operaciones de mantenimiento, reparación o limpieza. Como ejemplos de ellos cabe citar: los depósitos cerrados y tanques de almacenamiento, ciclones, conductos de aire acondicionado y ventilación, hornos y calderas, alcantarillas, bodegas, fosas sépticas, silos, cisternas de transporte, galerías subterráneas, fosas y zanjas, sótanos o lugares bajo nivel próximos a puntos de descarga de gases y zanjas en las que existen tuberías de gases.

Los accidentes que se producen en tales espacios confinados son, la mayoría de las veces, mortales y afectan no solamente a las personas que entran en ellos para realizar un trabajo sino también a otras personas que, ante una emergencia, se introducen en los mismos para intentar un rescate, pero que no conocen los riesgos que existen ni disponen de medios adecuados para efectuarlo.

Los peligros asociados a un espacio confinado pueden ser muy variados, según el tipo de espacio de que se trate; de forma no exhaustiva cabe citar los siguientes: existencia de una atmósfera suboxigenada o sobreoxigenada, inflamable, tóxica, irritante y/o

**Dimensiones mínimas de los locales de trabajo. Zonas de trabajo peligrosas**

corrosiva, presencia de contaminantes biológicos, existencia de materiales que pueden dar lugar al atrapamiento de las personas (análogamente a como se puede producir en una ciénaga), maquinaria que se puede poner intempestivamente en movimiento o liberación de energía acumulada, elementos en tensión eléctrica, ambiente caluroso o frío, espacios de reducidas dimensiones que pueden ocasionar atrapamiento, materiales sin sujeción adecuada, etc. Así mismo, hay que tener en cuenta que el peligro puede ser introducido en el espacio confinado por los propios trabajadores al efectuar sus labores, tal sería el caso de operaciones de pintado en dichos espacios, en las que se puede producir la evaporación de disolventes, o las operaciones de soldadura en los mismos, que desprenden humos y gases.

Por otra parte, el concepto de entrada en un espacio confinado no se debe tomar en el sentido estricto, dado que no es necesario que la persona se introduzca totalmente en él. Por ejemplo, en un depósito que haya contenido un gas inerte licuado y no haya sido ventilado; si se abre la entrada de hombre sin haber comprobado la atmósfera existente en el interior (ausencia de oxígeno), bastaría que una persona introdujera la cabeza y realizara un par de inhalaciones para que sufriera un desvanecimiento inmediato y, si no se le saca rápidamente, se produjera la muerte.

Para trabajar en un espacio confinado se debería establecer previamente una organización de la actividad, de forma que se garantice en todo momento la salud y seguridad de los trabajadores involucrados.

---

## Suelos y aberturas

Los pavimentos inadecuados o en malas condiciones son causa de accidentes como las caídas por resbalones o tropezones. Elegir el tipo de suelo más conveniente depende, entre otros, de factores tales como la carga y los esfuerzos que ha de soportar, y de la agresividad química de los productos que puedan derramarse. Aspectos como el color y la textura de los suelos y otras superficies de trabajo permiten influir positivamente en el control de las caídas y la mejor ordenación y control del espacio de trabajo.

En general se recomienda que el suelo sea liso, estable, no resbaladizo, sin irregularidades ni pendientes peligrosas y de fácil limpieza. Cuando el proceso productivo sea húmedo, debe disponerse de un buen drenaje. En lugares donde puedan producirse cargas electrostáticas el suelo ha de ser ligeramente conductor de la electricidad. En relación con el confort, el suelo ha de tener una baja conductividad térmica y ser un buen absorbente del ruido y de las vibraciones.

Un factor importante que hay que tener en cuenta es que el suelo no resbale. Las caídas por resbalamiento ocurren normalmente

porque no existe un contacto eficaz entre la suela del zapato y el suelo, ya sea porque haya agua, aceite, polvo, etc., ya sea porque la combinación suela - superficie del suelo no es adecuada. En la tabla I adjunta se da la resistencia relativa al deslizamiento según distintas combinaciones de suelo y suelas de zapatos, en condiciones húmedas o mojadas. Las superficies inclinadas deben ser especialmente anti-resbaladizas, disponiendo de elementos que faciliten la adherencia del calzado. El suelo liso y mojado es siempre muy resbaladizo, para evitarlo hay que procurar que no pueda producirse acumulación de agua en zonas de paso y que el material de las mismas sea lo más adherente posible. Recubrimientos especiales pueden ayudar a mejorar la adherencia en suelos lisos que estén normalmente mojados.

Si el piso no es llano, las diferencias de altura se deberían salvar mediante rampas. Todo cambio de nivel, por pequeño que sea, es un factor de riesgo, por ello es conveniente minimizarlos y señalizarlos. En el caso en que los suelos puedan verse sometidos a temperaturas extremas deberán disponer de juntas de dilatación.

El pavimento ha de ser suficientemente resistente para soportar tanto las cargas estáticas (máquinas, estanterías, etc.) como las cargas dinámicas (tráfico de vehículos, carretillas elevadoras, etc.). Estas cargas máximas se deberán indicar por medio de rótulos o inscripciones situadas convenientemente.

<b>RESISTENCIA RELATIVA AL DESLIZAMIENTO</b>				
<b>CONDICIONES DEL SUELO</b>	<b>TIPO DE SUELO</b>	<b>MATERIAL DE LA SUELA DEL ZAPATO</b>		
		<b>Cuero o PVC</b>	<b>Goma y Poliuretanos</b>	<b>Goma y poliuretanos microcelulares</b>
	Acero inoxidable	1	1	2
	Cerámica pulida	1	1	2
	Madera pulida	1	1	2
	Resina pulida	1	1	2
	Cerámica mate	1	2	2
	Terrazo	1	2	3
	PVC/vinilo	2	2	3
	Cemento/hormigón	2	3	3
	Piedra de pavimento	2	3	3

Cuando haya riesgo de derrames de líquidos (aceites, disolventes, ácidos, productos corrosivos, etc.), se deben realizar las pruebas que sean precisas para asegurarse de que el pavimento es resistente a dichas sustancias. También deben resistir a los factores ambientales (agua, humedad, condensaciones, calor, vibraciones, etc.) y a las condiciones meteorológicas (luz solar, heladas, lluvia, etc.).

En cuanto al confort, el pavimento ha de tener una baja conductividad térmica y ser un buen absorbente del ruido y de las vibraciones y, en los lugares donde puedan producirse explosiones por electricidad estática, debería ser ligeramente conductor de la electricidad.

### *Aberturas y barandillas*

Los huecos no protegidos son, con mucha frecuencia, causa de accidentes. En el sector de la construcción, donde pueden encontrarse pasos de escalera, huecos de ascensor o aberturas de piso sin ningún tipo de protección, son especialmente frecuentes, y no deben olvidarse los trabajos sobre plataformas en altura que se realizan en todos los sectores productivos, ya sea de forma habitual u ocasional. Las aberturas o desniveles que supongan un riesgo de caída de personas se deben proteger mediante barandillas u otros sistemas de protección de seguridad equivalente, que pueden tener partes móviles si es necesario disponer de acceso a la abertura. En particular, de acuerdo con el apartado 3.2 del Anexo I-A del RD 486/1997 se deben proteger:

- a) Las aberturas en suelos.
- b) Las aberturas en paredes o tabiques, siempre que su situación y dimensiones supongan un riesgo de caída de personas, y las plataformas, muelles o estructuras similares. La protección lateral no será obligatoria, sin embargo, si la altura de caída es inferior a dos metros.
- c) Los lados abiertos de las escaleras y rampas de más de 60 cm de altura. Los lados cerrados tendrán un pasamanos, a una altura mínima de 90 cm, si la anchura de la escalera es superior a 1,2 m; si es menor, pero ambos lados son cerrados, al menos uno de los dos llevará pasamanos.

En todos estos casos, la mejor protección consiste en la colocación de barandillas construidas con materiales rígidos de probada resistencia y solidez (se aconseja 150 kg/ml) de 0,90 m de altura y que dispongan de una protección (son recomendables los plintos y rodapiés de 15 cm de altura) que impidan el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas. Los huecos entre la barandilla y el plinto también se pueden proteger, bien mediante una barra horizontal, bien por medio de barrotes verticales.

Las barandillas deben comprobarse periódicamente para verificar que mantienen las características de resistencia iniciales, reparándose o sustituyéndose en caso necesario. En el caso de barandillas metálicas debe prestarse especial atención a los efectos de la corrosión en sus puntos de anclaje, lo que podría limitar considerablemente su resistencia.

También son apropiadas para evitar las caídas a distinto nivel las redes de diferentes tipos que se utilizan en construcción o cualquier otro tipo de cerramiento vertical u horizontal. En cualquier caso, las aberturas en suelos deben protegerse con elementos resistentes y estables en los que se impida su movilidad o desplazamiento no voluntario; cuando tengan que mantenerse abiertas por motivos justificados, se protegerán lateralmente y se señalizarán.

En general, los pasillos y vías de circulación, tanto interiores como exteriores, deben tener las dimensiones y características exigidas por el número potencial de usuarios y el tipo de vehículos y materiales que hayan de circular por las mismas teniendo en cuenta las características de la actividad y del lugar de trabajo.

En el caso de muelles o rampas de carga y de acuerdo con el punto 5 apartado 2º del Anexo I-A del Real Decreto 486/1997, se deben tener en cuenta las dimensiones de las cargas transportadas en lo que se refiere a número, situación, dimensiones y condiciones constructivas. Debido a su función, estas áreas suelen estar sin proteger y solamente señalizadas, por lo que presentan riesgo de caída. Para evitar que los trabajadores puedan quedar atrapados entre el camión y el suelo o la pared de un muelle de carga se deberá habilitar una salida o, si el muelle es muy largo, se deberá complementar con otra salida o un refugio. También es importante que no haya interrupción entre la plataforma del camión y el muelle, permitiendo la continuidad de la superficie de circulación para evitar riesgos adicionales.

Por razones de seguridad, siempre que sea posible se deberían separar las vías reservadas a los peatones de las reservadas a vehículos y medios de transporte. En su defecto deberían diferenciarse las zonas en las que deben circular unos y otros, pues confundirlas es un peligro. Las aceras en el ámbito urbano son un logro social de reconocimiento de los derechos del peatón y garantía de su seguridad frente al tráfico rodado. Su traslado al ámbito de trabajo sería razonable y justo.

Para dimensionar los pasillos y vías de circulación se deben tener en cuenta la frecuencia de tráfico de vehículos y peatones, las dimensiones máximas de los vehículos que vayan a circular por el interior de la empresa, las dimensiones máximas de las mer-

---

### **Pasillos y vías de circulación**

cancías que se mueven por ella (piezas, cajas, máquinas, etc.), la densidad de uso y la posible utilización como vías de evacuación de locales. Se dan a continuación unas normas de dimensionado aconsejable en diversos casos:

a) *Vías exclusivamente peatonales*: la anchura mínima de las vías destinadas a peatones debería ser de 1 m, según el Anexo I.A.5.3º del citado real decreto.

b) *Vías exclusivas para vehículos y mercancías*: cuando la circulación sea en sentido único, la anchura mínima recomendada de la vía será la anchura máxima del vehículo con su carga incrementada en 1 m como holgura de paso. Cuando la circulación sea en doble sentido, la anchura mínima recomendada de la vía debería ser dos veces la anchura de los vehículos con sus cargas incrementada en 1,50 m.

c) *Altura de las vías de circulación*: se recomienda que la altura mínima de las vías de circulación sea la altura máxima del vehículo con su carga incrementada en 0,30 m.

d) *Vías mixtas*: en el caso de vías mixtas de vehículos en un solo sentido y peatonales por ambos lados, se recomienda una anchura mínima igual a la del vehículo con su carga incrementada en 3 m (1,5 m por cada lado), debiendo reservar la anchura mínima de pasillos peatonales debidamente señalizados de 1 m. Si sólo hubiera una vía peatonal por un lado, la anchura mínima recomendable de la vía mixta sería la del vehículo con su carga incrementada en 2 m (1 m por la holgura en ambos lados) y el pasillo peatonal de 1 m.

Para el caso de vías de doble sentido de vehículos, la anchura mínima será la de dos vehículos con su carga incrementada en 1,5 m de tolerancia más la anchura de la vía o vías peatonales. Hay que tener en cuenta que tales medidas pueden ser aceptables siempre que la velocidad de circulación de los vehículos sea muy reducida, es decir, inferior a 10 km/h.

e) *Separación entre máquinas y pasillos*: es muy recomendable que la separación entre las máquinas y entre éstas y los pasillos o las paredes sea superior a 0,80 m, contada desde el punto más saliente de la propia máquina o de sus órganos móviles, ya que hay que prever la intervención ocasional de operarios de mantenimiento u otros.

### *Red de circulación*

- Para implantar la red de circulación por la empresa es aconsejable tener en cuenta las siguientes recomendaciones:
- Las curvas se diseñarán teniendo en cuenta el mayor radio de giro de los vehículos.
- Las esquinas deben estar libres de obstáculos que disminuyan



la visibilidad del conductor. En caso necesario, se instalarán espejos auxiliares.

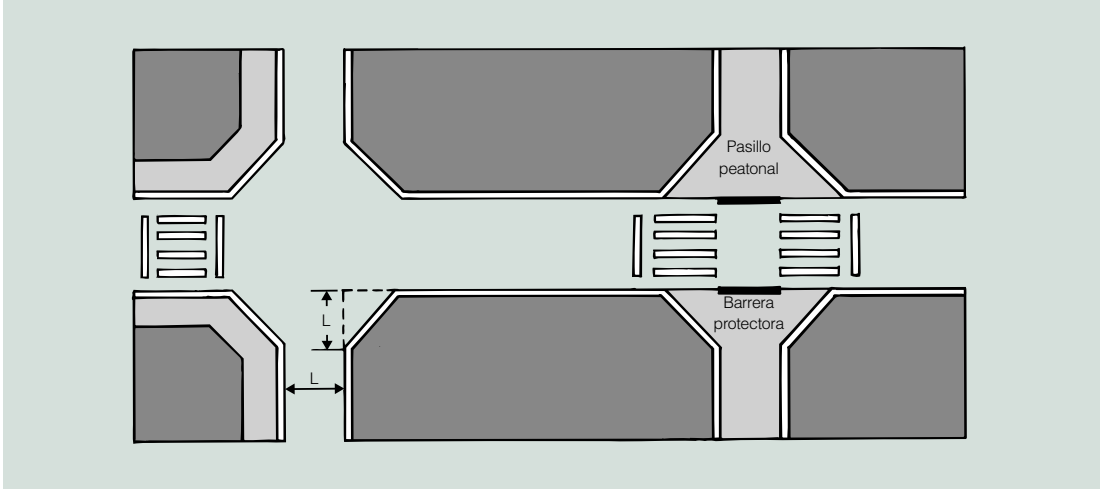
- En las bifurcaciones o cruces peligrosos se instalarán señales de paro obligado.
- En los cruces se deberá establecer una prioridad de paso que se señalará adecuadamente.
- Las intersecciones de las vías de circulación deben ofrecer la máxima visibilidad, evitando ángulos de 90°. Para ello, en las intersecciones con cuatro sentidos de circulación hay que prever chaflanes que formen un ángulo de 45° con la dirección de la vía de longitud igual a la anchura del pasillo.
- Son preferibles las vías de circulación de sentido único.
- Se deben evitar los pasillos transversales que desemboquen directamente sobre puertas y vías peatonales.
- Los accesos directos de vías peatonales a vías de circulación se protegerán mediante barandillas señalizadas a una distancia mínima de 1 m de la salida que impidan la incorporación directa a la vía de circulación.
- Cuando sea necesario, deberían disponerse lugares adecuados para la parada y aparcamiento de vehículos para que no obstaculicen las vías de circulación.
- Debe evitarse la circulación marcha atrás de los vehículos siempre que sea posible.
- Deben preverse espacios suficientes para la maniobra de los vehículos.
- Las vías de circulación de vehículos no deben pasar cerca de elementos estructurales que no estén debidamente protegidos, tales como pilares, estanterías de almacenamiento, máquinas, etc., que pueden desplomarse en caso de choque o causar daños a las personas y bienes de la empresa.
- Los pasos de peatones de las vías de circulación deberían señalizarse mediante “pasos de cebra” utilizando incluso pintura reflectante cuando así lo requieran las circunstancias.
- En las vías de circulación de vehículos deben señalizarse con indicadores de velocidad máxima de seguridad.

En todos los casos es recomendable que los pasillos estén delimitados y señalizados y que no se utilicen para almacenar materiales, aunque sea circunstancialmente. Además, la apertura de puertas y ventanas que implique el giro de sus hojas sobre un eje no debe invadir el espacio correspondiente a las vías de paso.

Todas las vías de circulación se señalarán de acuerdo con el apartado 3, “Vías de circulación”, del Anexo III del RD 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

ES IMPORTANTE DIFERENCIAR CLARAMENTE  
LAS VÍAS DE CIRCULACIÓN DE PERSONAS Y  
DE VEHÍCULOS

### INTERSECCIONES DE PASILLOS Y VÍAS DE CIRCULACIÓN



#### **Puertas y portones. Salidas**

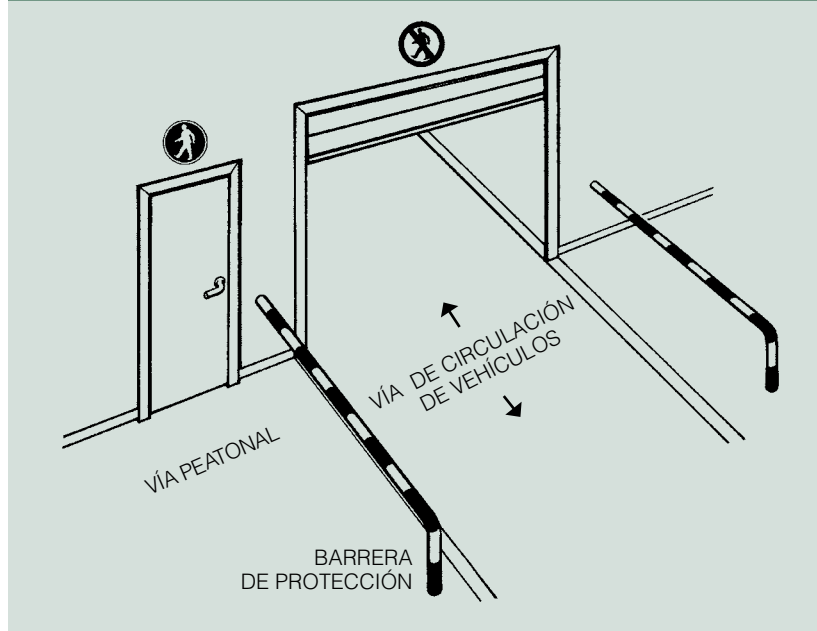
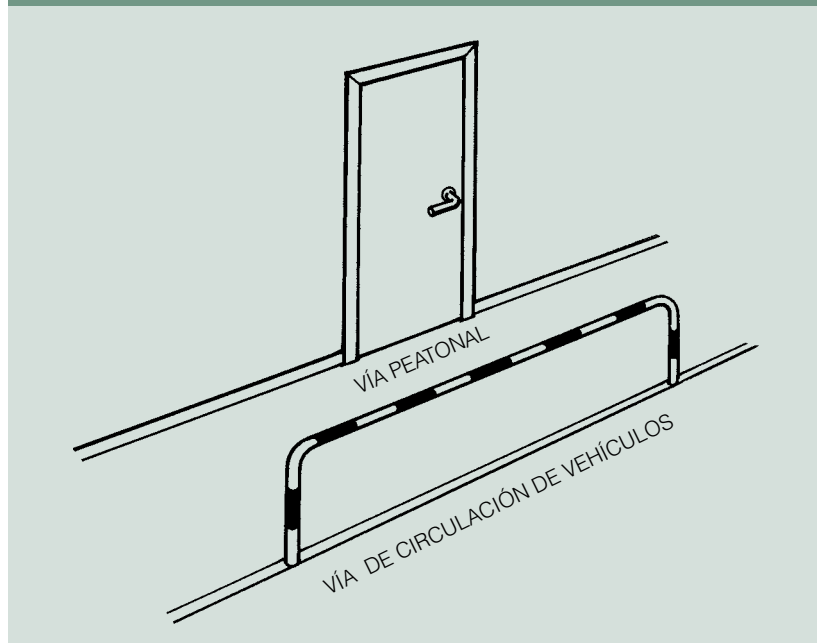
Las características que deben reunir las puertas y portones se establecen en el punto 6 del Anexo I-A, del RD 486/1997. Dichas características, complementadas con algunas recomendaciones, se recogen en los siguientes párrafos.

*Las puertas transparentes* deberán tener una señalización indeleble a la altura de la vista, reflectante en caso necesario, que resalte sobre el color de fondo y la luz ambiental existente; las que no sean de material de seguridad deben protegerse contra cualquier rotura accidental.

*Las puertas y portones de vaivén* deben ser transparentes total o parcialmente, pero garantizando siempre la visibilidad adecuada de la zona a la que se accede; cuando abran hacia arriba deberán estar provistos de un sistema de seguridad que impida su bajada cuando haya algún obstáculo en la zona de cierre.

*Las puertas y portones mecánicos* deben disponer de dispositivos de parada de emergencia de fácil identificación y acceso pudiéndose abrir también de forma manual, excepto si se produce la apertura automática cuando haya una avería en el sistema de emergencia en cuyo caso no se podrán cerrar manualmente mientras no se haya reparado dicho sistema. Cuando se necesiten herramientas para la apertura manual de la puerta, éstas deben estar siempre disponibles y en un lugar próximo y accesible. En el caso de portones destinados básicamente a la circulación de vehículos se debería disponer de puertas adicionales de uso exclusivo para la circulación de los peatones. Deberán estar señalizadas de manera claramente visible y estar permanentemente expeditas.

*Las puertas correderas* deben disponer de un sistema de seguri-

**VÍAS DE CIRCULACIÓN. PUERTAS Y PORTONES****BARRERA DE PROTECCIÓN DE SALIDAS DE VÍAS PEATONALES A VÍAS DE CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS**

dad que les impida salirse de los carriles y caer sobre la persona que las manipula o que está en sus proximidades.

*Las puertas de acceso a escaleras* deben abrir sobre descansos de anchura al menos igual a la de los escalones. Su número, dimensiones y situación dependen también del número de trabajadores, de los riesgos de la actividad de que se trate y del tipo de edificio.

*Las puertas de salida* tendrán el acceso visible y señalizado y se abrirán en dirección al exterior. La salida de peatones hacia vías de circulación se protegerá mediante una barandilla que impida el acceso directo. Cuando las salidas de las puertas coincidan con vías de evacuación, han de estar siempre abiertas o con la posibilidad de apertura rápida y sin obstáculos frente a ellas.

Las puertas y salidas son elementos esencialmente importantes en los casos de evacuación de locales de uso industrial con riesgos de incendio, explosión o intoxicación.

---

**Rampas. Escaleras  
fijas y de servicio.  
Plataformas de  
trabajo**

Los accidentes principales en rampas y escaleras pueden sobrevenir por una deficiente construcción o mantenimiento, una falta de protección o un mal uso de ellas. Las características principales de las rampas y de las escaleras fijas y de servicio están relacionadas en el punto 7 del Anexo I-A.

*Generalidades*

Las superficies de las rampas, escaleras y plataformas de trabajo deben ser de materiales no resbaladizos o dispondrán de elementos antideslizantes. En las escaleras o plataformas con pavimentos perforados la abertura máxima de los intersticios será de 8 mm. (En los lugares de trabajo ya existentes antes de la entrada en vigor del RD 486/1997 la abertura máxima es de 10 mm).

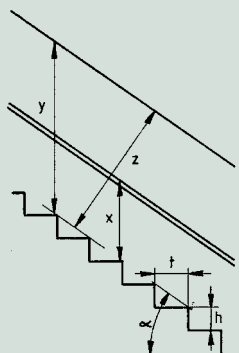
*Rampas*

La pendiente de una rampa se define como la relación porcentual entre la altura que salva y la longitud en sentido horizontal que recorre. Las rampas deben tener una pendiente máxima del 12% si su longitud es inferior a 3 m, del 10% si su longitud está comprendida entre 3 m y 10 m y del 8% en el resto de los casos. (Para lugares de trabajo ya existentes antes de la entrada en vigor del RD 486/1997 la pendiente máxima se fijaba en el 10%).

*Escaleras fijas y de servicio*

Las características que deben reunir las escaleras se tratan en el punto 7 del Anexo I-A del citado RD

### ESCALERAS FIJAS Y DE SERVICIO. COTAS Y CUADRO RESUMEN DE DIMENSIONADO



PARÁMETROS	ESCALERA	
	FIJA	FIJA DE SERVICIO
Inclinación $\alpha$ Fórmula de cálculo ( $\text{tg } \alpha = h / t$ )	20 ° - 45 °	máx. 60 °
Altura del pasamanos (x) en cm	90	90
Espacio libre (y) en cm	220	220
Espacio libre (z) en cm	200 - 180	200 - 180
Altura de la contrahuella (h) en cm	13 < h < 20	$h_{\text{máx}} = 25$
Huella (t) en cm	23 < t < 36	$t_{\text{mín}} = 15$
Anchura mínima en cm	100	55
Profundidad mínima de descansos intermedios (a) en cm	100	–
Altura máxima entre descansos (A) en cm	370	–
Cálculo: Valores recomendados		
1: Fórmula de comodidad en función de la medida del paso, en cm		$t + 2h = 63$
2: Fórmula de límites de seguridad, en cm		$t + h = 46$

Las condiciones de seguridad de las escaleras fijas y de servicio (que son las de uso esporádico y restringido a personal autorizado para la realización de tareas específicas) han de ser tales que permitan su uso sin ningún peligro.

Los requisitos de seguridad que deben reunir las escaleras son los siguientes;

- *altura máxima* entre descansos inmediatos de 3,70 m;
- *profundidad de los descansos intermedios*, medida en la dirección de la escalera, no menor que la mitad de la anchura de ésta ni de 1 m (1,12 m para lugares de trabajo ya existentes antes de la entrada en vigor del RD 486/1997);
- *espacio libre en vertical*, a partir de los peldaños, mayor o igual a 2,20 m;
- *anchura mínima* de 1 m (0,90 m para las existentes antes de la entrada en vigor del RD 486/1997) y de 0,55 m en las de servicio;
- todos los peldaños deben tener las mismas dimensiones;

- la huella debe estar comprendida entre 23 cm y 36 cm y la contrahuella entre 13 cm y 20 cm, para las escaleras fijas, mientras que para las escaleras fijas de servicio la huella mínima será de 15 cm y la contrahuella máxima de 25 cm;
- las escaleras deben disponer de barandillas de una altura no inferior a 90 cm en sus lados abiertos y de pasamanos en sus lados cerrados.

En cuanto a su resistencia, baste citar a título de referencia que la antigua Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo exigía que pudieran soportar una carga móvil de 500 kg/m<sup>2</sup> con un coeficiente de seguridad de 4. La citada Ordenanza especificaba además que la inclinación respecto a la horizontal de las escaleras debe estar comprendida entre 20° y 45° para las escaleras fijas y ser de 60° para las escaleras de servicio. Si la inclinación era menor de 20°, se debían instalar rampas, y si, era mayor de 45°, escalas.

LAS ESCALERAS SON ZONAS DE POR SÍ PELIGROSAS, QUE REQUIEREN ESPECIAL ATENCIÓN

### *Plataformas de trabajo*

Las plataformas de trabajo, fijas o móviles, deben estar construidas con materiales sólidos y su estructura y resistencia estará acorde con las cargas fijas o móviles que deben soportar. La anchura mínima debería ser, para trabajos ocasionales, de 0,60 m. Cuando la superficie de trabajo esté situada a más de 2 m de altura, deberá protegerse con barandillas y rodapiés.

Los pisos y pasillos de las plataformas de trabajo serán antideslizantes, estarán libres de obstáculos y dispondrán de un sistema de drenaje que permita la eliminación de los productos resbaladizos derramados accidentalmente.

### **Escalas fijas**

Las escalas fijas son un tipo de escalera que está permanentemente sujeta a una superficie vertical y sirven para acceder ocasionalmente a tejados, pozos, silos, chimeneas y otras zonas de acceso restringido. Su utilización debería quedar limitada a casos esporádicos y con notorias dificultades para instalar una escalera de servicio. Las características principales que deben reunir se recogen en el punto 8 del Anexo I-A.

A continuación se exponen esas características más destacables así como algunas recomendaciones:

- Las escalas se construirán preferentemente de acero, hierro forjado u otro material equivalente, garantizando su eficiente sujeción a la estructura que las soporte. La anchura mínima de las escalas fijas debe ser de 40 cm y la distancia máxima entre peldaños, de 30 cm.

- La distancia entre el frente de los escalones y las paredes más próximas al lado de ascenso será de 75 cm como mínimo. La distancia mínima entre la parte posterior de los escalones y el objeto fijo más próximo será de 16 cm. Además, debe haber un espacio libre de 40 cm a ambos lados del eje de la escala si no está provista de jaulas u otros dispositivos equivalentes.
- Cuando el paso desde el tramo final de una escala fija a la superficie a la que se desea acceder suponga un riesgo de caída por falta de apoyos, la barandilla o lateral de la escala se prolongará al menos 1 m por encima del último peldaño o se tomarán medidas alternativas que proporcionen una seguridad equivalente.
- Las escalas de más de 4 m de altura deben disponer, al menos a partir de dicha altura, de una protección circundante. Si se emplean escalas fijas para alturas superiores a 9 metros, se instalarán plataformas de descanso cada 9 metros o fracción. Tales plataformas de descanso deberían tener la anchura necesaria para permitir tal función, que se considera es de unos 60 cm de anchura, sobresaliendo por ello del hueco abierto de circulación.

Son las que presentan mayores riesgos de accidente porque su estado de conservación no es siempre el adecuado y a veces no se observan las precauciones de uso elementales. La utilización de escaleras de mano también está regulada por el RD 2177/2004 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.

A continuación se relacionan las principales características que deben reunir las escaleras de mano de acuerdo con el punto 9 del Anexo I-A, así como algunas recomendaciones y normas para su utilización:

- Las escaleras de mano deben revisarse periódicamente. Antes de utilizarlas es conveniente una revisión que advierta de posibles defectos como, por ejemplo, peldaños o largueros astillados, clavos o tornillos sueltos, topes de retención rotos, etc. Es importante establecer un procedimiento de revisión de las escaleras, tanto para las revisiones periódicas, como para la revisión antes de su utilización. Las escaleras de madera no deben pintarse salvo con barniz transparente puesto que la pintura podría ocultar los defectos.
- La longitud debe ser limitada y proporcional a la resistencia y condiciones de estabilidad y seguridad (no es recomendable superar los 7 m y, si miden más de 5 m, deben estar reforzadas en su centro). Los largueros serán de una sola pieza y los peldaños ensamblados, nunca clavados. Las escaleras de mano deberían ser conformes con la norma UNE-EN 131 partes 1, 3 y 4, que proporciona los tipos, tamaños, requisitos, ensayos y marcado de las escaleras de mano.

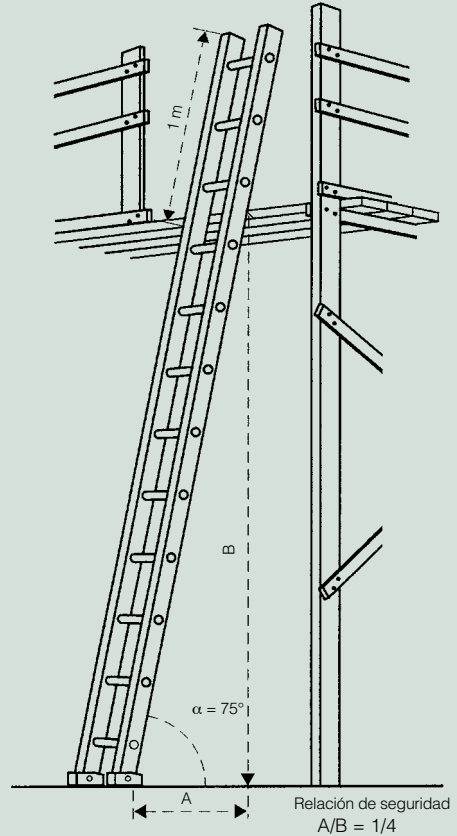
## Escaleras de mano

**DIMENSIONES RECOMENDABLES DE SEGURIDAD DE UNA ESCALA FIJA CON PROTECCIÓN CVIRCUNDANTE**



- Distancia vertical entre escalones .....  $\leq 0,30$  m
- Anchura del escalón .....  $\geq 0,40$  m
- Distancia mínima del peldaño a la pared .....  $0,16$  m
- Diámetro mínimo de la jaula en el arranque .....  $0,70$  m
- Diámetro mínimo de la jaula .....  $0,60$  m
- Distancia mínima de la pared al final de la jaula .....  $0,75$  m
- Distancia máxima entre descansos .....  $9$  m
- Superficie mínima de plataformas de descanso .....  $0,60$  m x  $0,95$  m
- Altura máxima de la jaula al suelo .....  $4$  m
- Altura mínima de la jaula sobre la superficie de llegada .....  $1,00$  m

**INSTALACIÓN SEGURA DE ESCALERAS DE MANO**



- Deben *apoyarse* en superficies planas, estables y sólidas, garantizando el buen estado de los pies antideslizantes y de los ganchos de sujeción de la parte superior. Se deben sujetar al paramento sobre el que se apoyan en caso necesario. Si se apoyan en postes u otras superficies cilíndricas, que no permiten un apoyo estable, deberían ajustarse en

los puntos de apoyo mediante abrazaderas u otros dispositivos equivalentes.

- Han de colocarse de modo que sobrepasen en  $1$  m los puntos superiores de apoyo cuando se utilicen para acceder a lugares elevados, y que la distancia entre su base y la pared sea una cuarta parte de la longitud. Para ello deberían colocarse formando un ángulo aproximado de  $75^\circ$  con la horizontal.



- No se utilizarán frente a puertas, junto a conductores eléctricos o apoyadas en tuberías. El ascenso o descenso se hará siempre de frente, sin deslizarse, sujetándose con ambas manos y comprobando antes que los zapatos estén limpios de grasas, aceites, barro u otras sustancias deslizantes. No se debe subir nunca por encima del tercer peldaño contado desde arriba.
- *No se utilizarán* simultáneamente por dos trabajadores ni se transportarán cargas a no ser que se lleven cargadas en la espalda y dejen las manos libres. En ningún caso se deben empalmar escaleras si no están especialmente diseñadas para ello.
- Las escaleras de mano no deberían utilizarse para realizar trabajos habituales sobre las mismas. Cuando sea imprescindible realizarlos, deberían acoplarse a los escalones pequeñas plataformas de apoyo de los pies. Los trabajos efectuados a más de 3,5 m de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza un sistema anticaídas adecuado.
- Las escaleras deben limpiarse después de cada utilización, sobre todo si han caído sustancias sobre la misma, y deben almacenarse al abrigo de condiciones climatológicas adversas, colgadas y apoyadas sobre los largueros.

LAS ESCALERAS DE MANO DEBERÍAN SER UTILIZADAS PARA ACCESOS OCASIONALES Y NO PARA REALIZAR TRABAJOS, SALVO QUE ESTÉN ESPECIALMENTE ACONDICIONADAS

## DISTRIBUCIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

En ocasiones las condiciones de seguridad en que se realiza un trabajo son mejorables simplemente acomodando la maquinaria y el equipo auxiliar a los espacios del local y distribuyéndola según el orden que impone el proceso de producción. Son causa de accidentes fácilmente evitables tanto la mala distribución en planta de los elementos de producción como los movimientos innecesarios de materiales o personas.

La situación de la maquinaria es un factor de riesgo permanente. Deben guardarse las distancias de separación suficientes que permitan a los trabajadores efectuar su labor cómodamente. Los puntos más peligrosos son los elementos móviles de las máquinas puesto que, en su desplazamiento, pueden invadir incluso zonas de paso, golpeando o atrapando a quien circule por ellas. Para evitarlo, se debe restringir el paso en estas zonas y, además, señalarlas convenientemente. Es preciso considerar en su distribución los espacios necesarios para otros equipos de trabajo y los propios

### Distribución de máquinas

materiales en proceso, aparte de las necesidades de espacio de las personas que los manejan o controlan. Es importante tener en cuenta que desde la posición de trabajo el personal pueda tener la información y los medios adecuados para controlar debidamente el funcionamiento de las instalaciones y equipos de trabajo.

---

**Puestos de trabajo y equipos**

Conviene que los puestos de trabajo estén claramente delimitados y que dispongan de un lugar fijo donde depositar los útiles y herramientas. Las materias primas deben llegar fácilmente al puesto de trabajo y los productos acabados y materiales de desecho han de poder ser retirados sin estorbar los movimientos de los operarios. Debe cuidarse la accesibilidad fácil y cómoda a las diferentes partes de la maquinaria y equipos, evitando movimientos forzados y esfuerzos innecesarios, de acuerdo con criterios ergonómicos.

---

**ILUMINACIÓN Y COLORES**

Desde el punto de vista de la seguridad hay diversos factores que contribuyen a disminuir las posibilidades de que ocurran accidentes, cuando han sido bien estudiados. Nos estamos refiriendo concretamente a aspectos generales como la iluminación, los colores del lugar de trabajo, etc. Las deficiencias que puedan existir en este campo originan incomodidades, molestias y fatiga y, por tanto, incrementan directa o indirectamente el riesgo de accidente.

---

**Iluminación**

La iluminación entendida como factor de seguridad implica disponer siempre de unos niveles de iluminación general complementada, si es necesario, con otra localizada de acuerdo con las exigencias específicas de cada puesto de trabajo. Cabría tener en cuenta la existencia de trabajadores con una capacidad visual menor de la normal. Las máquinas peligrosas, los lugares de tránsito, las escaleras y salidas de emergencia son zonas que requieren especial atención respecto a su iluminación. Los requisitos generales que debe reunir la iluminación de los lugares de trabajo según el Anexo IV del RD 486/1997 se resumen a continuación.

Siempre que sea posible, la luz natural es la más indicada para iluminar los locales y lugares de trabajo, aunque normalmente necesitará ser complementada o sustituida por la luz artificial cuando y donde la primera por sí sola no garantice las condiciones de visibilidad adecuadas. Una buena iluminación artificial requiere, en principio, que haya la cantidad de luz adecuada a la naturaleza del trabajo que se realiza. En los lugares de trabajo donde se combine la luz natural y la luz artificial es recomendable el

uso de lámparas con una “temperatura de color” comprendida entre 4000 y 5000 °K. Las lámparas de descarga o fluorescentes pueden ser utilizadas siempre que se monten en fases alternativas para compensar el efecto estroboscópico que acentúa la fatiga visual. Los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo serán los establecidos en el RD citado.

El nivel de iluminación de una zona se debe conseguir a la altura donde se efectúe el trabajo o tarea: en zonas de uso general, a 85 cm del suelo, y en las vías de circulación, a nivel del suelo. Los niveles mínimos de iluminación indicados se deberán duplicar cuando existan riesgos importantes de caídas, choques u otros accidentes y cuando un error de apreciación visual en la ejecución de una tarea pueda suponer un peligro para la seguridad del trabajador que las ejecuta o para terceros.

En cuanto a la calidad de la iluminación, hay que tratar de evitar los deslumbramientos directos o indirectos, mediante apantallamientos, y los contrastes bruscos, y tratar de conseguir que la disposición de las fuentes de luz sea la correcta en su distribución y dirección.

Otro aspecto importante que debe cuidarse es la elección del tipo de iluminación artificial que mejor convenga según la naturaleza de los trabajos que se realizan. Las características de las lámparas de incandescencia, fluorescencia o de descarga de gases son distintas y deben escogerse aquellas que proporcionen una mejor discriminación de los colores, un mayor rendimiento luminoso y el menor deslumbramiento posible.

La iluminación localizada mediante fluorescentes no es tan recomendable como la de lámparas de incandescencia o halógenas, ya que los primeros acrecientan la fatiga visual.

Es obligatorio, además, que todo centro de trabajo disponga de un sistema de iluminación de emergencia independiente de la fuente de energía general. En los lugares de trabajo en que un fallo del alumbrado normal suponga un riesgo para la seguridad de los trabajadores se debe disponer de un alumbrado de emergencia de evacuación y de seguridad de acuerdo con las normas UNE 72550-1985, 72551-1985 y 72552-1985.

### NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN DE LOS LUGARES DE TRABAJO

LUGAR DE TRABAJO	NIVEL MÍNIMO DE ILUMINACIÓN (LUX)
Zonas con tareas con exigencias visuales	
bajas	100
moderadas	200
altas	500
muy altas	1.000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

El utilizar los colores más apropiados en paredes, techos, suelos y equipos permite aprovechar las cualidades de reflexión de la luz

### Colores

### CARACTERÍSTICAS E INFLUENCIAS DE LOS COLORES

PODER DE REFLEXIÓN		INFLUENCIA PSICOLÓGICA	
Blanco	80%	Colores fríos, tranquilizantes, tristes	Violeta, azul
Marfil	70%	Color de equilibrio	Verde
Crema, amarillo pálido, azul cielo	65%	Colores favorables y productivos	Amarillo, naranja
Amarillo, verde pálido	60%	Colores violentos y perturbadores	Rojo
Marrón, rojo	6%	Colores depresivos	Gris, negro

y conseguir con ello un ambiente adecuado al trabajo que se realice, haciéndolo más agradable. Con un adecuado uso de los mismos, se puede mejorar sustancialmente la sensación y percepción del ambiente físico de trabajo.

Los colores mates evitan reflejos y son los indicados para revestir los ámbitos de trabajo, y los colores claros y luminosos son los más confortables y recomendables para lograr una buena visibilidad y un buen efecto psicológico. Es importante que predominen los colores suaves y neutros, aunque hay que evitar caer en la monotonía del color único y no descartar la aplicación de los colores vivos que puntualmente pueden servir para señalar e incluso dar un toque de vitalidad al lugar de trabajo.

## SERVICIOS HIGIÉNICOS Y LOCALES DE DESCANSO

### Servicios higiénicos

Las características que deben reunir estos servicios y locales se contemplan en los puntos 1, 2, 3 y 4 del Anexo V-A del RD 486/1997. A continuación, y completados con algunas recomendaciones de carácter técnico-preventivo, se resumen los aspectos más importantes.

#### *Agua potable*

En los lugares de trabajo se dispondrá de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible. Se evitará toda circunstancia que posibilite la contaminación del agua potable. En las fuentes de agua se indicará si ésta es o no potable, siempre que puedan existir dudas al respecto.

#### *Vestuarios, duchas, lavabos y retretes*

Estos servicios deberán estar ubicados, siempre que sea posible, en las proximidades de los puestos de trabajo.

Los lugares de trabajo deben disponer de retretes con descarga automática de agua y papel higiénico, complementados con lavabos. Deben disponer de una puerta con cierre interior y una percha. Deberán tener ventilación natural o forzada.

Si el tipo de actividad implica la utilización de ropa especial de trabajo, deberán disponer de vestuarios provistos de asientos, armarios o taquillas individuales con llave. Se considera ropa especial de trabajo la que se utiliza exclusivamente para dicha actividad, por ejemplo: batas, monos, trajes térmicos o aquellos otros que tengan por objeto garantizar condiciones asépticas, como, por ejemplo, en las industrias de alimentación y farmacéutica.

En caso de manipular sustancias tóxicas debería existir una separación entre la ropa de calle y la de trabajo; la propia empresa debería responsabilizarse de su lavado cuando no hacerlo suponga trasladar al domicilio del trabajador contaminación química o biológica.

También deben disponer de locales de aseo con espejos, lavabos con agua corriente, jabón y toallas individuales u otro sistema de secado igualmente higiénico. Asimismo, deben disponer de duchas de agua corriente, caliente y fría, debidamente equipados si se realizan actividades sucias o se manipulan sustancias tóxicas, infecciosas o irritantes.

Las dimensiones de todos los locales destinados a los distintos servicios higiénicos serán las adecuadas al número y características de usuarios, incluyendo los minusválidos, que los puedan utilizar simultáneamente, serán fácilmente accesibles y de características constructivas que permitan su fácil limpieza.

El descanso es una necesidad fisiológica que la persona necesita en función del tipo y ritmo de trabajo; por ello se deben establecer una serie de pausas y descansos para llegar al final de su jornada laboral sin que su fatiga le impida dedicarse a ciertas actividades de ocio, y no sea sólo el descanso total o la no actividad la única alternativa viable. Si todo ello se hace en condiciones y lugares adecuados, será más eficiente y por ello el trabajo más productivo.

Muchas empresas tienen establecidos descansos durante la jornada de trabajo o bien se conceden pausas en trabajos en los que es preciso cuando la seguridad y la salud de los trabajadores así lo requieran. En estos casos es necesario disponer de lugares adecuados para el descanso, de dimensión apropiada al número de usuarios, preferiblemente separados de los lugares de trabajo y de fácil acceso; además, deben garantizar en todo momento las condiciones de higiene y salubridad idóneas por lo que deben estar dotados de los servicios que se crean más oportunos para facilitar su función. Es conveniente que reúnan una serie de ca-

---

## **Locales de descanso**

LUGARES DE DESCANSO IDÓNEOS  
CONTRIBUYEN A MEJORAR LA EFICIENCIA EN  
EL TRABAJO

racterísticas básicas tales como aislamiento de agentes agresivos ambientales (ruido, calor, etc.), para que sean confortables y permitan el descanso o actividades como, por ejemplo, leer.

En particular las trabajadoras embarazadas y madres lactantes deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.

## MATERIAL Y LOCALES DE PRIMEROS AUXILIOS

Los lugares de trabajo deben disponer del material y, según los casos, de los locales necesarios para la prestación de primeros auxilios a los trabajadores que sufran algún accidente. A continuación se destacan diversos aspectos y recomendaciones extraídos del Anexo VI-A del RD 486/1997.

### Material de primeros auxilios

Los lugares de trabajo deben disponer de material de primeros auxilios que sea adecuado al tipo de actividad, riesgos y número de posibles accidentados y esté adaptado a las atribuciones profesionales del personal habilitado para su prestación. Estará ubicado de forma que sea fácilmente accesible o desplazarlo al lugar del accidente para garantizar que la prestación de los primeros auxilios pueda realizarse con rapidez. Como mínimo dispondrá de: desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, vendas, esparadrapos, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.

### Locales de primeros auxilios

Los lugares de trabajo de más de 50 trabajadores o de 25 si la autoridad laboral así lo considera, en función de la peligrosidad de la actividad desarrollada o las posibles dificultades para acceder al centro de asistencia médica más próximo, dispondrán de un local destinado a primeros auxilios dotado como mínimo de botiquín, camilla y agua potable, claramente señalizado.

## ORDEN Y LIMPIEZA. MANTENIMIENTO

En cualquier actividad laboral, para conseguir un grado de seguridad aceptable es especialmente importante garantizar y mantener el orden y la limpieza. Son típicos los accidentes en forma de golpes y caídas como consecuencia de un ambiente desordenado o sucio, con suelos resbaladizos, materiales colocados

fuera de su lugar y acumulación de material sobrante o de desperdicios.

A continuación se proponen una serie de actuaciones fundamentales para garantizar el orden y la limpieza en los lugares de trabajo, a desarrollar de acuerdo con un programa de trabajo.

*Eliminar lo innecesario y clasificar lo útil:* se deben facilitar los medios para eliminar lo que no sirva, estableciendo criterios para priorizar la eliminación y clasificar en función de su posible utilidad. Es recomendable establecer una campaña inicial para clasificar los materiales, disponiendo de contenedores especiales para la recogida de lo inservible y realizar una limpieza general, para lo que se dispondrá de los recipientes apropiados que se vaciarán diariamente.

En ocasiones es necesario incluso diferenciar recipientes para residuos que conviene que estén separados (sustancias inflamables y oxidantes, por ejemplo). En el caso de inflamables es necesario utilizar bidones metálicos con tapa para evitar la propagación de posibles conatos de incendio. Aquellas máquinas o instalaciones que pueden ocasionar pérdidas de líquidos dispondrán de un estricto programa de mantenimiento para evitarlas junto a un sistema de recogida y drenaje que evite su derrame incontrolado. Es necesario eliminar y controlar las causas que generan la acumulación tanto de materiales como de residuos. Es importante actuar con celeridad en la resolución de problemas que generen suciedad o desorden.

*Acondicionar los medios para guardar y localizar el material fácilmente:* se deben guardar las cosas en función de quién, cómo, cuándo y dónde ha de encontrar lo que busca, creando la costumbre de colocar cada cosa en su lugar y eliminar de forma inmediata todo lo que no sirva, recogiendo las herramientas de trabajo en soportes o estantes adecuados que faciliten su identificación y localización.

Se asignará un sitio para cada cosa procurando que cada cosa esté siempre en su sitio. Cada emplazamiento estará concebido según su funcionalidad y rapidez de localización, delimitando las zonas y señalizando dónde ubicar las cosas.

*Evitar ensuciar y limpiar después:* se debe eliminar y controlar todo lo que puede ensuciar. Además, se debe organizar la limpieza del lugar de trabajo y de los elementos clave en los momentos, medios y forma adecuados para que las operaciones de limpieza no constituyan por sí mismas una fuente de riesgo para los trabajadores que las efectúen o para terceros. A veces es preferible hacerlo fuera de las horas de trabajo.

La limpieza debe servir como medio de control del estado de las cosas.

VELAR POR EL ORDEN Y LA LIMPIEZA DEL  
LUGAR DE TRABAJO ES UN PRINCIPIO  
BÁSICO DE SEGURIDAD

Las personas que realicen los trabajos de limpieza deberán estar perfectamente entrenadas y dotadas de los elementos de protección personal necesarios en función de los riesgos a los que puedan verse sometidas. En particular se deben eliminar con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo. Para ello deben existir los recipientes adecuados en los lugares donde se produzcan los residuos y eliminarlos diariamente.

Se han de evitar los pisos resbaladizos por aceites o grasas. La limpieza de los suelos se realizará utilizando detergentes o jabones, evitando el uso de hidrocarburos o productos químicos corrosivos.

También han de limpiarse periódicamente ventanas y paredes para que no impidan la entrada de la luz natural; mantener limpios los vestuarios, armarios, duchas, servicios, etc.; implicar al personal del puesto de trabajo en el mantenimiento de la limpieza del entorno y de los equipos de trabajo y controlar aquellos puntos críticos donde se genera suciedad.

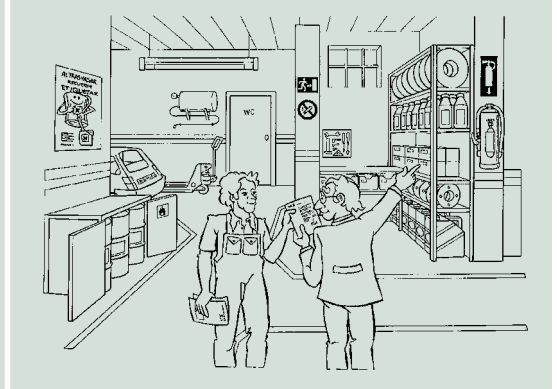
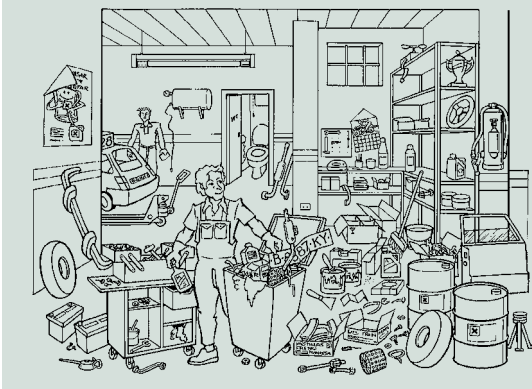
*Favorecer el orden y la limpieza:* para ello las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan su limpieza y mantenimiento. También habría que normalizar procedimientos de trabajo acordes con el orden y la pulcritud, formar

al personal para que no almacene materiales en zonas de paso o de trabajo, señalizar pasillos y zonas de paso utilizando códigos de colores y escoger superficies de trabajo y de tránsito fácilmente lavables.

### FASES DE LA PUESTA EN MARCHA DE UN PROGRAMA DE ORDEN Y LIMPIEZA

- ELIMINAR LO INNECESARIO Y CLASIFICAR LO ÚTIL
- ACONDICIONAR LOS MEDIOS PARA GUARDAR Y LOCALIZAR EL MATERIAL FÁCILMENTE
- EVITAR ENSUCIAR Y LIMPIAR DESPUÉS
- FAVORECER EL ORDEN Y LA LIMPIEZA
- GESTIONAR LOS PUNTOS ANTERIORES

### FASES DE LA PUESTA EN MARCHA DE UN PROGRAMA DE LIMPIEZA





Gestionar correctamente el contenido de los cuatro apartados expuestos es, también, una tarea importante; para ello, es necesario facilitar la comunicación y la participación de los trabajadores para mejorar la forma de realizar las cosas, fomentar la creación de nuevos hábitos de trabajo, ser riguroso en su implantación y responsabilizar individualmente a los mandos intermedios y a los trabajadores. En definitiva, el orden y la limpieza son aspectos clave que dan una idea clara del estado de seguridad de una empresa, logran un aprovechamiento más racional del espacio y facilitan enormemente la adopción de ulteriores medidas preventivas.

### **Gestión correcta del programa de orden y limpieza**

Según se indica en el Anexo II punto 4, los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones, deben ser objeto de un mantenimiento periódico, de forma que sus condiciones de funcionamiento mantengan siempre las especificaciones indicadas en el proyecto, corrigiéndose de forma inmediata las deficiencias detectadas que puedan afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores. En caso de instalaciones de protección, el programa de mantenimiento debe incluir el control de su funcionamiento correcto. Es conveniente que el programa de revisiones de instalaciones y equipos integre en lo posible, en procedimientos unitarios, tanto los aspectos de mantenimiento para evitar averías como los aspectos de prevención de riesgos laborales.

### **Mantenimiento**



Conocida es la problemática que, especialmente en el sector de la construcción, encierran los trabajos en altura, por la alta accidentalidad con consecuencias graves y mortales, debida fundamentalmente a la falta de planificación y control en los trabajos a realizar y a las carencias en la integración de las funciones preventivas en los cometidos del personal con mando. La necesidad de eliminar este riesgo surge precisamente de la frecuencia con que se materializa y de la gravedad de sus consecuencias.

Para evitar o minimizar el riesgo deberán tomarse una serie de medidas preventivas de forma que, evaluando los factores de riesgo de los trabajos que se deban realizar, puedan adoptarse las medidas de prevención y protección adecuadas a cada caso.

El RD 1627/1997 referido a las “Obras de construcción temporales y móviles”, tiene en cuenta estos factores y en su articulado establece una serie de prescripciones tendentes a evitar el riesgo de caídas a distinto nivel respecto a plataformas de trabajo, aberturas, escaleras, etc.

También en el RD 486/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, podemos encontrar las prescripciones que regulan las condiciones preventivas para los trabajos en altura, si bien debe tenerse en cuenta que la construcción se excluye de su ámbito de aplicación, ya que la reglamentación a seguir es la contemplada por el RD 1627/1997.

La utilización de los equipos de trabajo para la realización de trabajos temporales en altura está regulada por el RD 2177/2004 relativo a las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de

LA CAÍDA DE ALTURA OCASIONA EL MAYOR NÚMERO DE ACCIDENTES MORTALES EN LA CONSTRUCCIÓN, PERO TAMBIÉN ES ELEVADO EN OTRAS ACTIVIDADES

trabajo. Incluye disposiciones relativas a las escaleras de mano, a los andamios y a las técnicas de acceso y posicionamiento mediante cuerdas.

## MEDIDAS PREVENTIVAS BÁSICAS

El riesgo de caída de altura puede presentarse en múltiples circunstancias, muchas de ellas cambiantes. Piénsese en el sector de la construcción ya citado, donde, además, entran en juego otros factores medioambientales como son el que muchas veces los trabajos se llevan a cabo a la intemperie o en espacios cerrados tales como los trabajos subterráneos.

Intentar referirnos aquí, de una forma concreta y detallada, a este gran número de situaciones peligrosas supondría un trabajo 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 las siguientes medidas, que deberán aplicarse en el orden indicado:

1º) *Impedir la caída*, eliminando el riesgo *en proyecto*, si es posible, o bien eliminando los riesgos mediante la *concepción y organización del trabajo*; si ello no es posible de forma total y completa, debe impedirse la caída mediante el empleo de un *método de trabajo* apropiado y de medios de *protección colectiva* tales como: barandillas, redes de seguridad o cerramientos perimetrales.

2º) *Limitar la caída*: si resulta imposible impedir la caída, deberá recurrirse a la instalación de protecciones colectivas como las redes de recogida que la limiten, por ejemplo redes de protección.

3º) *Eliminar o reducir sus consecuencias*: cuando no sea posible utilizar protecciones colectivas, o las condiciones del trabajo lo requieran, deberá protegerse a cada trabajador con equipos de protección individual, como, por ejemplo, arneses de seguridad.

Como medida complementaria pero necesaria, los trabajadores, además de reunir una serie de aptitudes para el trabajo a realizar, han de recibir una formación específica y adecuada para las tareas que vayan a desempeñar y deben de conocer los riesgos a los que pueden estar expuestos y las medidas de prevención y protección que se adoptarán frente a los mismos, tal como dispone la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, antes de iniciar cualquier tarea deben tenerse en cuenta lo siguientes aspectos:

- El método de trabajo debe estudiarse de acuerdo con los fac-

tores de riesgo, respetando criterios de eficiencia y calidad en el trabajo.

- Deben planificarse previamente las tareas incluyendo la evaluación de los riesgos.
- Deben elegirse equipos de trabajo que ofrezcan una protección suficiente contra el riesgo de caída.
- Debe incluirse el estudio para el empleo de las protecciones necesarias y suficientes para cada tipo de tarea, considerando las colectivas e individuales.
- Debe verificarse que los trabajadores hayan recibido la formación e información necesarias para el desarrollo de sus tareas, respecto a los riesgos y la forma de evitarlos.
- Los trabajos temporales en altura sólo podrán efectuarse cuando las condiciones meteorológicas no pongan en peligro la seguridad y salud de los trabajadores.

## MÉTODO DE TRABAJO Y PLANIFICACIÓN PREVIA

Consiste en la organización racional de los trabajos que se deban 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 forma organizada y planificada secuencialmente en el espacio y en el tiempo permite un mejor control del riesgo y es imprescindible para que la seguridad sea realmente efectiva.

Ahora bien, para conseguir que un método de trabajo seguro se siga, además de facilitar los medios necesarios, es preciso instruir y adiestrar a los trabajadores en su aplicación, vigilando periódicamente su cumplimiento, a fin de detectar desviaciones que deban ser corregidas.

## MEDIOS DE PROTECCIÓN

Los medios de protección que deben emplearse pueden ser de *protección colectiva* o de *protección individual*. Los medios de protección colectiva son aquellos que protegen simultáneamente a más de una persona del riesgo de caída de altura. Deberán tener una configuración y una resistencia adecuadas para prevenir o detener la caída y, en la medida de lo posible, evitar las lesiones de los trabajadores. Entre ellos destacan las barandillas de protección, la cobertura de huecos y las redes de seguridad.

## Barandillas de protección

Es el conjunto de componentes destinados a proteger a las personas del riesgo de caída de altura y retener materiales de origen diverso.

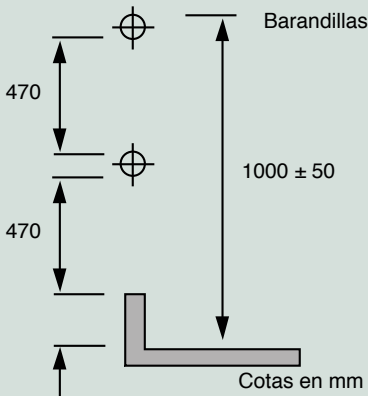
No deben ser quitamiedos, que no sólo no evitan la caída de personas a distinto nivel, sino que en ocasiones, debido a su deficiente

construcción y falta de resistencia, son causa de accidente. Una barandilla de insuficiente resistencia es una auténtica trampa. Ejemplo de ello podemos encontrarlo en la utilización de cuerdas o bandas de señalización a modo de barandillas.

La barandilla, como parte integrante del lugar de trabajo, debe cumplir con las normas existentes. La adquisición de barandillas que cumplan dichas características y el seguir las instrucciones del fabricante para su montaje evitará muchos problemas. Una deficiente construcción y la consiguiente falta de resistencia constituyen factores de riesgo añadido. Como referencia técnica se dispone de la norma UNE-EN 13374.

La protección perimetral está compuesta por una barandilla principal, una barandilla intermedia y un rodapié además del sistema de anclaje para alojar los pies de la barandilla. Las características dimensionales y de resistencia de las barandillas se reflejan en la tabla y en la figura, teniendo en cuenta que todas las alturas mínimas están referenciadas respecto al nivel de la superficie de trabajo.

### DIMENSIONES DE LAS BARANDILLAS EN OBRA



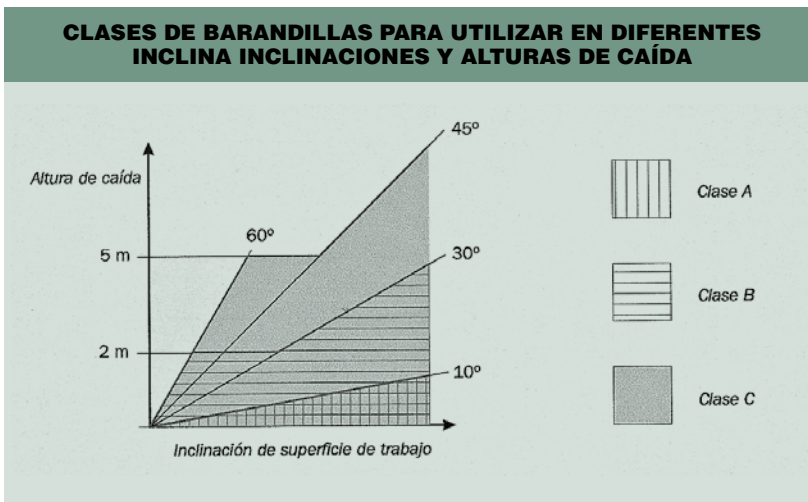
### BARANDILLAS DE PROTECCIÓN. CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES Y DE RESISTENCIA

	BARANDILLA DE SEGURIDAD	PANTALLA O MÓDULO ENREJADO METÁLICO
Altura pasamanos tubular	1000 mm ±50 mm	
Altura barra intermedia	470 mm mín.	
Rodapié	150 mm	
Resistencia	Según UNE-EN 13374:2004 Apartado 6	
Orificios o ranuras		≤ 100 cm <sup>2</sup> excepto si el lado de la ranura < 50 mm
Altura del módulo		1000 mm

### Clasificación

Teniendo en cuenta las cargas que el sistema puede soportar y la pendiente de la superficie de trabajo las barandillas de protección se clasifican en tres clases:

- Clase A: sistema de protección de borde que sólo proporciona resistencia frente a cargas estáticas con el objeto de soportar el peso de una persona que se apoye sobre la protección, sujeción de la mano cuando camina junto a ella y detención de una persona cuando camina o cae en dirección a la protección.
- Clase B: sistema de protección de borde que proporciona resistencia a cargas estáticas y fuerzas dinámicas de baja intensidad con el objeto de soportar el peso de una persona que se apoye en ella o para sujetar su mano mientras camina, detener una persona que camina o cae en dirección a la protección y detener una persona que se desliza por una superficie inclinada.
- Clase C: proporciona resistencia para fuerzas dinámicas elevadas basadas en los requisitos para detener la caída de una persona que se resbala por una superficie de fuerte pendiente.



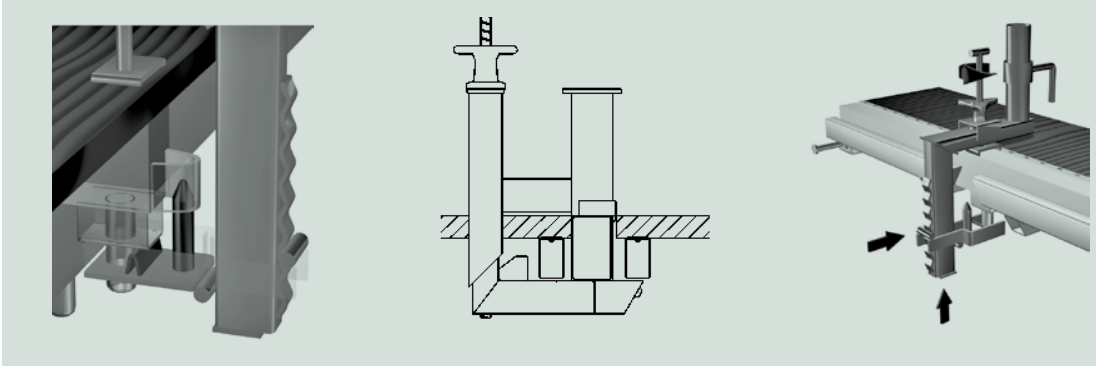
En lo que se refiere a su construcción, el RD 486/1997 dice que las barandillas serán de materiales rígidos, tendrán una altura mínima de 90 cm a partir del nivel del piso y dispondrán de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas. Otros aspectos recomendados para conseguir el objetivo de eficacia son que los plintos o rodapiés tengan una altura mínima de 15 cm sobre el nivel del piso y que el hueco existente entre el plinto y la barandilla esté

LAS PLATAFORMAS DE TRABAJO DE MÁS DE DOS METROS DE ALTURA DEBEN DISPONER SIEMPRE DE BARANDILLAS

protegido por una barra horizontal o listón intermedio, o por medio de barrotes verticales con una separación máxima de 15 cm.

Refiriéndonos al sector de la construcción, por sus propias características, la instalación de barandillas debe ser ejecutada de forma que, al finalizar una determinada fase de la obra, puedan ser desmontadas de forma simple y con el ahorro de medios y tiempo correspondiente. Para ello existen diferentes sistemas de montantes como sargentos o pies cuya fijación se realiza mediante tornillos, puntos de anclaje integrados en la estructura, etc. Es importante tener en cuenta que estos sistemas deben estar acordes con la metodología de ejecución seleccionada y que deberán cumplir con las cargas y resistencias especificadas en la Tabla I acreditadas por el fabricante o mediante certificación de una entidad acreditada. Generalmente están fabricados en tubo de acero de sección circular o cuadrangular que dispone, a diferentes alturas, de piezas que posibilitan la fijación de la barandilla superior e intermedia y el rodapié

#### SOPORTES DE BARANDILLAS. DETALLES



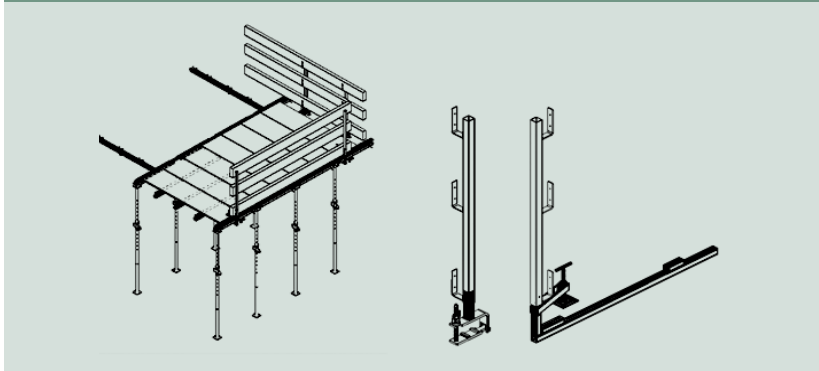
#### *Sistemas de anclaje para alojamiento de pies de barandilla*

Los distintos sistemas deberán garantizar los requisitos especificados en la tabla “Barandillas de protección, características dimensionales y de resistencia” tanto para fijado a encofrado como a forjado, siendo recomendable el conjunto previsto por cada fabricante.

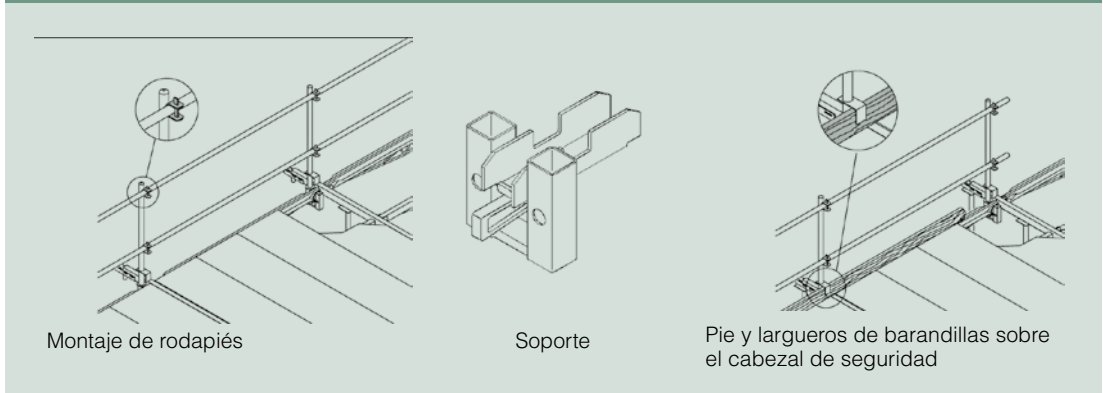
- Alojamiento en mecano de encofrado: Es un sistema que se aloja en el mecano del encofrado directamente.
- Cabezal de seguridad o soporte guardacuerpos: Es una pieza incorporable o que forma parte de la estructura metálica del encofrado que permite la instalación de las barandillas de protección en el perímetro del encofrado.
- Sistemas de fijado al forjado: Consiste en cartuchos de plásti-



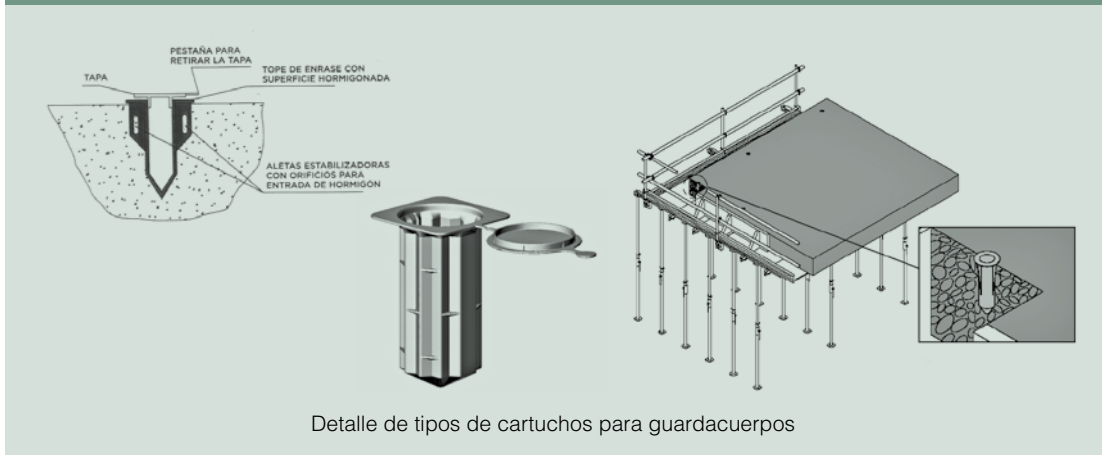
**ANCLAJE POR ALOJAMIENTO EN MECANO DE ENCOFRADO**



**SOPORTE Y MONTAJE DE BARANDILLAS Y RODAPIÉS EN CABEZAL DE SEGURIDAD**



**SISTEMA DE FIJADO AL FORJADO MEDIANTE CARTUCHOS. DETALLE DE LA COLOCACIÓN DEL TACO DE FORJADO**



Detalle de tipos de cartuchos para guardacuerpos

### SISTEMA DE FIJACIÓN A FORJADO MEDIANTE MORDAZA



co técnico que se introducen en el hormigón fresco. Están provistos de tapones que se deben asegurar para que no entre hormigón en su interior. En su instalación se debe tener la precaución de introducirlos verticalmente, a una distancia, siguiendo las instrucciones del fabricante.

Casquillos fabricados con chapa y tubo de acero. Se anclan al soporte (forjado) mediante tornillos embebidos en tacos de expansión, a la distancia indicada según las

instrucciones del fabricante.

- También existen sistemas de fijación a forjado mediante mordaza.

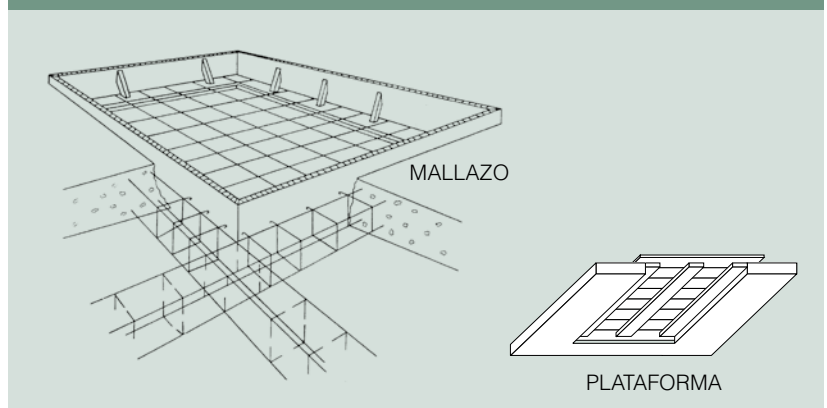
### Cobertura de huecos

Se emplea en las aberturas en los pisos. Éstas 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 aquellas en las que desaparece totalmente el forjado de pisos, dándose tal circunstancia al levantar una estructura metálica.

La cobertura de los huecos ha de ser fija y de resistencia suficiente para garantizar la seguridad de las personas que pueden circular sobre la misma, limitando en todo caso la circulación de determinadas cargas y debiendo estar señalizada. También es importante que la cobertura no sea fácilmente extraíble y se encaje perfectamente al hueco o abertura.

Las aberturas en pisos de poco uso podrán estar protegidas por una cubierta móvil que gire sobre bisagras a ras del suelo, en cuyo

### COBERTURA DE HUECOS EN FORJADOS



caso siempre que la cubierta no esté colocada, la abertura estará protegida por una barandilla.

Las redes de seguridad son protecciones colectivas que sirven para evitar o limitar la caída de altura de personas u objetos, que se emplean especialmente en el sector de la construcción. Se sujetan mediante una cuerda perimetral u otros elementos de sujeción o una combinación de ambos. En la elección y utilización de las redes de seguridad, siempre que sea técnicamente posible por el tipo de trabajos que se ejecuten, se dará prioridad a las redes que evitan la caída frente a las que sólo limitan o atenúan dicha caída.

## Redes de seguridad

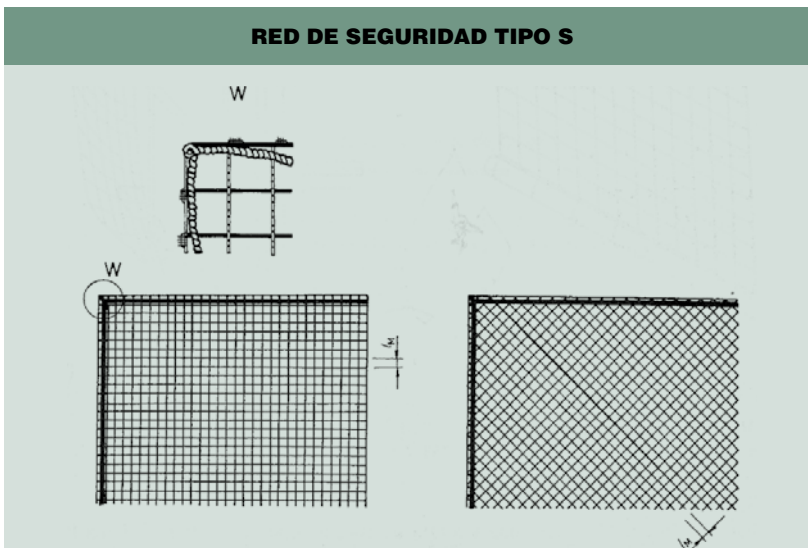
Existen cuatro sistemas de redes de seguridad:

- Sistema S: red de seguridad con cuerda perimetral.
- Sistema T: red de seguridad sujeta a consolas para la utilización horizontal.
- Sistema U: red de seguridad sujeta a una estructura soporte para su utilización vertical. Es un sistema provisional de protección de borde.
- Sistema V: red de seguridad con cuerda perimetral sujeta a un soporte tipo horca.

### Sistema S

#### Definición

Es una red con cuerda perimetral y un tamaño mínimo de 35 m<sup>2</sup>. En el caso de redes rectangulares, la longitud del lado menor debería ser de 5 m. como mínimo.



### Instalación

Su instalación se debe realizar con cuerdas de atado en puntos de anclaje que resistan la carga característica y situados a una distancia entre ellos inferior a 2,50 m.

La unión entre las distintas unidades de red S por solape debe ser de, al menos, 2 m.

Para que la instalación sea eficaz se deben cumplir tres condiciones:

- La posible caída debe producirse dentro de la bolsa que forman la red con el soporte. Para ello se debe instalar de forma que esté como mínimo un metro por encima del plano de trabajo que se va a proteger.
- Mantener la red libre de objetos que pudieran dañar al operario en una eventual caída.
- Garantizar que el sistema en su conjunto absorba la energía de impacto dentro de los parámetros de seguridad.

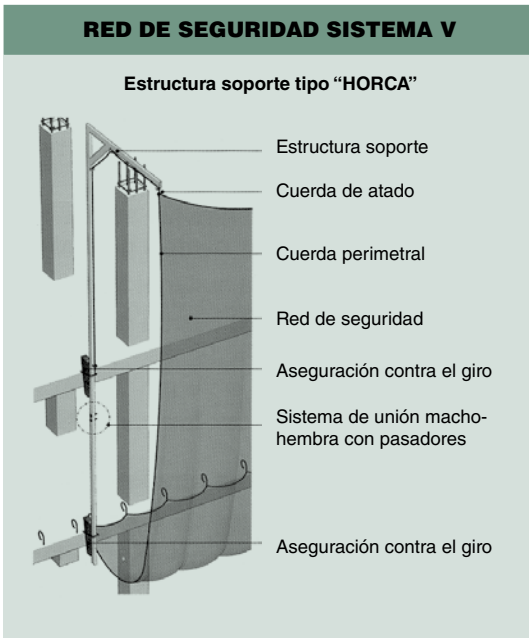
### Sistema V

#### Definición

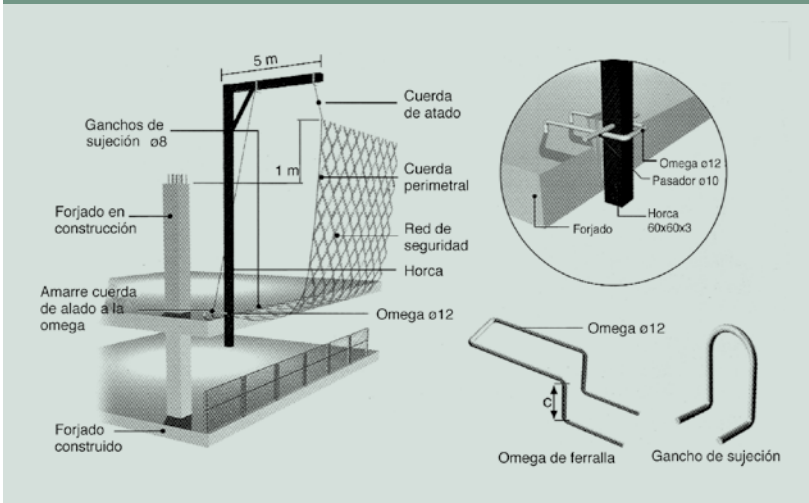
Es un sistema constituido por la red clasificada como tipo "V" con un soporte tipo horca anclado o embutido en el forjado.

Los componentes de este tipo de sistema se relacionan a continuación:

- Red: conexión de mallas
  - Red de seguridad: red con una cuerda perimetral
  - Deberán cumplir con las normas UNE-EN 1263-1 y UNE-EN 1263-2.
  - Deben ser del tipo A2 y por tanto su energía mínima de rotura será  $E_A = 2,3 \text{ kJ}$  y el ancho mínimo de malla,  $I_M = 100 \text{ mm}$ .
  - Cuerda de malla: cuerda con la que están fabricadas las mallas de una red.
  - Cuerda perimetral: cuerda que pasa a través de cada una de las mallas de los bordes de una red y cuya resistencia a la tracción debe ser  $\geq 20 \text{ kN}$ .
  - Cuerda de atado: cuerda utilizada para atar la cuerda perimetral a un soporte adecuado. Deberá tener una resistencia a la tracción  $\geq 20 \text{ kN}$ , si la red se ata a una sola cuerda, y  $\geq 10 \text{ kN}$ , si la red se ata con doble cuerda.
  - Cuerda de unión: cuerda utilizada para unir varias redes entre sí. Debe tener una



**DETALLES DE LOS DISTINTOS COMPONENTES DEL SISTEMA V**

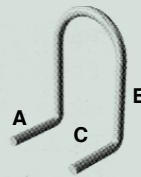


resistencia mínima a la tracción de 7,5 kN.

- **Cuerda de ensayo:** es un tramo separado de la cuerda de malla que es alojada en la red de seguridad para determinar el deterioro debido al envejecimiento y que puede ser retirada sin alterar las prestaciones de la red.
- **Horca:** estructura metálica que soporta la red de seguridad en forma de L invertida. Consta de dos tramos: cabezal y alargadera. Suele estar construida en tubo de acero de 3 mm de espesor y con sección protegida anticorrosión. Las dimensiones más adecuadas son: Altura comprendida entre 8 y 9 m, tubo de sección cuadrada de 6 x 6 o 6,5 x 6,5 cm, el brazo del voladizo debe estar comprendido entre 2 y 4 m.
- **Ganchos de sujeción:** elementos para fijar la cuerda perimetral de la red de seguridad al forjado inferior. Normalmente se fabrican con redondo de acero corrugado de 8 mm de Ø.
- **Omegas:** son los elementos para sujetar las horcas a los forjados. Están fabricados con acero corrugado de 12 mm de Ø.
- **Pasadores:** son unas piezas que se colocan en el orificio inferior de la alargadera

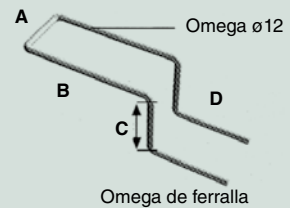
**GANCHOS DE SUJECIÓN. DIMENSIONES RECOMENDADAS**

Gancho de sujeción ø 8



A = 7 cm  
B = 17 cm  
C = 8 cm

**DIMENSIONES DE LAS OMEGAS**



A = 13 cm  
B = 35 cm  
C = 15 cm  
D = 8 cm

Omega de ferralla

dera de la horca para evitar el desplazamiento vertical de ésta. Son de acero corrugado de 10 mm de  $\varnothing$  y de una longitud de 25 cm aproximadamente.

## Sistema T

### Definición

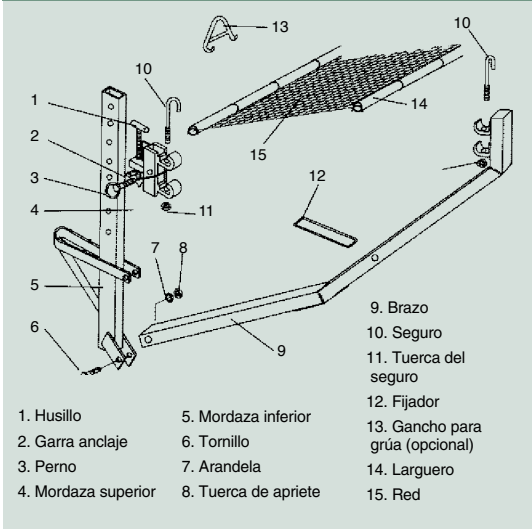
Es un sistema compuesto por un conjunto de redes horizontales solapadas entre sí y apoyadas sobre unos largueros. Éstos se acoplan a unos soportes metálicos tipo mordaza que a su vez se anclan a la estructura del edificio. Debe montarse lo más cerca posible del nivel de la superficie de trabajo. En cualquier caso, los brazos con la red deben mantener un desnivel del 10 % respecto a la prolongación del forjado.

Este sistema no es aplicable para proteger el primer forjado debido a que para la fijación del soporte al mismo es necesario que esté fraguado.

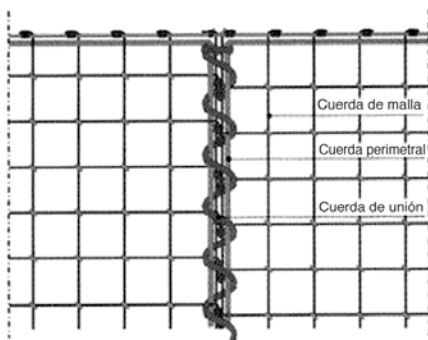
Los componentes de este tipo de sistema se relacionan a continuación:

- Paño de red: Consta, además de la propia red, de los siguientes elementos:
  - Cuerda de atado: sirve para atar la gaza de la esquina de la red a la patilla de los largueros.
  - Cuerda de unión o solapado: sirve para atar varias redes. No deben dejarse sin sujetar distancias superiores a 100 mm.
- Largueros: son tubos metálicos por los que se introduce la red malla a malla. Están constituidos por materiales flexibles apropiados para obtener una deformación plástica óptima, formando, junto a la red, una bolsa de recogida. Hay dos tipos de largueros: los superiores, que van enganchados al brazo del soporte mediante un agarre con seguro, y los inferiores, que van anclados al soporte y provistos de un seguro.
- Soporte: es un elemento metálico al que se acoplan los largueros. Existen diversos modelos y formas de anclarlos al edificio. Consta de dos partes: la base,

### RED DE SEGURIDAD. COMPONENTES DEL SISTEMA T DE RED CON MORDAZA



### ESQUEMA DE UNIÓN DE PAÑOS DE RED



que es la que ejerce la fuerza sobre el forjado en el caso de recibir un impacto, y la mordaza, que es el conjunto de elementos metálicos (husillo, seguros, etc.) que se fijan al suelo mediante dos tacos metálicos (tras haber taladrado el suelo convenientemente) y un husillo que se ajusta al borde del forjado. Dispone también de un seguro para el larguero inferior en su parte central y de un punto para fijar el brazo en su parte inferior.

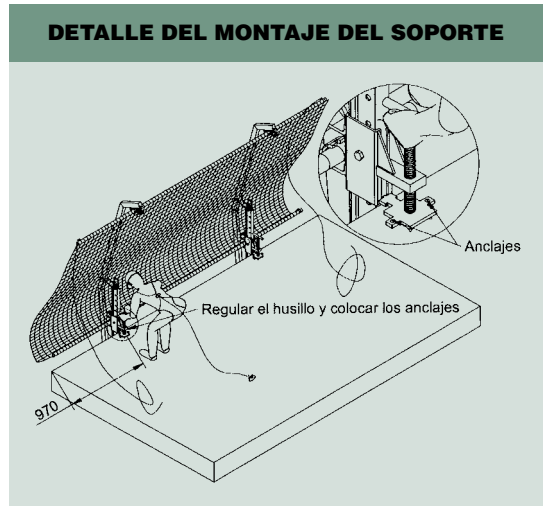
- **Brazo:** es un elemento metálico de una longitud aproximada de 5 m, constituido por diferentes tubos según los diferentes fabricantes. Se ancla al forjado unido a la base del soporte que, según el tipo de base, es fijado por pasadores o presionado con puntales. El brazo gira en un plano perpendicular a la fachada.
- **Módulo:** es el conjunto compuesto por la propia red, dos soportes con sus respectivos brazos y largueros. El módulo puede ser:
  - Independiente si no comparte el soporte con otro
  - De ampliación si comparte el soporte situado en medio de los dos módulos en el montaje manual.

*Aplicaciones*

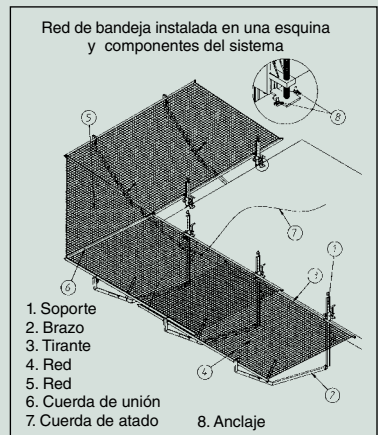
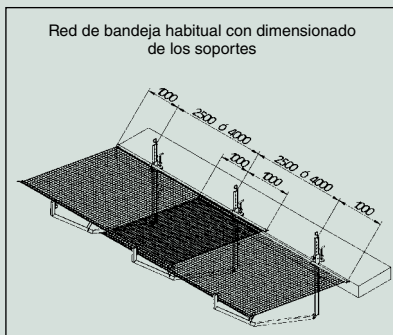
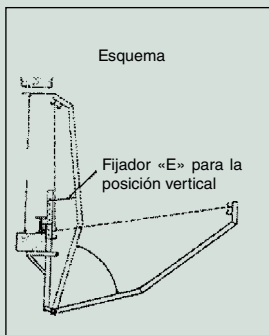
Este tipo de red no evita la caída de personas por lo que debe ir complementado con barandillas de protección.

La red en T tiene dos aplicaciones según la posición:

- **Vertical:** evita la caída de materiales al exterior. Para conseguir



**APLICACIONES VERTICAL Y HORIZONTAL DE LA RED TIPO T**



esta posición hay que instalar el fijador que une el brazo con el soporte. En este caso se comporta como red Tipo U detallada en otro apartado específico de este documento.

- Horizontal: la red tiene una inclinación aproximada de  $10^\circ$  en relación con la horizontal en dirección hacia el interior de la obra. Con un voladizo de 3 m resiste una altura de caída de 6 m.

### **Sistema U**

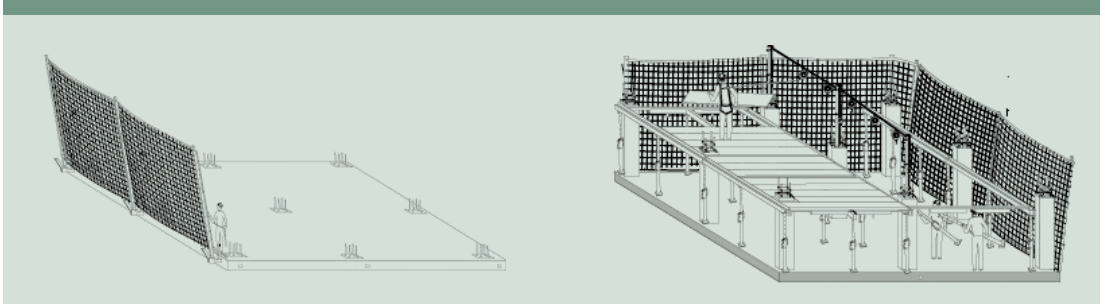
#### *Definición*

Es un sistema constituido por una red sujeta con un mástil de soporte anclado a un punto de anclaje embutido en el forjado, para su utilización vertical..

Componentes del sistema:

- Red: conexión de mallas
- Red de seguridad: red con una cuerda perimetral
- Deberán cumplir con las normas UNE-EN 1263-1 y UNE-EN 1263-2 Deben ser del tipo A2 y por tanto su energía mínima de rotura será  $EA = 2,3 \text{ kJ}$  y el ancho mínimo de malla,  $IM = 100 \text{ mm}$ .
- Cuerda de malla: cuerda con la que están fabricadas las mallas de una red.
- Cuerda perimetral: cuerda que pasa a través de cada una de las mallas de los bordes de una red y cuya resistencia a la tracción debe ser  $\geq 20 \text{ kN}$ .
- Cuerda de atado: cuerda utilizada para atar la cuerda perimetral a un soporte adecuado. Deberá tener una resistencia a la tracción  $\geq 20 \text{ kN}$ , si la red se ata a una sola cuerda, y  $\geq 10 \text{ kN}$ , si la red se ata con doble cuerda.
- Cuerda de unión: cuerda utilizada para unir varias redes entre sí. Debe tener una resistencia mínima a la tracción de  $7,5 \text{ kN}$ .
- Cuerda de ensayo: es un tramo separado de la cuerda de malla que es alojada en la red de seguridad para determinar el deterioro debido al envejecimiento y que puede ser retirada sin alterar las prestaciones de la red.

#### **RED DE TIPO U**





- Misil de Red: estructura metálica que soporta la red de seguridad a 90°. Consta de dos tramos, de 3 m de longitud. Suele estar construida en tubo de acero de 3 mm de espesor y con sección protegida anticorrosión. Las dimensiones más adecuadas son: Altura comprendida entre 5 y 6 m, tubo de sección cuadrada de 6 x 6 cm. o 6,5 x 6,5 cm.
- Ganchos de sujeción: elementos para fijar la cuerda perimetral de la red de seguridad al forjado inferior. Normalmente se fabrican con redondo de acero corrugado de 8 mm de Ø con las dimensiones que se indican en la figura “*Ganchos de sujeción. Dimensiones recomendadas*”.

## EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL CONTRA CAÍDAS DE ALTURA

La protección individual contra caídas de altura se consigue mediante un sistema anticaídas, que es un conjunto de equipos conectados entre sí de forma compatible y que protege del riesgo de caída de altura únicamente a la persona que utiliza dicha protección. La protección efectiva contra las caídas de altura mediante la utilización de un sistema anticaídas se basa en el cumplimiento del RD 773/1997 sobre utilización de los mencionados equipos y en que cumplan el RD 1407/1992 y las normas armonizadas de carácter técnico que sirven de referencia a los fabricantes para que sean eficaces frente al mencionado riesgo.

Un sistema anticaídas está formado por un arnés anticaídas (UNE-EN 361) y un subsistema de conexión.

A su vez, el subsistema de conexión está formado por un dispositivo de parada y los conectores adecuados situados en cada extremo del subsistema.

Como dispositivo de parada se puede emplear un dispositivo anticaídas o un absorbedor de energía (UNE-EN 355). Los dispositivos anticaídas pueden ser dispositivos deslizantes sobre línea de anclaje rígida o flexible (recogidos, respectivamente, en las normas UNE-EN 353.1 y UNE-EN 353.2) o dispositivos anticaídas retráctiles (UNE EN 360).

Los conectores recogidos en la norma UNE-EN 362 permiten la conexión de los diferentes equipos que forman el sistema anticaídas entre sí y la conexión al dispositivo de anclaje (UNE-EN 795) situado en la estructura soporte.

En este sentido resulta conveniente definir distintos conceptos:

- Equipo de Protección Individual (EPI) contra caídas de altura: equipo destinado a asegurar a una persona a un punto de anclaje para evitar cualquier caída desde una determinada altura o para detenerla de forma segura.

- Punto de anclaje: elemento al que puede sujetarse un EPI contra caídas de altura.
- Línea de anclaje: línea flexible situada entre anclajes estructurales, a la que es posible sujetar un equipo de protección individual.
- Arnés anticaídas: dispositivo de prensión del cuerpo destinado a parar las caídas. Puede estar constituido por bandas, elementos de ajuste, hebillas y otros elementos, dispuestos y ajustados de forma adecuada sobre el cuerpo de una persona para sujetarla durante una caída y después de la parada de ésta.
- Dispositivo anticaídas deslizante: dispositivo anticaídas con una función de bloqueo automático y un mecanismo de guía.

El dispositivo anticaídas se desplaza a lo largo de la línea de anclaje, acompañando al usuario sin requerir su intervención manual, durante los cambios de posición hacia arriba o hacia abajo y se bloquea automáticamente sobre la línea de anclaje cuando se produce una caída.

- Dispositivo anticaídas retráctil: dispositivo anticaídas con una función de bloqueo automático y un mecanismo automático de tensión y de retroceso para el elemento de amarre, es decir, un elemento de amarre retráctil.

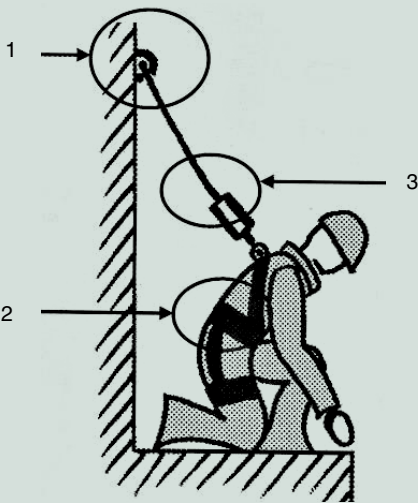
- Absorbedor de energía: componente de un sistema anticaídas diseñado para disipar la energía cinética desarrollada durante una caída desde una determinada altura.

En la figura se puede observar, a modo de ejemplo, un esquema general del conjunto de equipos que intervienen.

Es muy importante tener en cuenta que, si bien las protecciones colectivas una vez están bien instaladas previenen o protegen eficazmente del riesgo de caída de altura, durante las operaciones de instalación los operarios están expuestos eventualmente a este riesgo, por lo que deben tomarse del mismo modo las medidas necesarias para evitarlo.

En cualquier caso, el empleo del arnés anticaídas como medida de protección

#### ESQUEMA GENERAL. DEFINICIONES



1. DISPOSITIVO DE ANCLAJE: equipo cuya resistencia está garantizada para poder detener la caída. Posibilidad de colocar un conector en el punto de anclaje.

2. ARNÉS ANTICAÍDAS: reparte los esfuerzos del frenado de la caída sobre las zonas resistentes del cuerpo. Garantiza una postura adecuada en caso de suspensión tras una caída.

3. CONEXIÓN: conecta al usuario al punto de anclaje (incorpora un conector). Limita la fuerza de frenado, gracias al absorbedor de energía empleado en este caso.

conlleve una organización de los trabajos a realizar, debiéndose prever los puntos de anclaje y vigilar de manera especial la seguridad y resistencia de aquéllos.

EN EL EMPLEO DEL ARNÉS DE SEGURIDAD ES NECESARIO PREVER SUS PUNTOS DE ANCLAJE

## FORMACIÓN

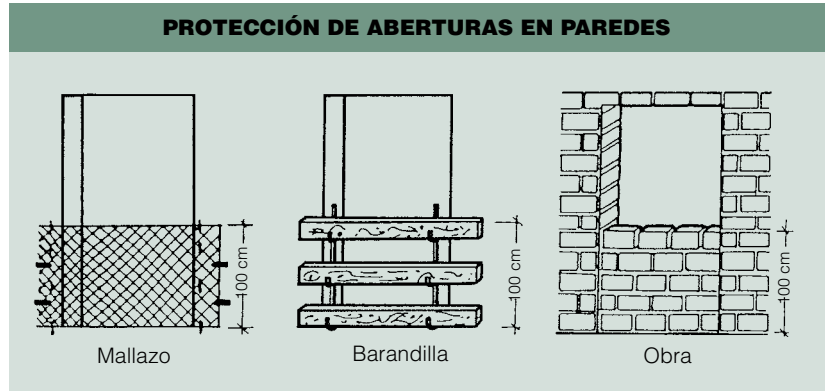
Sirve de complemento imprescindible a las medidas citadas, ya que muchas veces éstas podrían ser ineficaces por un comportamiento inadecuado del trabajador. Una formación adecuada hará que el trabajador sea consciente del riesgo que corre en la ejecución de un trabajo y conozca las medidas preventivas dispuestas, así como su utilización correcta. Asimismo, los mandos deberán estar especialmente sensibilizados en materia de seguridad aplicando y exigiendo las medidas de seguridad necesarias ante cada situación, cuidando de dar ejemplo con su comportamiento en todo momento.

## AGENTES MATERIALES QUE GENERAN EL RIESGO DE CAÍDA DE ALTURA

Los principales agentes materiales que generan el riesgo de caída de altura son: las aberturas, las plataformas de trabajo, las pasarelas, las plataformas de hormigonado, las escaleras, los andamios, las técnicas de acceso y posicionamiento mediante cuerdas y las escaleras de mano, que se trataron en el capítulo anterior. La elección del tipo más conveniente de medio de acceso a los puestos de trabajo temporal en altura deberá efectuarse en función de la frecuencia de circulación, la altura a la que se deba subir y la duración de la utilización. El paso en ambas direcciones entre el medio de acceso y las plataformas, tableros o pasarelas no deberá aumentar el riesgo de caída. La utilización de escaleras de mano y de las técnicas de acceso y posicionamiento mediante cuerdas se limitará a circunstancias en las que la utilización de otro equipo de trabajo más seguro no esté justificada.

Las aberturas pueden estar en las paredes (fachadas, patios interiores, escaleras, ascensores, etc.) o en los pisos. Deberán protegerse con barandillas aquellas aberturas en paredes que estén a menos de 100 cm sobre el piso y exista riesgo de caída de más de 2 m. Las aberturas en pisos se protegerán mediante barandillas en todo su perímetro o mediante cobertura fija utilizando, por ejemplo, tableros de madera dispuestos de forma que no se puedan desplazar con facilidad.

### Aberturas



### Plataformas de trabajo

Las plataformas de trabajo provisionales deben ser preferentemente metálicas; la utilización de tablones está condicionada a que estén limpios, sin defectos y nudos visibles. La anchura mínima debe ser de 60 cm. En caso de utilizar tablones, éstos deberán estar encajados perfectamente en sus soportes, debiendo sobresalir de los puntos de apoyo cuando estén sobrepuestos entre 20 cm y 30 cm por cada lado para facilitar su fijación. Los tablones tendrán un espesor mínimo de 5 cm. La longitud de la plataforma estará en función del espesor de los tablones.

La resistencia debe ser tal que pueda soportar cargas de personas, objetos o ambos a la vez.

### Pasarelas

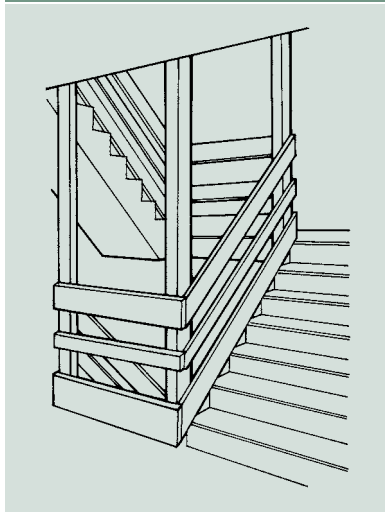
Las pasarelas se utilizan principalmente para acceder a forjados. Tendrán un ancho mínimo de 60 cm y poseerán un piso continuo y unido, debiendo disponer de barandillas o rodapiés en ambos lados aquellas que se encuentren situadas a más de 2 m de altura sobre el suelo o piso.

### Plataformas de hormigonado

Se utilizan para encofrar, hormigonar y vibrar los pilares sobre ellas. Pueden ser del tipo castillete o andamio tubular de módulos. Las del tipo castillete deben estar arriostradas, disponer de un acceso seguro mediante una escalera y su perímetro protegido con barandillas, barra intermedia y rodapiés. Tales plataformas no deben utilizarse para acceder a sitios de mayor altura.

### 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 peldañado, deberán

**INSTALACIÓN DE PASARELAS****PROTECCIÓN DE ESCALERAS**

contar con uno provisional cuya amplitud y resistencia permitan un tránsito seguro.

Los andamios son equipos de trabajo, compuestos por una serie de elementos, montados temporalmente o instalados de manera permanente, previstos para realizar trabajos en altura y/o que permiten el acceso a los distintos puestos de trabajo así como el acopio de las herramientas, productos y materiales necesarios para la realización de los trabajos. El trabajo sobre andamios presenta una serie de riesgos entre los cuales el más importante es el de caída de altura, bien desde el andamio, bien conjuntamente con el andamio. Para evitar que estos riesgos se conviertan en accidentes, los andamios se deben montar, utilizar y desmontar de forma correcta, según el tipo de andamio de que se trate.

**Andamios**

Los tipos de andamios más utilizados son:

**1. Plataformas suspendidas de nivel variable:** Dentro de este tipo de plataformas cabe distinguir las unidades de mantenimiento de edificios y las plataformas temporales suspendidas:

*Unidad de mantenimiento de edificios:* son plataformas suspendidas de nivel variable previstas para ser instaladas de manera permanente en un edificio o estructura específico, con el fin de que sean utilizadas por operarios para la inspección, la limpieza y el mantenimiento de dicho edificio o estructura. Estas unidades están constituidas por una plataforma suspendida de una estructura, que es generalmente un carro con aparejo elevador, que se desplaza sobre raíles o sobre una superficie

apropiada, como puede ser una vía de hormigón. Los mono-raíles con carros de traslación u otras estructuras de suspensión, fijados al edificio y de los cuales se puede suspender una plataforma, se consideran igualmente partes de una unidad de mantenimiento de edificios.

*Plataformas temporales suspendidas:* Son plataformas suspendidas de nivel variable, soportadas mediante cables, por una estructura de suspensión, montadas e instaladas de forma temporal sobre edificios o estructuras, que son utilizadas para realizar tareas específicas en construcción, revestimiento, pintura, mantenimiento y restauración de edificios, puentes, chimeneas y otras estructuras.

Cabe reseñar que estos equipos de trabajo son máquinas.

**2. Plataformas elevadoras sobre mástil:** Son plataformas de trabajo instaladas temporalmente, movidas de forma manual o motorizada, diseñadas para utilizarse por una o más personas para realizar trabajos desde ellas. La plataforma de trabajo se desplaza verticalmente sobre uno o más mástiles y se utiliza también para desplazar a dichas personas, junto con su equipo y materiales hasta y desde un punto único de acceso.

Cabe reseñar que estos equipos de trabajo son máquinas.

**3. Andamios de fachada de componentes prefabricados:** Son andamios basados en un sistema modular de componentes prefabricados interconectados, para constituir estructuras provisionales que se configuran adaptándose a la superficie de un objeto/elemento constructivo (fachadas, chimeneas, bóvedas, puentes, depósitos...).

**4. Andamios metálicos tubulares:** Aquellos en los que todas o algunas de sus dimensiones son determinadas con antelación mediante uniones o dispositivos de unión denominados grapas o abrazaderas, que se fijan temporalmente a elementos denominados tubos, para constituir estructuras provisionales. Está formado por una estructura tubular metálica, dispuesta en planos paralelos con filas de montantes o tramos unidos entre sí, mediante diagonales y diversas plataformas de trabajo a diferentes niveles.

**5. Torres de acceso, torres de trabajo fijas y torres de trabajo móviles:** Dentro de este tipo de andamios cabe distinguir los siguientes:

*Torres de acceso:* son estructuras metálicas modulares prefabricadas o estructuras metálicas tubulares, montadas utilizando elementos prefabricados, y capaces de salvar diferentes desniveles con la única finalidad de facilitar el tránsito entre diferentes alturas, ofreciendo una superficie de paso segura y con capacidad de carga adecuada. El conjunto más simple se apoya sobre cuatro montantes verticales, nivelados con la ayuda de cuatro husillos de adecuada capacidad de carga, que

se completa con los tramos de escalera y cuando proceda con plataformas para crear rellanos y facilitar la circulación.

*Torres de trabajo fijas:* son estructuras metálicas prefabricadas o estructuras metálicas tubulares, montadas utilizando elementos prefabricados, que poseen una o más plataformas de trabajo, con sus escaleras de acceso. El conjunto más simple se apoya sobre cuatro montantes verticales, nivelados con la ayuda de cuatro husillos de adecuada capacidad de carga.

*Torres de trabajo móviles:* son estructuras metálicas prefabricadas o estructuras tubulares, montadas utilizando elementos prefabricados y capaces de ser desplazadas manualmente sobre superficies lisas y firmes; son autoportantes y tienen una o más plataformas de trabajo, con sus escaleras de acceso. El conjunto más simple se apoya sobre cuatro ruedas, provistas de husillos de nivelación, dotadas de un sistema de bloqueo y adecuada capacidad de carga.

**6. Andamios de caballetes o borriquetas:** Son los constituidos por dos caballetes o dos borriquetas metálicas, sobre los que se apoyan unos tablones o plataformas metálicas para formar el piso del andamio, plataforma de trabajo o andamiada, regulable en altura o no.

Este tipo de andamios “simples” no están sujetos a norma. Los resultados de la evaluación de riesgos determinarán la posibilidad de su utilización y, en su caso, la adopción de medidas preventivas complementarias. A este respecto, el Art. 189 del IV Convenio CGSC, limita el empleo de los andamios de borriquetas hasta una altura de 3 m.

#### *Condiciones generales en los andamios*

Los andamios deberán cumplir con las condiciones generales y particulares relativas a los materiales, resistencia, estabilidad y seguridad recogidas por el RD 2177/2004.

Los riesgos de desplome o desplazamiento y los de caída de personas y/u objetos desde plataformas de trabajo, pasarelas y escaleras se deben abordar teniendo en cuenta las siguientes consideraciones.

Los andamios deberán proyectarse, montarse, utilizarse y mantenerse, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- a) el estudio previo del lugar de su instalación, interferencias y servidumbres anexas;
- b) las especificaciones del fabricante (véase el artículo 41 de la Ley de PRL), así como las condiciones de trabajo, tales como las cargas previsibles debidas al personal, los materiales, los equipos, las herramientas, las actividades a desarrollar;
- c) la duración de las tareas;
- d) la iluminación artificial;

- e) las vibraciones, en particular, las transmitidas a través del terreno y las debidas a equipos de trabajo;
- d) las condiciones meteorológicas del lugar, en particular las extremas.

En el diseño, dimensionado, construcción, protección y uso de las plataformas de trabajo, pasarelas y escaleras se deberían contemplar igualmente todos los aspectos indicados en el apartado anterior y, además, montando rodapiés, barandillas o protecciones equivalentes.

En el caso de las plataformas suspendidas de nivel variable así como de las plataformas elevadoras sobre mástil, para evitar daños a terceros por caída de objetos, se debería balizar, señalizar y acotar la zona inferior del terreno, impidiendo el paso bajo su perpendicular.

Se garantizará la inmovilidad de los tablones que constituyen el piso, desechándose aquellos 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.

Cuando el andamio se apoye sobre el suelo, deberá cuidarse que el pavimento ofrezca la solidez y resistencia necesarias. Antes de su utilización el andamio deberá someterse a una prueba de carga, prueba que deberá repetirse ante cualquier cambio, paralización prolongada o ante la simple duda. Por parte de la dirección técnica de los trabajos se emitirá certificado de su montaje y prueba a plena carga. Cuando algunas partes del andamio no estén listas para su utilización, en particular durante el montaje, el desmontaje o las transformaciones, deberán estar señalizadas.

Para elegir un andamio debemos tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Que sean seguros para los trabajos a realizar.
- Que sean fáciles y rápidos en el montaje y desmontaje.
- Que presenten facilidad de traslado y transporte.
- Que puedan ser conservados y mantenidos adecuadamente.
- Que sean de fácil adaptación y acoplamiento a obras diferentes.

Según la RD 2177/2004, los andamios sólo podrán ser montados, desmontados o modificados sustancialmente bajo la dirección de una persona competente y por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada y específica destinada en particular a:

- La comprensión del plan de montaje del andamio de que se trate.
- La seguridad durante el montaje.
- Las medidas de prevención de riesgos de caída de personas y de objetos.
- Las medidas de seguridad en caso de cambio de las condiciones climatológicas que puedan afectar negativamente a la seguridad del andamio.



- Las condiciones de carga admisible.
- Cualquier otro riesgo que entrañen las operaciones de montaje, desmontaje y transformación.
- A continuación se tratan aquellos aspectos más significativos de los tipos más comunes de andamios.

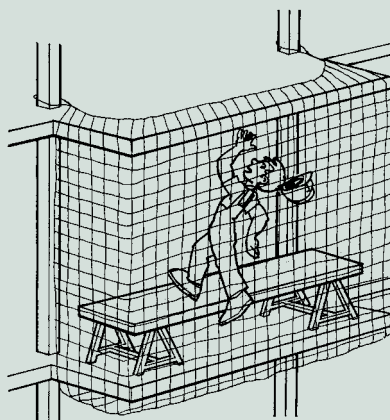
### *Andamio de borriquetas*

Se entiende por “andamio de borriquetas” una construcción provisional auxiliar utilizada para la ejecución de diferentes trabajos que permiten el acceso de operarios y materiales al punto de trabajo, formado por dos soportes (soportes de caballetes, pies en forma de “V” invertida o bien borriquetas verticales armadas con bastidores fijos o móviles) sobre los que se apoyan plataformas de trabajo, regulables o no en altura. Se emplean básicamente en trabajos interiores y pueden ser de madera o metálicos.

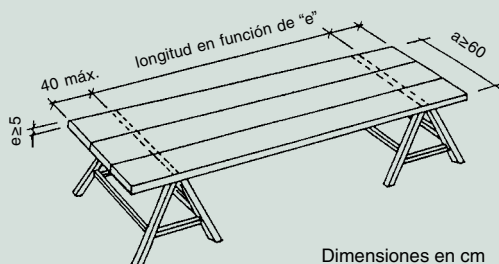
Si la plataforma de trabajo está situada a más de 2 m de altura o posibilita una caída exterior de más de 2 m, se protegerá todo el contorno perimetral. El elemento de apoyo de la plataforma de trabajo, de madera o metálico, se hará sobre los soportes, no empleando nunca bovedillas, bidones, etc. Además, como medida complementaria, a la hora de montar el andamio se debe respetar una distancia máxima entre soportes de 3 m, y que el grosor y estado de los tablonnes utilizados sea el adecuado al peso que deban soportar. El acceso, en caso necesario, se hará utilizando escaleras manuales seguras.

Muchas veces el riesgo de caída desde andamios de poca altura viene determinado por el lugar donde se ubican: galerías exteriores, balcones al lado de aberturas, etc., siendo en tales casos necesaria 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. Las plataformas deben estar sujetas.

#### PROTECCIÓN DE UN ANDAMIO DE BORRIQUETAS MEDIANTE REDES VERTICALES



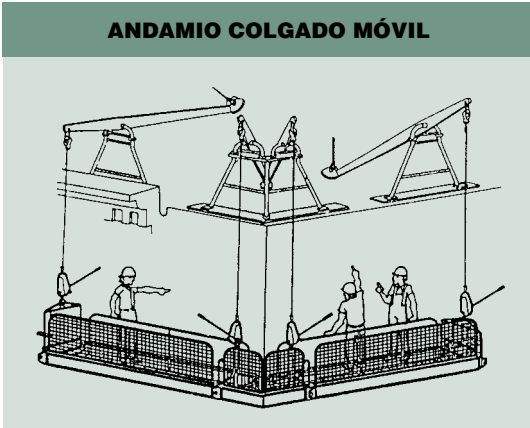
#### ANDAMIO DE BORRIQUETAS



Dimensiones en cm

### Andamio colgado móvil

Son superficies de trabajo horizontales que constan de pescantes, cables y ganchos de suspensión, aparejo de elevación y descenso, lira y plataforma de trabajo, protegido con barandillas, barra intermedia y rodapiés en todo su perímetro.



Los pescantes son los elementos de sujeción del andamio. La separación entre pescantes será de 3 m como máximo. Los tipos más usuales son: los anclajes embutidos en forjados con soporte retráctil, los anclajes embutidos en forjados con soporte fijo (pueden ser vigas metálicas elaboradas con perfiles normalizados o ganchos de hierro dulce) y los pescantes de cola, que pueden ser anclados al forjado o con una base sobre la que se colocan contrapesos. 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 que los contrapesos no puedan

alterarse. Los pescantes se han de montar de forma que los cables trabajen perpendiculares al suelo y paralelos entre sí.

Los cables deben ser del tipo flexible con hilos de acero con un factor de seguridad superior a 6. El diámetro suele estar comprendido entre 8 mm y 8,3 mm, según el fabricante. La fijación del gancho al cable se debe hacer mediante un manguito de aleación prensado o con tres sujetacables de estribo. Los ganchos deben ir provistos de pestillo de seguridad.

El aparejo de elevación es un aparato que anclado a la plataforma, lleva un mecanismo que lo fija y desplaza a través de un cable; puede llevar otro mecanismo acoplado que actúa sobre un segundo cable que hace las funciones de cable de seguridad. Está compuesto por el mecanismo de elevación (trócola o tráctel) y el tiro. En el *sistema tráctel* el cable de elevación es pasante y está accionado mediante mordazas. La carcasa tiene en su parte inferior un gancho con el que sujeta la lira, que es el elemento que sostiene la plataforma de trabajo. Las medidas de seguridad en la utilización se describen a continuación:

- Colocar el pestillo de seguridad del gancho que sujeta la lira.
- El aparato debe tener el desembrague interior, de forma que sólo pueda ser accionado con el gancho de la palanca de manio-bras. No se deben utilizar los aparatos que tengan la palanca de desembrague en el exterior.
- Utilizar los cables originales proporcionados por el fabricante.

- En caso de desperfecto o posible rotura de los pasadores que limitan las sobrecargas, éstos deben sustituirse por otros iguales.
- Los aparatos y cables deben revisarse y engrasarse periódicamente, sobre todo antes de instalarse.

En el *sistema trócola* el cable de elevación va enrollado en el tambor del aparato y se acciona mediante dos manivelas. La unión de la trócola con la lira se realiza mediante un tornillo pasante y tuerca o palomilla. Las medidas de seguridad a seguir son:

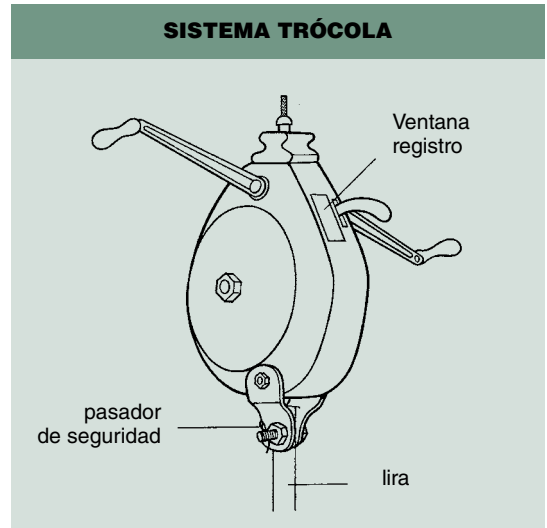
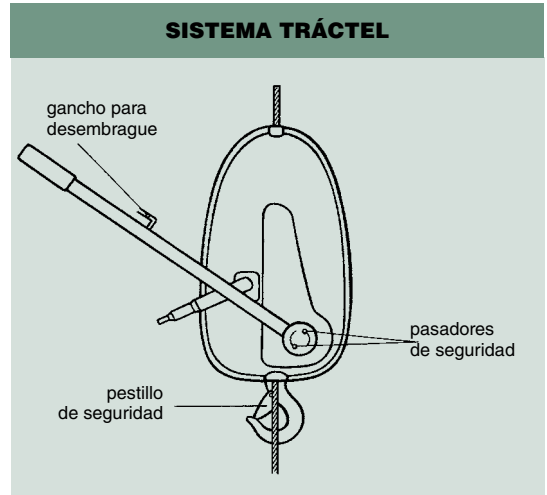
El tornillo de unión de la trócola a la lira ha de penetrar completamente dentro de la tuerca o palomilla y debe llevar en su extremo libre un agujero para colocar un pasador de seguridad.

El cable debe enrollarse en el tambor de forma que no se produzcan apilamientos excesivos que podrían provocar descensos bruscos del andamio. Para ello el tambor debe llevar una ventana registro que permita controlar el cable a medida que se enrolla.

Después de cada utilización se deben revisar y engrasar el conjunto del aparato y cables.

En la utilización de los aparatos de elevación está prohibido:

- Utilizar los aparatos con cargas superiores a su capacidad nominal o para otros trabajos distintos de aquellos para los que están previstos.
- Intentar accionar el pasador del desembrague con el aparato cargado.
- Obstruir el desplazamiento normal de la palanca de marcha atrás o marcha adelante o accionar ambas palancas simultáneamente.
- Utilizar cualquier otro medio de accionamiento que no sea la palanca de accionamiento original.
- Sustituir los pasadores de seguridad originales por otros de otro origen.
- Fijar el aparato por otros medios que no sean su elemento de amarre.
- Bloquear el aparato en una posición fija.
- Golpear contra los elementos de mando.



En la ejecución y montaje del andamio se deben seguir las siguientes normas de seguridad:

- Todo el perímetro del andamio debe estar provisto de barandillas rígidas de protección de 1 m de altura, barra intermedia de 0,45 m y rodapié de 0,15 m.
- La separación entre la plataforma y la fachada será de 0,45 m como máximo.
- La superficie de trabajo debe tener una anchura mínima de 0,60 m y debe ser preferiblemente metálica.
- La carga máxima admisible debe ser de 200 kg/m<sup>2</sup>.
- La longitud máxima si se une más de un módulo será de 8 m.
- El montaje debe ser supervisado por técnicos competentes del sistema correcto de instalación.
- Instalar líneas de vida independientes de los andamios unidas a puntos sólidos de la edificación para anclar los EPI de los operarios.
- Antes de montar, regularmente o después de alguna modificación se deben revisar, por una persona competente, todos los elementos que componen el andamio, rechazando los que estén en mal estado.
- No deberá existir ningún vacío peligroso entre los componentes de las plataformas y los medios verticales de protección colectiva contra caídas.

Además de una buena ejecución y montaje, durante la utilización deberán tenerse en cuenta una serie de consideraciones con el fin de mejorar la seguridad general:

- Antes de su utilización se efectuará un reconocimiento de todos y cada uno de los elementos que lo componen y se someterá a una prueba a plena carga con la plataforma ligeramente elevada sobre el suelo, del orden del doble de la carga prevista para trabajar. Diariamente y antes del inicio de cada jornada laboral se revisarán todos los elementos que componen la andamiada.
- El trabajo sobre andamios colgados únicamente podrá realizarse por personas formadas y autorizadas al efecto.
- Se preverán accesos fáciles y seguros a la plataforma de trabajo prohibiéndose entrar o salir del andamio sin estar anclado horizontalmente.
- No se sobrecargará la plataforma de operarios o materiales.
- Está especialmente prohibido suplementar el andamio con andamios de borriquetas, plataformas de trabajo montadas sobre bidones, etc. para ganar altura por una inadecuada selección o colocación de los pescantes.
- Se suspenderán los trabajos en días de fuerte viento o en condiciones meteorológicas desfavorables.
- Los operarios deberán utilizar cinturón de seguridad, que se sujetará a puntos fijos de la estructura independientes del anda-

mio o a líneas de vida instaladas previamente al efecto. Esta medida se aplicará especialmente en las operaciones de elevación o descenso de la plataforma.

### Andamio metálico

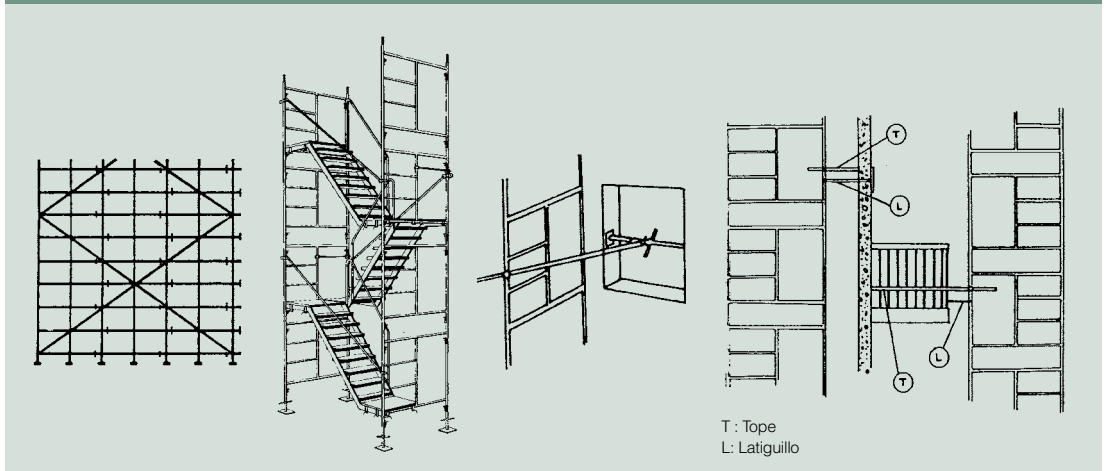
Es una construcción auxiliar de carácter provisional que está formada por una estructura tubular metálica dispuesta en planos paralelos con filas de montantes o tramos unidos entre sí mediante diagonales y con plataformas de trabajo situadas a la altura necesaria para realizar las tareas. Está constituido por tubos o perfiles metálicos, verticales y horizontales, arriostrados convenientemente. Su estabilidad se garantizará anclándose en un número suficiente de puntos mediante amarres a puntales acuñados entre dos forjados o a ventanas mediante husillos firmemente acuñados entre los huecos y con unas bases sólidas y estables.

Se clasifican en *fijos* y *móviles*. Estos últimos presentan la posibilidad de movimiento durante el avance de los trabajos y están dotados de ruedas con mecanismo de bloqueo.

Se aconseja que las escaleras que pongan en comunicación las distintas andamiadas sean de tipo metálico, adosadas a la estructura del andamio o como módulo independiente. Deben tener una anchura mínima de 40 cm, siendo aconsejable 50 cm. En caso de utilizar escaleras verticales, éstas deben estar protegidas mediante guardacuerpos.

Es importante hacer referencia a las dimensiones de circulación y de trabajo de los andamios y a la plataforma de trabajo.

#### ANDAMIO METÁLICO TUBULAR. VISTA GENERAL Y ASEGURAMIENTO DE LA ESTABILIDAD MEDIANTE ARRIOSTRAMIENTOS



La Norma UNE-EN 12811-1, referente a Andamios, clasifica los andamios, en función de su anchura para áreas de trabajo en siete clases y en función de la altura libre, en dos clases.

<b>CLASES DE ANCHURA PARA ÁREAS DE TRABAJO</b>	
Clases de anchura	Anchura en mm (w)
W 06	$0,6 \leq w < 0,9$
W 09	$0,9 \leq w < 1,2$
W 12	$1,2 \leq w < 1,5$
W 15	$1,5 \leq w < 1,8$
W 18	$1,8 \leq w < 0,9$
W 21	$2,1 \leq w < 2,4$
W 24	$2,4 \leq w$

<b>CLASES DE ALTURA LIBRE</b>			
Clase	Altura libre entre las áreas de trabajo, $h_3$	Altura libre entre las áreas de trabajo y los travesaños o miembros de unión, $h_{1a}$ $h_{1b}$	Altura libre mínima a nivel de los hombros, $h_2$
H1	$h_3 \geq 1,90$ m	$1,75 \leq h_{1a} < 1,90$ m $1,75 \leq h_{1b} < 1,90$ m	$h_2 \geq 1,60$ m
H2	$h_2 \geq 1,90$ m	$h_{1a} \geq 1,90$ m $h_{1b} \geq 1,90$ m	

El riesgo de caída de altura se protegerá por medio de barandillas de seguridad y pantallas o módulos enrejados metálicos en zonas laterales o traseras, con excepción, en este último caso, de los lados del paramento pues impedirían la realización de los trabajos. En la parte que da al paramento se debe instalar una barandilla a 40 cm de altura teniendo en cuenta que la distancia al mismo no debe ser superior a 20 cm. Sólo se suprimirán cuando la distancia al paramento no permita el paso del cuerpo de una persona.

Para ser utilizados deben reunir además una serie de condiciones de seguridad:

- Deben ser capaces de soportar los esfuerzos a los que se les someterá durante la ejecución de los trabajos.
- Deben constituir un conjunto estable.
- Deben formarse con elementos que garanticen acceso y circulación fácil, cómoda y segura por sí mismos y disponer de los elementos necesarios para garantizar la seguridad de los operarios durante la ejecución de los trabajos.

- No se debe acceder al andamio usando la estructura del mismo.
- No se debe trabajar sobre las plataformas dispuestas sobre la coronación del andamio, si previamente no se han protegido con barandillas, barra intermedia y rodapiés.
- Los trabajos deben pararse en días con fuerte viento.
- No se deben colocar toldos tupidos en el perímetro exterior del andamio ya que en días de fuerte viento se puede producir el efecto vela y hacer peligrar su estabilidad.
- Los andamios móviles provistos de ruedas no se pueden mover mientras haya personas sobre ellos, ya que para trabajar en este tipo de andamios previamente se deben frenar y anclar las ruedas.
- Durante el montaje y desmontaje de la estructura, los operarios deben utilizar cinturones de seguridad debidamente anclados a puntos sólidos.
- La superficie de las plataformas debe ser antideslizante.

Para otros aspectos relacionados con los andamios en general se recomienda acudir al contenido de la Guía Técnica sobre Equipos de Trabajo, partes 2 y 3.

Las técnicas de acceso y posicionamiento mediante cuerda son técnicas para trabajar en altura que se basan en la utilización de cuerdas, anclajes y aparatos de progresión para acceder a objetos naturales (árboles), subsuelo (pozos), construcciones (edificios, diques, puentes, etc.), junto con todos los accesorios incorporados a las mismas para la realización de algún tipo de trabajo.

La utilización de las técnicas de trabajos verticales es aconsejable en aquellos trabajos donde el montaje de sistemas tradicionales (por ej. Andamios) resulta dificultoso técnicamente o presenta un riesgo mayor que realizarlo con dichas técnicas, con independencia de que la duración de muchos de estos trabajos hace que, económicamente, no sean rentables. Los campos de aplicación más utilizados en estas técnicas son:

- Acabados y mantenimiento de edificios nuevos y antiguos
- Rehabilitación y mantenimiento de equipos industriales y monumentos
- Líneas eléctricas aéreas
- Presas y centrales hidráulicas
- Montajes en altura
- Trabajos diversos en frentes rocosos y taludes
- Obra civil y pública

El sistema consta como mínimo de dos cuerdas de sujeción independiente, una de trabajo como medio de acceso, descenso y sujeción, equipada con un sistema de bloqueo automático con el

---

### **Técnicas de acceso y posicionamiento mediante cuerda**

fin de impedir la caída en caso de que el usuario pierda el control de su movimiento, y otra de seguridad como medio de protección anticaídas o de emergencia, equipada con un dispositivo móvil contra caídas que siga los desplazamientos del trabajador.

Se deben facilitar a los trabajadores unos arneses adecuados, que deben enganchar a la cuerda de seguridad mediante dispositivos de regulación de cuerda. También es recomendable utilizar una tercera cuerda para llevar sujetas las herramientas y demás accesorios.

Las medidas de prevención y protección para prevenir el riesgo de caída de altura consisten en la idoneidad de los equipos necesarios para realizarlos, la planificación y organización de los trabajos y la aplicación de técnicas específicas para la realización de los mismos.

### *Equipo de trabajo*

El equipo de trabajo o de acceso es el que sirve para acceder de forma segura al lugar de trabajo, posicionarse y abandonarlo una vez finalizado el trabajo. Consta de un descendedor autoblocante, bloqueador de ascenso, varios conectores con seguro, una cuerda semiestática de suspensión de longitud variable, un arnés de suspensión, un elemento de amarre y una cuerda de seguridad con un dispositivo anticaídas para línea de anclaje flexible (Norma UNE-EN 353-2).

Los requisitos normativos del equipo de protección contra caídas de altura se apoyan en lo que indica el art. 7 del RD 1407/1992 (clasificación de EPI en categorías) y el Anexo I de la Resolución de 25 de abril de 1996 (Clasificación por categorías de los equipos de protección individual en función de su procedimiento de certificación). Según ello, el equipo de protección contra caídas de altura es un EPI de clase 3 y debe llevar el marcado “CE”, una Declaración de conformidad y un Folleto informativo, redactado como mínimo en castellano, en donde se indiquen, entre otras, las condiciones de almacenamiento, uso, limpieza y mantenimiento del mismo.

Además en los trabajos en que se utilicen sistemas anticaídas se deben seguir una serie de recomendaciones de seguridad complementarias de las que podemos destacar las siguientes:

- El equipo de protección individual se debe usar permanentemente durante todo el tiempo que dure el trabajo a realizar.
- Se han de evitar desgastes en el equipo, en particular por contactos y frotamientos con aristas o superficies rugosas, superficies calientes, corrosivas o susceptibles de engrasar los mecanismos.
- No exponer innecesariamente los elementos que componen el equipo a los rayos solares u otros agentes nocivos, debiendo prestar especial atención en trabajos de soldadura que conlleven la utilización de estos equipos de protección.



- Señalar cualquier anomalía detectada en el equipo debiendo, en todos los casos, desechar un equipo que haya soportado una caída.
- No utilizar estos equipos de forma colectiva.

Después de su utilización el equipo debe secarse en su caso, guardarlo en un lugar al abrigo de las inclemencias atmosféricas de la luz u otros posibles agentes agresivos.

### *Planificación y organización de los trabajos*

La planificación y organización de los trabajos debe contemplar los siguientes aspectos:

- Planificación del trabajo a realizar, incluido el estudio de seguridad y el plan preventivo.
- Instalación en el inmueble, edificio u objeto de puntos de anclaje (instalaciones de cabecera) y de progresión.
- Maniobras de ascenso o descenso hasta el punto de operación.
- Posicionamiento en el punto de operación.
- Ejecución de los trabajos propiamente dichos.
- Descansos previstos durante la realización de los trabajos.
- - Recuperación de los sistemas de anclaje (instalaciones de cabecera) y progresión instalados a no ser que las intervenciones tengan una periodicidad que aconsejen que sean permanentes.

### *Técnicas específicas necesarias para la realización segura de los trabajos verticales*

En la realización de trabajos verticales se aplican una serie de técnicas esenciales para el buen desarrollo de los trabajos. Las principales son las siguientes:

- Técnicas sobre nudos

Los nudos se utilizan para unir los diferentes elementos de las instalaciones que componen los tendidos de trabajo. En general se debe evitar la utilización de nudos para unir las cuerdas y adecuar las longitudes de las mismas a las necesidades de trabajo.

- Técnicas de instalación de tendidos de trabajo y seguridad

Los tendidos de trabajo son el conjunto de instalaciones y equipos necesarios para colocar las cuerdas y demás elementos auxiliares. Se distinguen dos partes: instalaciones de cabecera e instalaciones de la vertical.

- Técnicas de progresión vertical

Son las técnicas que permiten utilizar los elementos que componen el equipo de acceso del trabajador. Las maniobras básicas son:

- Descenso por la cuerda
- Ascenso por la cuerda

- Cambios de dirección
- Paso de obstáculos en ascenso y descenso
- Técnicas de progresión horizontal

En estos casos se utilizan cabos de anclaje conectados directamente a los elementos de la estructura o bien a un pasamanos (cuerda tendida horizontalmente sin tensar).

Si se dispone de una repisa para los pies, y la cuerda tendida está a una altura adecuada, se puede avanzar asegurándose a ella mediante dos cabos de anclaje.

Se debe estar siempre anclado al menos a un punto: para pasar los puntos intermedios del pasamanos, se deben usar los dos cabos de anclaje, pasando primero uno y después el otro.

- Técnicas especiales

Las técnicas especiales se utilizan para subir a estructuras con apoyo y sin apoyo (paredes). Tienen en común que se debe progresar sin tener instaladas cuerdas desde arriba.

- Técnicas de evacuación

Las técnicas de evacuación son las que permiten evacuar a un trabajador después de un accidente o incidente que deje al trabajador suspendido de las cuerdas y por su estado no pueda progresar por sí mismo.

Los principios básicos en los que se basan estas técnicas consisten en que la acción de auxilio no comporte un riesgo adicional tanto para el rescatador como para el propio accidentado y que además no agrave las lesiones del accidentado.

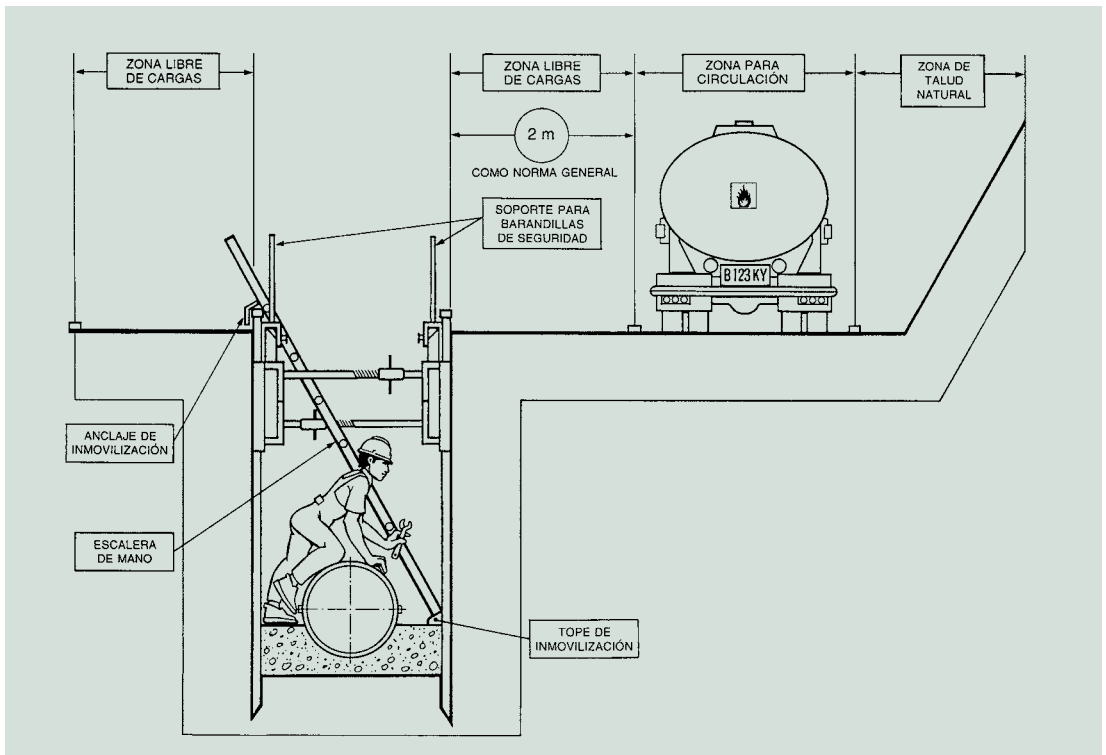
## TRABAJOS ESPECÍFICOS QUE GENERAN EL RIESGO DE CAÍDA DE ALTURA Y DERRUMBES

### Movimiento de tierras: vaciado de solares y zanjas

El riesgo de caída de altura se manifiesta al hacer una excavación y en la medida en que el desnivel se va incrementando y es debido a la falta de barandillas de protección en los bordes de la excavación o de las zanjas. Para prevenir tales riesgos, antes de iniciarse los trabajos se deberá llevar a cabo un estudio previo del terreno con objeto de conocer su estabilidad y la posible existencia de conducciones. Es conveniente rodear el solar con una valla debidamente señalizada que tenga un mínimo de 2 m de alto y esté situada a 1,50 m como mínimo del borde del vaciado. Por otro lado, las zonas de paso deben protegerse mediante barandillas, rodapié y listón intermedio, situadas como mínimo a 0,60 m del borde del vaciado y, si hubiera espacio suficiente, la distancia de separación a la zanja o excavación debería ser igual a la altura de la misma. En el caso de que haya un muro pantalla, la protección mediante barandillas puede realizarse al borde de la excavación,

**INCLINACIÓN DE TALUDES EN FUNCIÓN DE LA NATURALEZA DEL TERRENO**

Naturaleza del terreno	Excavaciones en terreno virgen o terraplenes homogéneos muy antiguos				Excavaciones en terreno removido recientemente o terraplenes recientes			
	TERRENOS				TERRENOS			
	Secos		Inmersos		Secos		Inmersos	
	Angulo con la horizontal	Pendiente	Angulo con la horizontal	Pendiente	Angulo con la horizontal	Pendiente	Angulo con la horizontal	Pendiente
Roca dura	80°	5/1	80°	5/1				
Roca blanda o fisurada	55°	7/5	55°	7/5				
Restos rocosos, pedregosos, derribos	45°	1/1	40°	4/5	45°	1/1	40°	4/5
Tierra fuerte (mezcla de arena y arcilla) mezclada con piedra y tierra vegetal	45°	1/1	30°	3/5	35°	7/10	30°	3/5
Grava, arena gruesa no arcillosa	35°	7/10	30°	3/5	35°	7/10	30°	3/5
Arena fina no arcillosa	30°	3/5	20°	1/3	30°	6/10	20°	1/3



pues éstas pueden fijarse en su parte inferior. Como norma general, se debería mantener una zona de unos dos metros libre de carga y de circulación de vehículos.

Cuando la profundidad de una zanja sea igual o superior a 1,5 m, es conveniente entibarla. Se respetarán los ángulos de talud indicados en el cuadro 3 en caso de no entibar. Se revisará el estado de cortes o taludes a intervalos regulares en aquellos casos en los que se puedan recibir empujones exógenos procedentes de caminos, carreteras, calles, etc. transitados por vehículos, martillos neumáticos, etc. Las entibaciones han de ser revisadas al comenzar la jornada de trabajo; se extremarán estas precauciones después de interrupciones de trabajo de más de un día o alteraciones atmosféricas, como lluvias o heladas. Se recomienda sobrepasar la entibación en una altura de 20 cm sobre el borde de la zanja para que realice una función de rodapié y evite la caída de objetos y materiales a la zanja. En general, las entibaciones o parte de éstas se quitarán sólo cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, comenzando por la parte inferior del corte.

Para el caso de utilización de torres de acceso para acceder a la excavación, éstas deben estar dotadas de barandillas, rodapiés y barra intermedia y estar convenientemente arriostradas, no debiéndose utilizar escaleras manuales para acceder a la misma, dependiendo, en cualquier caso de su profundidad. Para el acceso a las zanjas es conveniente utilizar escaleras, preferiblemente metálicas que rebasen, como mínimo, 1 m sobre el nivel superior del corte, se encuentren libres de obstáculos y convenientemente distribuidas en función de la longitud de la zanja.

---

**Trabajos de montaje de estructuras metálicas**

El riesgo de caída de altura se puede actualizar al caer desde el vehículo de transporte al que se sube para enganchar los perfiles, durante las operaciones de ensamblado de pilares y vigas, en operaciones de soldadura, en los accesos a la estructura, en desplazamientos horizontales sobre la estructura, etc.

Las medidas de prevención y protección se describen a continuación:

- Debe prohibirse el acceso a la estructura utilizando la grúa o subiendo por la propia estructura y el descenso utilizando algún pilar para bajar deslizándose por el mismo. Las subidas o bajadas deben realizarse utilizando escaleras manuales de altura adecuada, sujetas en su parte superior y provistas de zapatas antideslizantes apoyadas sobre una base sólida.
- Las operaciones de soldadura no deben realizarse utilizando escaleras manuales. En su lugar deben utilizarse plataformas de hormigonado, torres de trabajo móviles, andamios, etc., adecuados al tipo y altura de la zona de trabajo.

- En cualquiera de las operaciones anteriores se pueden utilizar las plataformas elevadoras móviles de personal debidamente protegidas.
- Para proteger a los trabajadores que deban realizar desplazamientos horizontales por la estructura lo ideal es instalar redes de seguridad horizontales, las cuales deben ser de material incombustible para evitar que las deterioren las partículas incandescentes producidas en las operaciones de soldadura. Por otro lado, los operarios deben llevar arneses de seguridad debidamente anclados.
- Cuando se utilicen jaulas como plataforma de trabajo, éstas deben ser de acero de suficiente resistencia y deben tener piso estriado antideslizante, barandillas, barra intermedia y rodapiés metálicos. Se deben extremar las precauciones cuando se cuelguen de alguna parte de la estructura de forma que no se puedan descolgar en ningún caso. Los operarios deberán utilizar arnés de seguridad anclado a la estructura; para ello la estructura debe llevar anillas de anclaje. Otro sistema muy práctico es la utilización de líneas de vida que permitan anclar el arnés y desplazarse simultáneamente a lo largo de la estructura.

En el proyecto de un edificio se deberán tener en cuenta los futuros trabajos de inspección, limpieza, mantenimiento y posibles reparaciones que se lleven a cabo en las cubiertas de las edificaciones ya construidas. Así, para trabajar sobre cubiertas sobre materiales ligeros, extremadamente peligrosas, se deberán prever los accesos y los desplazamientos necesarios, haciéndolos fáciles y seguros.

Por otro lado, se transitará siempre por 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, instalando una tela metálica apoyada en las correas y por debajo de las placas de material ligero, que quedará definitivamente incorporada a la construcción.

La pendiente más o menos acentuada, los factores climatológicos, la altura y las circunstancias del trabajo hacen que éste sea especialmente peligroso y con un índice de accidentabilidad alto. El riesgo más importante es el de caída de altura.

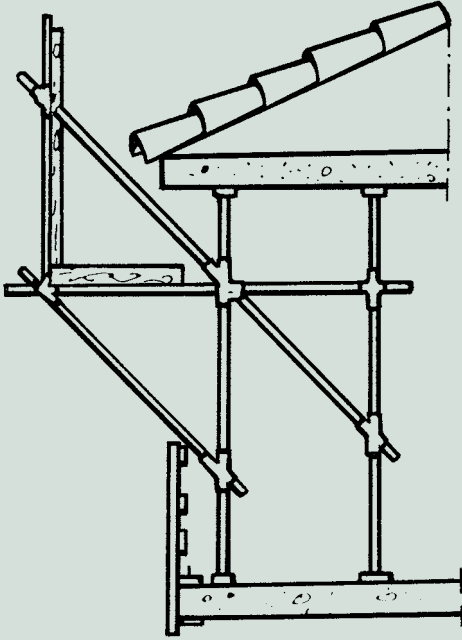
Las medidas preventivas a adoptar son las siguientes:

- Montaje de andamiajes perimetrales: andamios de estructura tubular o andamios de puentes volados. Los *andamios de estructura tubular* se utilizan para trabajos en los aleros de la cubierta. También se pueden montar andamios mediante una estructura

---

## Trabajos sobre cubiertas

### PROTECCIÓN PERIMETRAL DE UNA CUBIERTA MEDIANTE BARANDILLAS



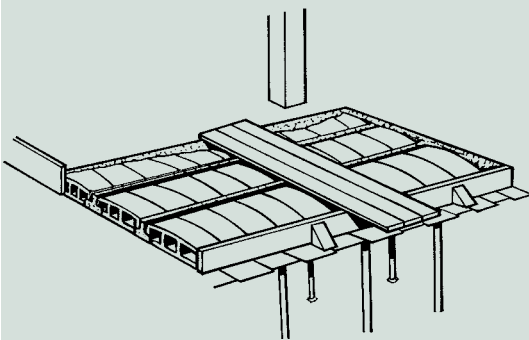
tubular que vuela por las ventanas o aberturas más cercanas a la cubierta dotados con plataformas de trabajo y barandillas. Los *andamios de puentes volados* son perfiles metálicos empotrados en el último forjado (pescantes); sobre ellos se colocan las plataformas de trabajo protegidas con barandillas. En cada uno de los puentes se colocarán las piezas necesarias, según los cálculos de la dirección facultativa, y estarán unidas entre sí mediante collarines metálicos.

- Instalación de barandillas en el perímetro de la cubierta.
- Montaje de redes de seguridad, abarcando todo el perímetro de la cubierta y no situadas a más de 6 m de distancia de la zona de trabajo.
- Instalación de ganchos de servicio y líneas de vida.
- Utilización de plataformas elevadoras móviles de personal (para trabajos en fachadas y aleros).
- En todos los casos la plataforma se instalará sin dejar separación con el paramento de la fachada.

Si no se dispone de ninguno de los sistemas de protección colectiva descritos y es necesaria la realización de trabajos sobre la cubierta inclinada, los operarios deberán utilizar arneses de seguridad con anclaje móvil. Los arneses de seguridad se anclarán a la línea de vida de acero instalada previamente sobre la cumbrera de la cubierta. Existen diversos modelos de líneas de vida que permiten anclar el arnés de seguridad y desplazarse libremente por la cubierta. En cualquier caso las líneas de vida se deben instalar en función del tipo de cubierta y del tipo de trabajo a realizar.

Al ejecutar cubiertas de materiales ligeros y de baja resistencia (fibrocemento, fibra de vidrio-poliéster, PVC o similares), además de las consideraciones efectuadas para los trabajos en cubiertas inclinadas, es preciso tener en cuenta la fragilidad de los materiales. En principio la mejor solución consiste en montar y construir los

### PASARELA DE CIRCULACIÓN SOBRE UNA PLANTA PLANA FRÁGIL



Al ejecutar cubiertas de materiales ligeros y de baja resistencia (fibrocemento, fibra de vidrio-poliéster, PVC o similares), además de las consideraciones efectuadas para los trabajos en cubiertas inclinadas, es preciso tener en cuenta la fragilidad de los materiales. En principio la mejor solución consiste en montar y construir los

lucernarios o claraboyas de forma que puedan soportar una carga estática de 90 kg aplicados perpendicularmente sobre cualquier punto de la superficie. Además, se deben instalar por encima del nivel normal del suelo de la cubierta.

LOS TRABAJOS SOBRE CUBIERTAS DE MATERIALES LIGEROS SON ESPECIALMENTE PELIGROSOS, DEBIÉNDOSE PLANIFICAR CON PLATAFORMAS SEGURAS DE ACCESO Y CIRCULACIÓN

Para evitar las caídas a través de los elementos que forman la pendiente o a través de áreas sin cubrir se emplearán como sistemas de protección: pasarelas de circulación y trabajo completadas con el uso de tela metálica de resistencia equivalente a la indicada para el propio material de cobertura, redes elásticas y dispositivos anticaídas. La elección de cada una de ellas o combinación de las mismas se hará en función de cada trabajo en particular sobre la cubierta.

Si hemos contemplado que para la construcción de un edificio hay que tomar una serie de medidas para que no se produzcan situaciones de riesgo que ocasionen daños, en este caso para la caída de altura, en las tareas de demolición hay que tener en cuenta el mismo riesgo. Para los trabajos de derribo o demolición que supongan un riesgo para los trabajadores se deberán analizar las condiciones del edificio y de las instalaciones preexistentes, las condiciones de conservación y estabilidad de la obra en su conjunto, cada parte de la misma y de las edificaciones colindantes. El resultado de los estudios anteriores se concretarán en un plan de demolición que contemple las precauciones, técnicas y procedimientos apropiados así como las personas necesarias.

## **Derribos y demoliciones**

En la edificación los materiales se van aportando progresivamente y pueden emplearse como soporte estable para situar sistemas de protección. En el derribo y demolición los materiales se van acumulando entorpeciendo las tareas. Los trabajos de derribo y demolición se realizan de tres formas: manual, mecánica y voladura controlada. Consideramos únicamente la demolición manual y la mecánica por ser las que presentan el riesgo de caída de altura.

### *Demolición manual*

Es la demolición efectuada por los operarios con herramientas manuales, picos, palas, martillos, palancas, etc. e incluso con martillos de percusión, neumáticos o eléctricos. Es frecuente que la demolición no sea total ya que edificios de cierto valor arquitectónico necesitan de un derribo parcial para su reforma o conservación.

Cuando se efectúa la demolición y sólo ha de mantenerse en pie la fachada, se requiere la instalación previa de una estructura paralela tubular con módulos de acero o formado con vigas y perfiles

de hierro diseñados según el caso que, dispuestos sobre grandes volúmenes de hormigón en masa, abrazan por diferentes puntos a toda la superficie del mismo, manteniéndolo inmóvil hasta el final de los trabajos.

### *Demolición mecánica*

Se emplean máquinas de gran potencia, tales como retroexcavadoras, tractores con pala, máquinas o mecanismos adecuados para la demolición a bola, etc., que actúan en edificios con altura accesible al nivel alcanzable por el brazo o elementos auxiliares de la máquina. En tanto no se alcanza dicho nivel debe realizarse una demolición parcial con herramientas manuales hasta que las máquinas puedan actuar.

Para la demolición de un edificio elemento a elemento, lo primero es la instalación de apeos o apuntalamientos en huecos y fachadas, de abajo hacia arriba. Su disposición debe realizarse sobre placas de reparto que cubran como mínimo la superficie

de dos viguetas, según el estado del edificio. No debe hacerse directamente con puntales sobre partes deterioradas tales como bovedillas o relleno de forjados.

La segunda instalación a realizar es la colocación de dispositivos de anclaje para la instalación de líneas de vida y, si es posible, en edificios colindantes de nivel superior. Si no existe esta posibilidad, se suele optar por atar cuerdas de amarre a elementos estructurales situados al mismo nivel; en ambos casos se utilizarán arneses de seguridad debidamente anclados. Como medida suplementaria se deberá tener en cuenta que los puntos de sustentación estén por encima de la cabeza del operario para garantizar su seguridad.

La utilización de torres fijas, PEMP, etc. en los trabajos de demolición garantiza una seguridad suplementaria sin menoscabo de la utilización de arneses de seguridad debidamente anclados siempre que sea posible.

#### **NECESIDAD DE USO DE ARNÉS DE SEGURIDAD CON LÍNEA DE VIDA EN TRABAJOS DE DEMOLICIÓN**





Las máquinas y herramientas tienen una elevada incidencia en los accidentes de trabajo con baja ocurridos en los centros de trabajo de los distintos sectores de actividad en el ámbito nacional. En el año 2009 fueron la causa de alrededor del 19% del total de accidentes, un 21% de los graves y un 21% de los mortales.

## **NORMATIVA DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVA A LAS MÁQUINAS**

En el campo de protección de máquinas se ha desarrollado legislación en el ámbito de la Unión Europea (UE) bajo un doble enfoque: disposiciones dirigidas a garantizar que las máquinas puestas en el mercado o puestas en servicio por primera vez en la UE a partir de 1995 cumplen con unos requisitos esenciales de seguridad y salud establecidos, lo que afecta mayoritariamente a los fabricantes; y disposiciones dirigidas a regular la utilización de las máquinas, que afecta a los usuarios de las mismas.

Las disposiciones *dirigidas a los fabricantes*, o a sus representantes legalmente establecidos en la Comunidad, regulan la comercialización y libre circulación de las máquinas; las directivas en este ámbito han sido transpuestas en su totalidad a la legislación española a través del Real Decreto 1644/2008, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. Este RD deroga los RD 1435/1992 y 56/1995 y su total aplicación está plenamente vigente desde el 29 de diciembre de 2009.

A fin de que el fabricante de máquinas tenga una referencia aplicable y reconocible por todos los Estados miembros de la UE sobre el cumplimiento de los requisitos esenciales de seguridad y salud aplicables al diseño y fabricación de máquinas, se están elaborando, por parte del Comité Europeo de Normalización (CEN) y del Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC), *normas armonizadas*. Las citadas normas tienen carácter de no obligatorias, si bien la legislación reconoce presunción de conformidad a la máquina que se haya fabricado con arreglo a estas normas.

En la normativa de comercialización se establecen los requisitos esenciales de seguridad y salud relativos al diseño y la fabricación de las máquinas, la información (manual de instrucciones) de que deben ir acompañadas, los requisitos de certificación para las distintas categorías de máquinas y otras condiciones de carácter administrativo sobre el marcado y sobre las declaraciones que debe aportar el fabricante.

LA NORMATIVA DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVA A LAS MÁQUINAS TRATA DE MODO DIFERENCIADO LOS ASPECTOS DE COMERCIALIZACIÓN Y DE USO

En el cuadro de la página siguiente se presenta el esquema de los procedimientos de certificación de la conformidad que el fabricante debe observar en aplicación del RD 1644/2008.

Las *directivas que regulan la utilización de las máquinas* han sido transpuestas a la legislación española a través del Real Decreto 1215/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. Está en vigor desde agosto de 1997.

Este RD establece la obligación de que el empresario deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan:

- a) cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación,
- b) las condiciones generales previstas en el RD 1215/1997.

Fija asimismo las condiciones o precauciones que deben adoptarse para su instalación, utilización, mantenimiento o reparación.

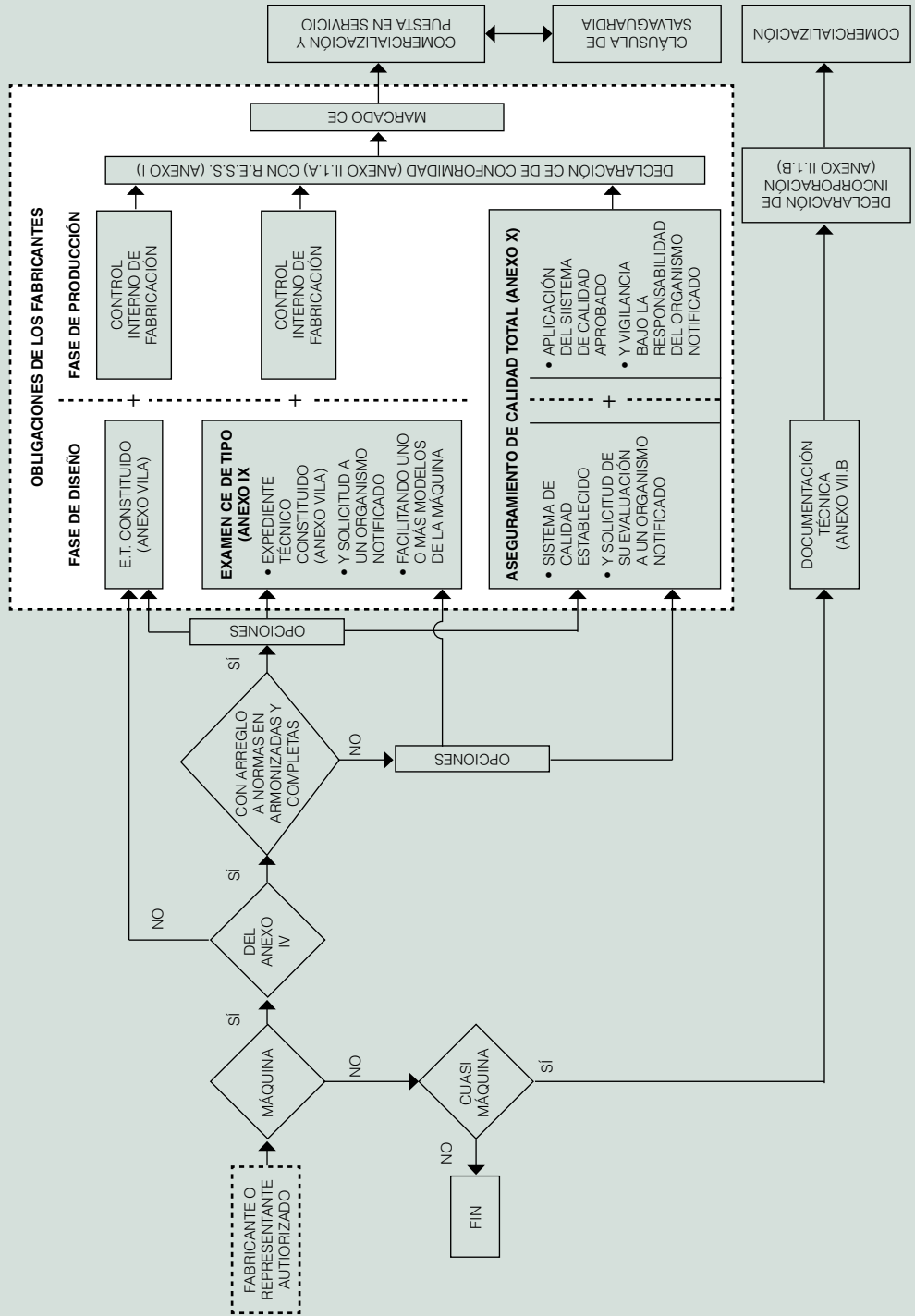
## DEFINICIONES

*Máquina*: conjunto de partes o componentes vinculados entre sí, de los cuales al menos uno es móvil, asociados para una aplicación determinada, destinados a estar provistos de un sistema de accionamiento distinto de la fuerza humana o animal, aplicada directamente.

Entran asimismo en la definición de máquina establecida en el RD 1644/2008:

- a) el conjunto, como el indicado en el párrafo anterior, prepa-

**DIRECTIVA "MÁQUINAS" 2006/42 CE  
PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD (Artículo 12)**



rado para su instalación que solamente pueda funcionar previo montaje sobre un medio de transporte o instalado en un edificio o estructura.

b) conjunto de partes o componentes vinculados entre sí, de los cuales al menos uno es móvil, asociados con objeto de elevar cargas y cuya única fuente de energía sea la fuerza humana empleada directamente.

En aplicación de tal definición, son máquinas: sierras, tornos, prensas de transformación de metales en frío, inyectoras de plástico, offset, cardas textiles, etc.

Una máquina tiene tres partes bien diferenciadas: la *estructura o soporte* que es aquella parte de la máquina en la que se apoyan las partes móviles y que da unidad al conjunto; el *sistema de transmisión* que es el conjunto de elementos mecánicos que producen, transportan o transforman la energía utilizada en el proceso; finalmente, la *zona o punto de operación*, es el lugar de la máquina en que se efectúa el trabajo previsto.

*Zona peligrosa*: cualquier zona dentro o alrededor de una máquina en la cual la presencia de una persona expuesta suponga un riesgo para la seguridad o la salud de la misma. El riesgo considerado puede estar permanentemente presente durante el uso previsto de la máquina (elementos móviles peligrosos en movimiento, etc.), o bien puede aparecer de forma imprevista (puesta en marcha intempestiva, etc.).

El RD 1215/1997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo, entendiéndose como tal: “cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo”. Como puede observarse, todas las máquinas son equipos de trabajo, pero no todos los equipos de trabajo son máquinas. Ejemplos de equipos que sin ser máquinas están dentro del ámbito de aplicación del citado RD son: andamios apoyados sobre el suelo (cuyos requisitos de montaje y utilización se establecen en el RD 2177/2004), andamios de borriquetas, equipos de soldadura autógena, herramientas manuales, etc.

## DESCRIPCIÓN DE PELIGROS<sup>1</sup>

A la hora de realizar un análisis de seguridad, de diseñar una máquina o bien de elaborar normas o instrucciones de uso se han de tener presentes todos y cada uno de los peligros susceptibles de ser generados por las máquinas. El peligro se puede presentar de diversas formas que se estudian en los párrafos siguientes.

<sup>1</sup> Si bien en la terminología utilizada en el resto del texto se emplea el término “riesgo”, en este capítulo se utiliza el término “peligro” en armonía con el RD 1644/2008, que transpone la Directiva 2006/42/CE, y con las normas armonizadas.

Se denomina *peligro mecánico* al conjunto de factores físicos que pueden dar lugar a una lesión por la acción mecánica de elementos de máquinas, herramientas, piezas a trabajar o materiales proyectados, sólidos o fluidos.

Las principales formas elementales del peligro mecánico son: aplastamiento, cizallamiento, corte o seccionamiento, enganche, atrapamiento o arrastre, impacto, perforación o punzonamiento, fricción o abrasión y proyección de sólidos o fluidos.

El peligro mecánico generado por los elementos de la máquina o piezas a trabajar está condicionado fundamentalmente por su *forma* (aristas cortantes, partes agudas), su *posición relativa* (zonas de atrapamiento), su *masa y estabilidad* (energía potencial), su *masa y velocidad* (energía cinética), su *resistencia mecánica* a la rotura o deformación y su *acumulación de energía*, por muelles o depósitos a presión.

Existen otros peligros relacionados con la naturaleza mecánica y las máquinas, tales como: peligros de resbalones o pérdidas de equilibrio y peligros relativos a la mantenimiento, ya sean de la propia máquina, de sus partes o de sus piezas.

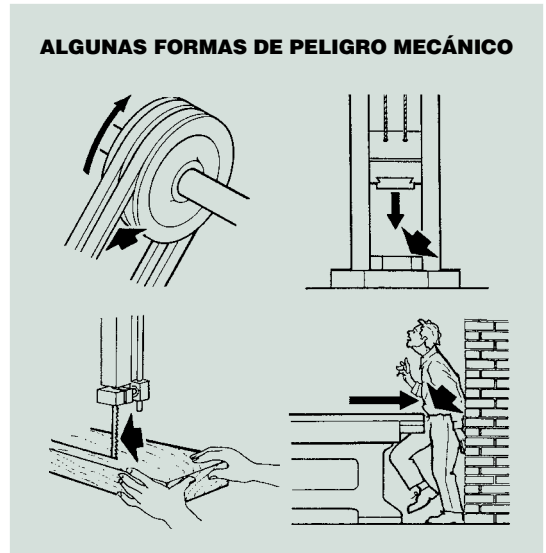
El *peligro eléctrico* puede causar lesiones por choque eléctrico o quemaduras y puede estar originado por: contactos eléctricos directos (por conductores activos); contactos eléctricos indirectos (por masas puestas accidentalmente en tensión); por fenómenos electrostáticos y por fenómenos térmicos, relacionados con cortocircuitos o sobrecargas.

El *peligro térmico* puede dar lugar a quemaduras provocadas por contacto con objetos o materiales a temperatura extrema, llamas o explosiones; por proyección de partículas incandescentes o sustancias a altas temperaturas; por radiación de fuentes de calor; y también puede dar lugar a efectos nocivos para la salud provocados por un ambiente de trabajo caliente o frío.

El *ruido* puede producir efectos sobre la audición (sordera) y otros efectos o molestias por trabajar en un ambiente excesivamente ruidoso, aunque no alcance los límites de efectos sobre la audición. También pueden producirse trastornos neurológicos, vasculares y osteo - articulares, por efecto de las vibraciones.

Los efectos perniciosos producidos por las *radiaciones* pueden ser originados por arcos de soldadura, láseres, campos electromagnéticos de alta frecuencia y radiaciones ionizantes, entre otros.

Los *materiales o sustancias* procesados, utilizados o desprendi-



dos por las máquinas pueden dar lugar a peligros resultantes del contacto con, o de la inhalación de, fluidos, gases, nieblas, humos y polvos de efecto nocivo, tóxico, corrosivo o irritante; a peligro de incendio o explosión, y a peligro biológico (virus, bacterias, etc.).

Los *peligros debidos a defectos ergonómicos*, como la inadaptación de la máquina a las características y aptitudes humanas, pueden dar lugar a efectos que van desde los fisiológicos resultantes de malas posturas o esfuerzos a los psicofisiológicos provocados por una sobrecarga mental, estrés, etc., debidos al trabajo en la máquina, y a peligros genéricos debidos a errores humanos.

## SELECCIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD

Las medidas de seguridad son una combinación de las medidas adoptadas en fase de diseño y construcción de la máquina y de las medidas que deberán ser tomadas e incorporadas por el usuario de la misma. Las medidas de seguridad se pueden clasificar en los siguientes niveles: medidas de prevención intrínseca, medidas de protección, de información y formación para la utilización y precauciones suplementarias.

Todas las medidas que puedan ser adoptadas en la fase de diseño son preferibles a las incorporadas por el usuario. Para una correcta selección de las medidas de seguridad tanto en el diseño de la máquina como en su uso deben considerarse cuatro aspectos principales: la determinación de los límites de la máquina, la identificación de peligros con respecto a las posibles situaciones de la máquina, la evaluación del riesgo y los aspectos económicos.

### Determinación de los límites de la máquina

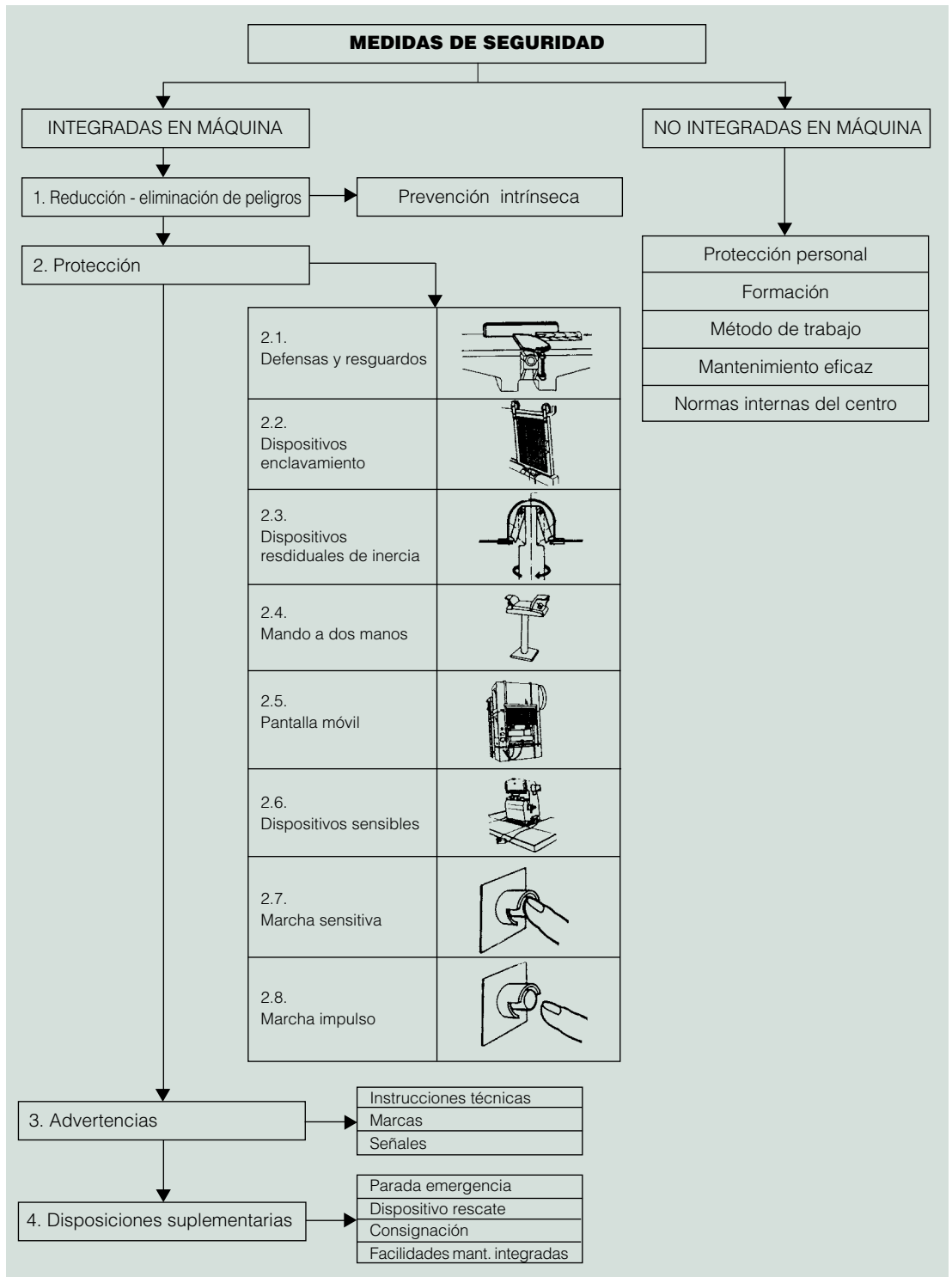
Los límites de la máquina deben determinarse *en el espacio* (amplitud de movimientos y recorridos), *en el tiempo* (determinación de la “vida límite” previsible de la máquina o de sus componentes) y *en la utilización* (determinación del uso previsto de la máquina).

### Identificación de peligros

Es necesario identificar los peligros que pueden ser generados por la máquina (mecánicos, eléctricos, térmicos, etc.) en las distintas situaciones posibles en todas las fases de la vida de la máquina (fabricación, transporte y puesta en servicio, programación, utilización, limpieza, mantenimiento, puesta fuera de servicio, desmantelamiento y retirada).

### Evaluación del riesgo

Para la evaluación del riesgo se ha de tener presente, de acuerdo con los criterios de la norma armonizada UNE-EN ISO 14121-1,



la probabilidad de que se produzca un daño y la mayor gravedad previsible resultante de este daño. La probabilidad de producirse daño está relacionada con la exposición al peligro (frecuencia de acceso y duración de la permanencia en la zona peligrosa), la facilidad de desencadenarse un fallo que motive un suceso peligroso y la posibilidad de evitar o de limitar el daño. La gravedad de los daños puede variar en función de numerosos factores que se deben intentar prever. Se considerará siempre el daño más grave previsible.

### **Balance económico**

En la elección de las medidas de seguridad se debe buscar un equilibrio entre la seguridad en sí misma, los costes de fabricación y utilización de la máquina y la funcionalidad de la misma, incluido el mantenimiento. Si tal equilibrio es difícil de alcanzar, en caso de duda debe primar la seguridad.

Una vez considerados todos los factores anteriores se puede proceder metódicamente a la elección de las medidas de seguridad.

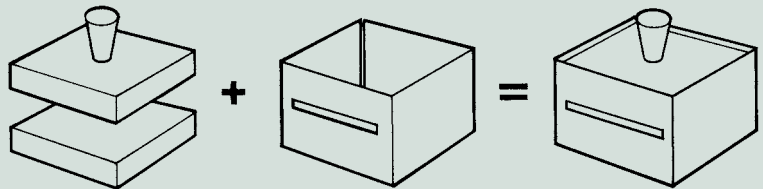
## **PREVENCIÓN INTRÍNSECA**

El concepto de prevención intrínseca aplicado a una máquina consiste en evitar en ella el mayor número de peligros posible o reducirlos, seleccionando convenientemente determinadas características de su diseño, o en limitar la exposición del hombre a los peligros reduciendo la necesidad de que el operario intervenga en zonas peligrosas.

Para ello, el diseñador deberá:

- Evitar salientes, aristas cortantes, ángulos agudos, etc.
- Hacer los mecanismos intrínsecamente seguros (aberturas pequeñas, distancias de seguridad, limitación de ruido y vibraciones, etc.).
- Limitar los esfuerzos mecánicos (equilibrado estático y dinámico).

### **ABERTURA PEQUEÑA EN MATRIZ CERRADA**





mico de elementos giratorios, prevenir la fatiga de elementos sometidos a esfuerzos variables, etc.).

- Aplicar principios de resistencia de materiales (considerar aspectos tales como la corrosión, el envejecimiento, la abrasión, el desgaste, etc.).
- Usar tecnologías o fuentes de alimentación intrínsecamente seguras (uso de fluidos ininflamables, alimentación eléctrica a muy baja tensión de funcionamiento, etc.).
- Aplicar el principio de acción mecánica positiva de un órgano sobre otro (elementos que al moverse arrastran indefectiblemente a otros, con lo que se garantiza su correcto posicionamiento).
- Respetar los principios de la ergonomía. Contribuye a aumentar la seguridad, reduciendo la tensión nerviosa y los esfuerzos físicos y disminuyendo la probabilidad de errores.
- Diseñar los sistemas de mando de una máquina de manera que garanticen que la misma no da lugar a comportamientos imprevistos y potencialmente peligrosos. Para ello el diseñador deberá evitar que un fallo en la alimentación de energía o un fallo en el circuito de mando pueda ocasionar: la puesta en marcha intempestiva, la variación incontrolada de velocidad, el fallo en la parada de los elementos móviles, la caída o proyección de una parte móvil de la máquina o de una pieza sujeta por ella y la inhibición de dispositivos de protección.

En caso de radiocontrol, deberá producirse una parada automática cuando no se reciban las señales correctas de mando, incluyendo la pérdida de la comunicación. Para garantizar las funciones anteriores, al diseñar los sistemas de mando se considerarán, entre otros, aspectos tales como: usar componentes de fiabilidad conocida para cubrir funciones de seguridad; emplear componentes o sistemas de “fallo orientado”, es decir, de comportamiento conocido; redundar los componentes críticos; autocontrolar la función; etc.

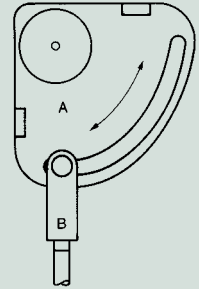
Respecto al *diseño de equipos hidráulicos y neumáticos* en máquinas se deberá tener

en cuenta que: no se pueda sobrepasar la presión máxima admisible en los circuitos; las pérdidas de presión, las pérdidas de carga o las pérdidas de vacío no puedan dar lugar a ningún peligro; las fugas o los fallos de los componentes no puedan dar lugar a ningún chorro peligroso de fluido; etc.

Respecto al *diseño del equipo eléctrico* en máquinas se tendrá en cuenta la prevención de choques eléctricos, la protección contra cortocircuitos y la protección contra sobrecargas.

Tal como se ha mencionado, también es medida de prevención intrínseca la limitación de la exposición a los peligros. Ello se

**ACCIÓN MECÁNICA  
POSITIVA**  
B es accionada por A



LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN INTRÍNSECA  
TIENEN SIEMPRE PRIORIDAD SOBRE LAS  
MEDIDAS DE PROTECCIÓN

puede lograr de diversas maneras. Entre ellas cabe citar las siguientes:

- aumentar la fiabilidad de todas las partes componentes de una máquina, con lo que se reduce la frecuencia de incidentes que requieren una intervención y, de ese modo, se reduce la exposición a los peligros;
- mecanizar o automatizar las operaciones de carga (alimentación) y descarga (extracción);
- ubicar los puntos de reglaje y operación fuera de las zonas peligrosas.

Obviamente, la aplicación de medidas de prevención en la máquina es una actividad exclusiva del diseñador; sin que el usuario pueda adoptar medidas en este ámbito.

### **Modos de mando especiales**

Cuando para las operaciones de reglaje, aprendizaje, mantenimiento, limpieza, etc., sea necesario desplazar o retirar un resguardo o neutralizar un dispositivo de protección y cuando, para efectuar estas operaciones, sea necesario poner la máquina en marcha, se debe garantizar la seguridad del operario, en la medida de lo posible, utilizando un selector de modo de mando o de funcionamiento que deberá, a la vez:

- desactivar todos los demás modos de mando o de funcionamiento;
- autorizar el funcionamiento de las funciones peligrosas únicamente mediante órganos de accionamiento que requieran un accionamiento mantenido (por ejemplo: dispositivo de validación, un mando sensitivo o un mando a dos manos);
- sólo autorizar el funcionamiento de los elementos peligrosos en condiciones de menor riesgo (por ejemplo: velocidad lenta, marcha a impulsos, etc.), evitando cualquier peligro derivado de una sucesión de secuencias;
- impedir que funcione cualquier función peligrosa mediante una acción voluntaria o involuntaria sobre los sensores de la máquina.

Si no pueden cumplirse de forma simultánea estas cuatro condiciones, el selector de modo de mando o de funcionamiento activará otras medidas preventivas diseñadas y fabricadas para garantizar una zona de intervención segura.

Este modo de mando debe estar asociado a alguna de las siguientes medidas:

- máxima restricción posible de acceso a la zona peligrosa;
- órgano de accionamiento de parada de emergencia al alcance inmediato del operario;
- un dispositivo de mando portátil (botonera de aprendizaje) u órganos de accionamiento locales que permitan observar los mecanismos mandados.

## MEDIDAS DE PROTECCIÓN QUE SE DEBEN TOMAR POR PARTE DEL DISEÑADOR/FABRICANTE

La protección se aplica con el fin de proteger a las personas contra los peligros y los riesgos que no se pueden eliminar o reducir suficientemente mediante las técnicas de prevención intrínseca. Las técnicas de protección consisten en el empleo de dos tipos fundamentales de medios: resguardos y dispositivos de protección.

Un resguardo es un elemento de una máquina utilizado específicamente para garantizar la protección mediante una barrera material. Dependiendo de su forma, un resguardo puede ser denominado carcasa, cubierta, pantalla, puerta, etc. Un resguardo puede desempeñar su función por sí *solo*, en cuyo caso sólo es eficaz cuando está cerrado; o asociado a un dispositivo de enclavamiento o de enclavamiento y bloqueo: en este caso, la protección está garantizada cualquiera que sea la posición del resguardo.

Los resguardos se deben considerar como la primera medida de protección a tomar para el control de los peligros mecánicos en máquinas, si bien su implantación puede proteger asimismo de otros peligros. Así, por ejemplo, un resguardo fijo, a la vez que protege del acceso a una zona en la que existe un peligro mecánico, puede reducir el nivel de ruido del puesto de trabajo y posibilita la captación de emisiones tóxicas.

Los resguardos pueden ser: fijos; móviles; regulables; móviles con enclavamiento, con o sin bloqueo, y móviles asociados al mando.

Un *resguardo fijo* se mantiene en su posición, es decir, cerrado, ya sea de forma permanente (por soldadura, etc.) o bien por medio de elementos de fijación (tornillos, etc.) que impiden que puedan ser retirados o abiertos sin el empleo de una herramienta. Los resguardos fijos, a su vez, pueden ser de tipo envolvente, cuando encierran completamente la zona peligrosa, y de tipo distanciador, cuando no encierra totalmente la zona peligrosa, pero, por sus dimensiones y distancia a ésta, la hace inaccesible.

Un *resguardo móvil* es un resguardo articulado o guiado, que es posible abrir sin herramientas.

Un *resguardo móvil con enclavamiento* es un resguardo asociado a un dispositivo de enclavamiento de manera que:

- las funciones peligrosas de la máquina “cubiertas” por el resguardo no pueden desempeñarse hasta que el resguardo esté cerrado;

### Resguardos

LOS RESGUARDOS FIJOS SON NECESARIOS EN LAS ZONAS PELIGROSAS QUE NO REQUIEREN ACCESO FRECUENTE

LOS RESGUARDOS MÓVILES DEBEN IR SIEMPRE ASOCIADOS A UN DISPOSITIVO DE ENCLAVAMIENTO, CON O SIN BLOQUEO

- la apertura del resguardo, mientras se desempeñan las funciones peligrosas de la máquina, da lugar a una orden de parada.

Cuando sea posible para un operador alcanzar la zona peligrosa antes de que haya cesado el riesgo que entrañan las funciones peligrosas de la máquina, los resguardos móviles estarán asociados, además de a un dispositivo de enclavamiento, a un dispositivo de bloqueo. Un *resguardo móvil con enclavamiento y bloqueo* es un resguardo asociado a un dispositivo de enclavamiento y a un dispositivo de bloqueo mecánico, de manera que:

- las funciones peligrosas de la máquina “cubiertas” por el resguardo no puedan desempeñarse hasta que el resguardo esté cerrado y bloqueado;
- el resguardo permanece bloqueado en posición de cerrado hasta que haya desaparecido el riesgo de lesión debido a las funciones peligrosas de la máquina.

Los resguardos móviles con dispositivo de enclavamiento se deben diseñar de forma que la ausencia o el fallo de uno de sus componentes impida la puesta en marcha o provoque la parada de las funciones peligrosas de la máquina.

Un *resguardo móvil asociado al mando* es un resguardo asociado a un dispositivo de enclavamiento o de enclavamiento y bloqueo, de manera que:

- las funciones peligrosas de la máquina “cubiertas” por el resguardo no pueden desempeñarse hasta que el resguardo esté cerrado,
- el cierre del resguardo provoca la puesta en marcha de las funciones peligrosas de la máquina.

Su utilización sólo se admite cuando se cumplan TODAS las condiciones siguientes:

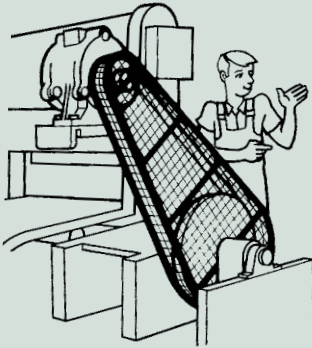
- es imposible que el operario o una parte de su cuerpo permanezca en la zona peligrosa o entre la zona peligrosa y el resguardo con éste cerrado;
- las dimensiones y la forma de la máquina permiten al operador o a cualquier persona que tenga que intervenir en la máquina tener una visión global de la máquina o proceso;
- la única manera de acceder a la zona peligrosa es abriendo el resguardo asociado al mando o a un resguardo asociado a un dispositivo de enclavamiento con o sin bloqueo;
- el dispositivo de enclavamiento del resguardo asociado al

mando es de la máxima fiabilidad (ya que su fallo puede conducir a un disparo intempestivo).

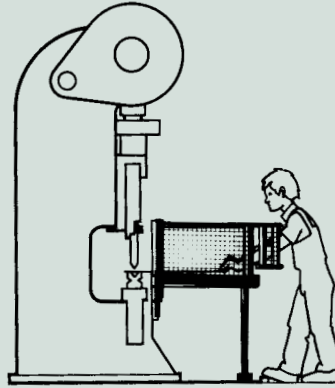
Un *resguardo regulable* es un resguardo fijo o móvil que es regulable en su totalidad o que incorpora partes regulables. Cuando se ajusta a una cierta posición, sea manual-

LOS RESGUARDOS REGULABLES SON IMPRESCINDIBLES EN AQUELLAS OPERACIONES QUE REQUIEREN LA ALIMENTACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO MANUAL DE LA PIEZA A LO LARGO DE LA OPERACIÓN

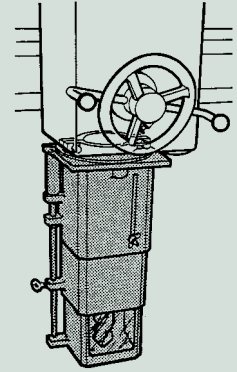
DIFERENTES TIPOS DE RESGUARDOS



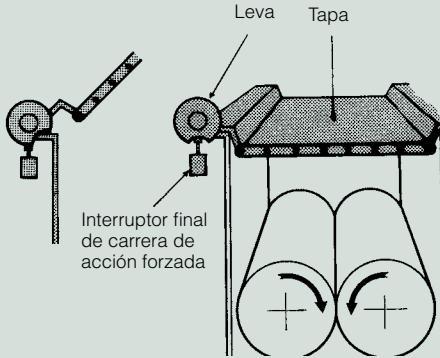
RESGUARDO FIJO ENVOLVENTE



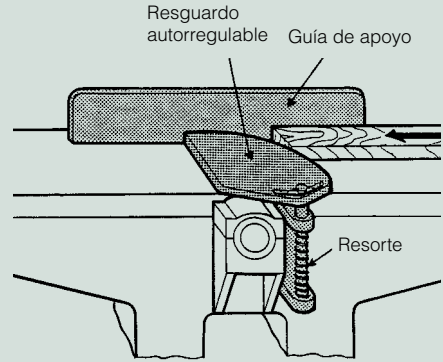
RESGUARDO FIJO DISTANCIADOR



RESGUARDO REGULABLE TALADRO



RESGUARDO CON ENCLAVAMIENTO ELÉCTRICO EN SEGURIDAD POSITIVA



RESGUARDO AUTORREGULABLE CEPILLADORA

mente (reglaje manual) o automáticamente (autorreglable), permanece en la misma durante una operación determinada.

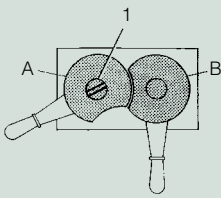
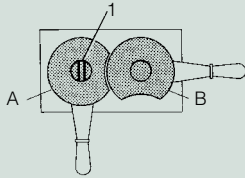
*Dimensionamiento de los resguardos*

Para garantizar la inaccesibilidad a las partes peligrosas de la máquina, los resguardos deben dimensionarse correctamente, es decir, deben ofrecer la seguridad de que no se puede acceder al órgano agresivo por encima, por debajo, alrededor, por detrás o a través del mismo cuando permanece correctamente ubicado.

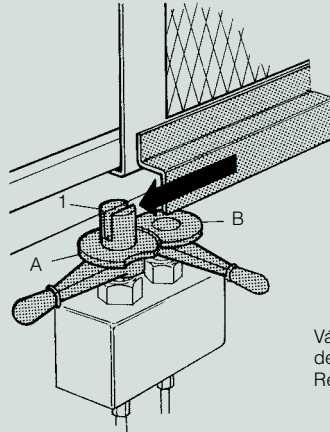
El dimensionamiento de los resguardos exige valorar conjunta e integradamente su abertura o posicionamiento y la distancia a la zona de peligro.

### RESGUARDOS MÓVILES CON ENCLAVAMIENTO

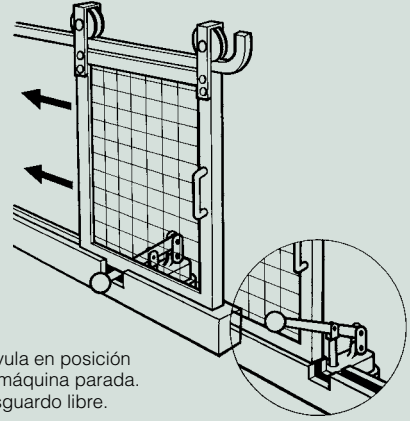
Máquina funcionando.  
Resguardo cerrado.



Máquina parada.  
Resguardo libre al encajar  
por entalladura de la pieza 1

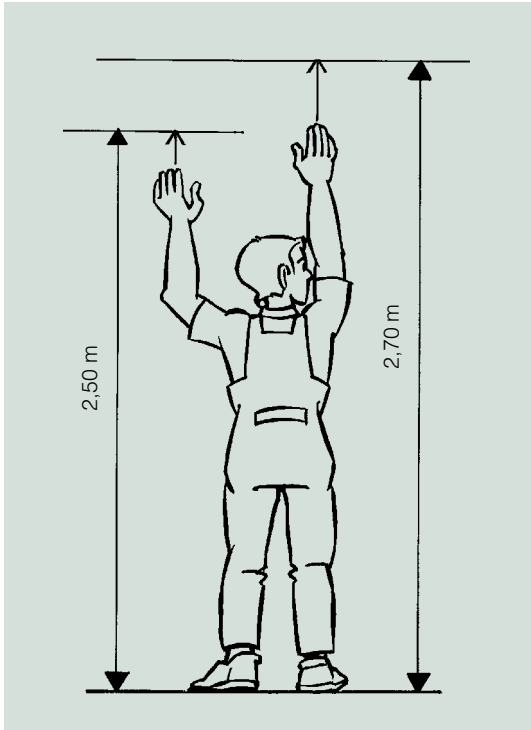


A y B Válvulas hidráulicas



Válvula en posición  
de máquina parada.  
Resguardo libre.

Válvula en posición de  
máquina en funcionamiento.  
Resguardo cerrado.



Se incluyen, a título orientativo, los criterios de dimensionamiento de resguardos para impedir el alcance de zonas peligrosas hacia arriba o por encima de una estructura de protección:

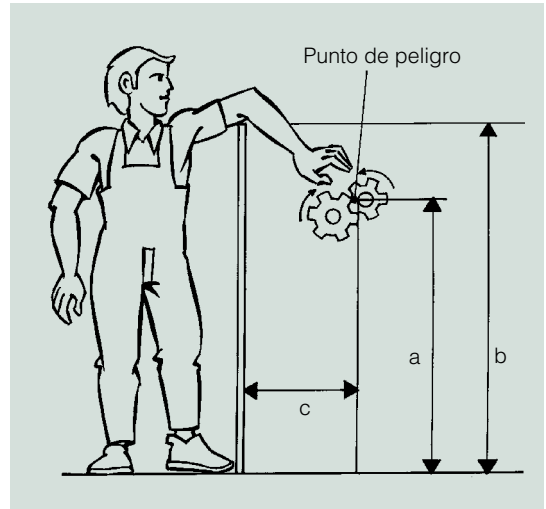
Las norma UNE-EN ISO 13857 establece que, cuando el riesgo en la zona peligrosa es bajo (las posibles lesiones son de carácter leve, en general lesiones reversibles), se considera protegida por ubicación (distanciamiento) toda zona peligrosa situada por encima de 2,50 m; mientras que si el riesgo en la zona peligrosa es alto (en general lesiones o daños irreversibles), se considera protegida por ubicación (alejamiento) toda zona peligrosa situada por encima de 2,70 m.

Para dimensionar la protección cuando el elemento peligroso está a una determinada altura, inferior a 2,50 – 2,70 m, con respecto al plano de referencia del trabajador (nivel en el que el trabajador se sitúa normalmente), se valoran conjuntamente tres

parámetros que influyen en el alcance por encima de una estructura de protección:

- a) distancia de un punto de peligro al suelo
- b) altura del borde del resguardo
- c) distancia horizontal desde el punto de peligro al resguardo.

En la tabla se representan, cuando el riesgo en la zona peligrosa es bajo, los valores mínimos que deben tener esos parámetros a fin de garantizar la inaccesibilidad al elemento peligroso, fijando como criterio de aplicación que no se deben hacer interpolaciones a partir de los valores de la tabla. Así pues, cuando los valores de a, b o c estén situados entre dos valores de la tabla, se elegirá el valor que entrañe el mayor nivel de seguridad.

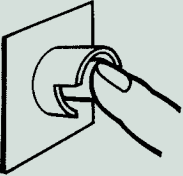
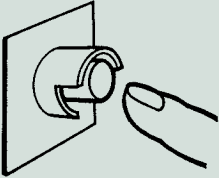


DISTANCIAS DE UN PUNTO DE PELIGRO DESDE EL SUELO a mm	ALTURA DEL BORDE DE LA BARRERA b mm							
	2400	2200	2000	1800	1600	1400	1200	1000
	DISTANCIA HORIZONTAL DESDE EL PUNTO DE PELIGRO c mm							
2400	100	100	100	100	100	100	100	100
2200	-	250	350	400	500	500	600	600
2000	-	-	350	500	600	700	900	1100
1800	-	-	-	600	900	900	1000	1100
1600	-	-	-	500	900	900	1000	1300
1400	-	-	-	100	800	900	1000	1300
1200	-	-	-	-	500	900	1000	1400
1000	-	-	-	-	300	900	1000	1400
800	-	-	-	-	-	600	900	1300
600	-	-	-	-	-	-	500	1200
400	-	-	-	-	-	-	300	1200
200	-	-	-	-	-	-	200	1100
0	-	-	-	-	-	-	200	1100

Dispositivo (distinto de un resguardo) que elimina o reduce el riesgo, solo o asociado a un resguardo. Pueden ser de enclavamiento, de validación, mandos sensitivos, mandos a dos manos, dispositivos sensibles, dispositivos limitadores y mandos de marcha a impulsos.

**Dispositivos de protección**

Un *dispositivo de enclavamiento* es un dispositivo de protección mecánico, eléctrico o de cualquier otra tecnología, destinado a im-

**MANDO SENSITIVO MANUAL****DISPOSITIVO DE MANDO A DOS MANOS**

pedir el funcionamiento de ciertos elementos de una máquina bajo determinadas condiciones (generalmente mientras un resguardo no esté cerrado).

Un *dispositivo de validación* es un dispositivo suplementario de mando, accionado manualmente, utilizado conjuntamente con un órgano de puesta en marcha que, mientras se mantiene accionado, autoriza el funcionamiento de una máquina.

Un *mando sensitivo* es un dispositivo de mando que pone y mantiene en marcha los elementos de una máquina solamente mientras el órgano de accionamiento se mantiene accionado. Cuando se suelta el órgano de accionamiento, éste retorna automáticamente a la posición correspondiente a la parada.

Un *mando a dos manos* es un mando sensitivo que requiere como mínimo el accionamiento simultáneo de dos órganos de accionamiento para iniciar y mantener el funcionamiento de una máquina o de sus elementos, garantizando así la protección de la persona que actúa sobre los órganos de accionamiento.

Un *dispositivo sensible* es un dispositivo que provoca la parada de una máquina o de sus elementos (o garantiza condiciones de seguridad equivalentes) cuando una persona o una parte de su cuerpo rebasa un límite de seguridad. Pueden ser de detección mecánica, como cables, barras y bordes sensibles, tarimas sensibles, etc., y de detección no mecánica, como dispositivos fotoeléctricos, barreras capacitivas, barreras de ultrasonidos, etc.

Un *dispositivo limitador* es un dispositivo que impide que una máquina o sus elementos sobrepasen un límite establecido (por ejemplo: de desplazamiento, de presión, etc.).

Un *mando de marcha a impulsos* es un dispositivo de mando cuyo accionamiento permite solamente un desplazamiento limitado de un elemento de una máquina, reduciendo así al máximo posible el riesgo. Queda excluido cualquier nuevo movimiento hasta que el órgano de accionamiento se suelte y sea accionado de nuevo.

*Ubicación de los dispositivos de protección*

La ubicación de los dispositivos de protección se realiza valorando conjunta e integradamente la velocidad de aproximación de partes del cuerpo humano hacia la zona peligrosa y la distancia de la misma con respecto al dispositivo de protección.

La fórmula general para calcular las distancias mínimas con relación a la zona peligrosa es la siguiente:

$$S = (K \times T) + C$$

**S** es la distancia mínima en mm desde la zona peligrosa al punto de detección

**K** es una constante en mm/s de la velocidad de aproximación del cuerpo humano o de sus partes



**T** es el tiempo total de respuesta en segundos. Es función del tiempo máximo de respuesta del dispositivo y del tiempo máximo de respuesta de la máquina (parada eficaz de la máquina)

**C** es una distancia adicional en mm que tiene en cuenta la intrusión hacia la zona peligrosa antes de la activación del dispositivo de protección

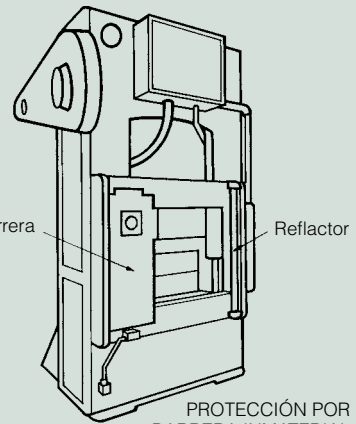
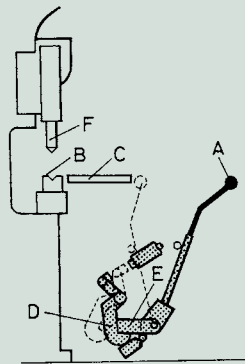
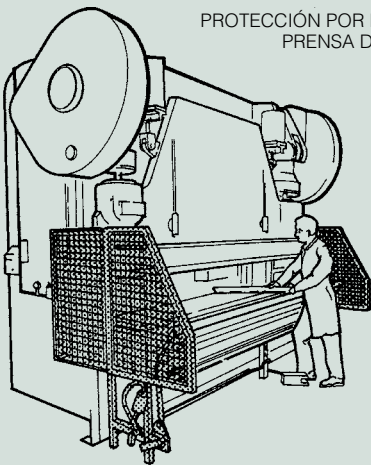
En la norma armonizada UNE-EN 999:1999+A1 se concretan distintas adaptaciones de esta fórmula general a distintos dispositivos de protección.

Las técnicas de protección a emplear en cada caso concreto deben seleccionarse a partir de un análisis de los elementos que intervienen en la generación del peligro y del tipo de peligro generado. En la figura y el cuadro de la página siguiente se indican los principales elementos a considerar para seleccionar la técnica de protección adecuada.

**Selección de técnicas de protección**

**PROTECCIÓN POR DISPOSITIVOS SENSIBLES**

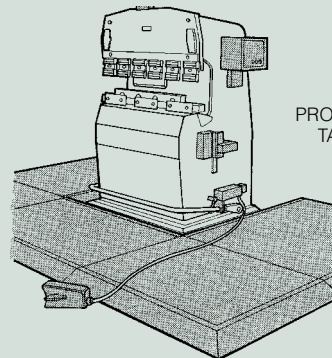
PROTECCIÓN POR BARRA DETECTORA. PRENSA DE EMBUTIR



PROTECCIÓN POR BARRERA INMATERIAL



PROTECCIÓN POR BARRA DETECTORA. MEZCLADORA DE CILINDROS.



PROTECCIÓN POR TAPIZ SENSIBLE

**ELEMENTOS MÓVILES: SELECCIÓN DE PROTECCIONES**

**PELIGROS GENERADOS POR ELEMENTOS MÓVILES QUE INTERVIENEN EN EL TRABAJO**  
*Ej.: herramientas, cilindros, etc.*

El operario trabaja continuamente en la proximidad inmediata de los elementos móviles al realizar manualmente la alimentación y acompañamiento de la pieza.  
*Ej.: máquinas para trabajar la madera, etc.*

El operario acude al campo de influencia de los órganos móviles al final de cada ciclo  
*Ej.: prensas con introducción manual de piezas, guillotinas de papel, etc.*

El operario tan sólo realiza tareas de vigilancia y/o control al tratarse de máquinas totalmente automáticas  
*Ej.: máquinas de producción en serie programadas, inyectoras de plástico, etc.*

¿Pueden los elementos móviles hacerse totalmente inaccesibles durante el trabajo?

Resguardos fijos en las zonas que no se utilizan para efectuar el trabajo.  
Resguardos móviles con enclavamiento o enclavamiento y bloqueo que impidan acceder al órgano móvil durante el ciclo de trabajo.  
Dispositivos de protección que eviten el acceso al órgano móvil en su fase de peligro.

Resguardos móviles con enclavamiento o enclavamiento y bloqueo que impidan acceder al órgano móvil durante el ciclo de trabajo.  
Dispositivos de protección que eviten el acceso al órgano móvil en fase de peligro.

**NO**

**SÍ**

Resguardos fijos en las zonas que no se utilizan para efectuar el trabajo.  
Uso de dispositivos de alimentación de piezas.  
Resguardos regulables de restricción del acceso a los órganos móviles.  
Uso de empujadores, dispositivos que incrementan la sujeción de las piezas, etc.  
Dispositivos de protección que eviten el acceso al órgano móvil en su fase de peligro.

Resguardos fijos.  
Resguardos móviles con enclavamiento o enclavamiento y bloqueo.

**PELIGROS GENERADOS POR ELEMENTOS MÓVILES DURANTE LAS OPERACIONES DE LIMPIEZA, MANTENIMIENTO, REGLAJE ETC.**

¿Pueden hacerse estas operaciones con los órganos o mecanismos peligrosos completamente parados?

**NO**

**SÍ**

Selector de modo de mando enclavable en cada posición. Órganos de accionamiento de pulsación mantenida que permitan limitar al máximo el riesgo para las fases de intervención en marcha  
*Ej.: pulsadores sensitivos, marcha a impulsos, velocidad lenta por acción mantenida, etc.*  
El modo seleccionado prevalecerá sobre el resto de órganos de accionamiento, excepto sobre el Paro de Emergencia.

Máquina consignada

**PELIGROS GENERADOS POR ELEMENTOS MÓVILES DE TRANSMISIÓN**

¿Se debe acceder frecuentemente a los mismos?

**NO**

**SÍ**

Resguardos fijos.

Resguardos móviles con enclavamiento o enclavamiento y bloqueo.

## **MEDIDAS DE PROTECCIÓN QUE SE DEBEN TOMAR POR PARTE DE LA EMPRESA USUARIA**

El usuario de una máquina, por su parte, deberá adoptar las medidas necesarias para que, *mediante un mantenimiento adecuado*, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en condiciones de seguridad. Dicho mantenimiento se realizará teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante o, en su defecto, las características de estos equipos, sus condiciones de utilización y cualquier otra circunstancia normal o excepcional que pueda influir en su deterioro o desajuste. Es necesario recoger documentalmente el historial de la vida de cada máquina para que de forma unitaria pueda seguirse su programa de mantenimiento, así como las modificaciones o cambios que se realicen en la misma.

Obviamente, además, el usuario deberá adecuar, cuando sea necesario, las máquinas ya instaladas y en uso en sus talleres cuando, como resultado de la evaluación de riesgos preceptiva en aplicación de la LPRL, se aprecien situaciones de riesgo para cuyo control se precise aplicar técnicas de protección. En cualquier caso, esas máquinas deberán como mínimo cumplir con los requisitos fijados en el Anexo I del RD 1215/1997.

El empresario debe asimismo garantizar que aquellos equipos de trabajo cuya seguridad dependa de sus condiciones de instalación se sometan a una comprobación inicial, tras su instalación y antes de la puesta en marcha por primera vez. Dicha comprobación se repetirá después de cada montaje en un nuevo lugar o emplazamiento, con objeto de asegurarse de la correcta instalación y el buen funcionamiento de los equipos. A título de ejemplo, esta exigencia es aplicable a grúas torre, PEMP, andamios colgados, calderas y otros equipos a presión, etc.

Las comprobaciones se extenderán a aquellos equipos sometidos a influencias susceptibles de ocasionar deterioros en los equipos y, asimismo, cuando en los equipos se produzcan acontecimientos excepcionales como transformaciones, accidentes, fenómenos naturales, falta prolongada de uso, etc.

Las citadas comprobaciones serán efectuadas por personal competente. Se deberán documentar los resultados y conservarlos durante la vida útil de los equipos.

Una última obligación es la de suministrar equipos de protección individual para eliminar o minimizar las consecuencias de aquellos riesgos residuales no eliminados en fase de diseño o fabricación de la máquina por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo tomadas en la propia empresa.

## INFORMACIÓN PARA LA UTILIZACIÓN

Ante la existencia de riesgos residuales, los usuarios de las máquinas deben ser informados, a fin de poder elaborar procedimientos seguros de trabajo.

### Información que debe suministrar el fabricante

El fabricante de una máquina debe facilitar al usuario de la misma la información necesaria para garantizar la seguridad y la salud de las personas expuestas. La citada información deberá carecer de ambigüedades y se deberá comprender fácilmente. El fabricante o su representante legalmente establecido en la Unión Europea, deberá estructurar la citada información en el **“Manual de Instrucciones”** que obligatoriamente debe acompañar a la máquina.

El manual estará redactado en una o varias de las lenguas oficiales de la Comunidad Europea. Cuando se comercialice y/o se ponga en servicio en España, cada máquina deberá ir acompañada de un manual de instrucciones, al menos en castellano. Dicho manual será un “Manual original” o una “Traducción del manual original”; en este último caso, la traducción irá acompañada obligatoriamente de un “Manual original”.

El contenido del manual de instrucciones no solamente deberá cubrir el uso previsto de la máquina, sino también tener en cuenta su mal uso razonablemente previsible.

En el caso de máquinas destinadas a usuarios no profesionales, en la redacción y presentación del manual de instrucciones se tendrá en cuenta el nivel de formación general y la perspicacia que, razonablemente, pueda esperarse de dichos usuarios.

Del contenido mínimo de información que el RD 1644/2008 fija para el manual de instrucciones, resaltamos, por su eficacia preventiva, lo siguiente:

- Los planos, diagramas, descripciones y explicaciones necesarias para el uso, el mantenimiento y la reparación de la máquina, así como para comprobar su correcto funcionamiento.
- Una descripción de los puestos de trabajo que puedan ocupar los operadores.
- Una descripción del uso previsto de la máquina.
- Advertencias relativas a los modos en que no se debe utilizar una máquina.
- Las instrucciones de montaje, instalación y conexión.
- Las instrucciones relativas a la instalación y al montaje, dirigidas a reducir el ruido y las vibraciones.
- Las instrucciones relativas a la puesta en servicio y la utilización de la máquina y, en caso necesario, las instrucciones relativas a la formación de los operadores.
- Información sobre los riesgos residuales que existan.

- Las instrucciones acerca de las medidas preventivas que debe adoptar el usuario, incluyendo, cuando proceda, los equipos de protección individual a proporcionar.
- Las características básicas de las herramientas que puedan acoplarse a la máquina.
- Las instrucciones para que puedan efectuarse sin riesgo las operaciones en las distintas fases de la vida de la máquina: manutención y transporte; puesta en servicio (montaje, instalación y ajuste); utilización (reglaje, aprendizaje, funcionamiento, limpieza, localización de averías, mantenimiento) y puesta fuera de servicio, desmantelamiento y retirada.
- El modo operativo que se ha de seguir en caso de accidente o de avería.
- Las características de las piezas de recambio que deben utilizarse, cuando éstas afecten a la salud y la seguridad de los operadores.
- Las indicaciones exigidas en el RD 1644/2008 sobre el ruido aéreo emitido.
- Cuando sea probable que la máquina emita radiaciones no ionizantes que puedan causar daños a las personas, en particular a las personas portadoras de dispositivos médicos implantables activos o inactivos, información sobre la radiación emitida para el operador y las personas expuestas.

EL MANUAL DE INSTRUCCIONES DE LA MÁQUINA A SUMINISTRAR POR EL FABRICANTE ESTÁ CONSIDERADO COMO UN ELEMENTO CLAVE DE SU SEGURIDAD

El usuario deberá informar a los operarios de los riesgos asociados a los equipos o a su utilización y formarlos sobre las condiciones y forma correcta de uso de los mismos, elaborando, cuando se precise, procedimientos escritos de trabajo. La citada información tendrá en cuenta las instrucciones del fabricante así como la experiencia y conocimientos adquiridos en la utilización de los equipos.

Se debe supervisar la correcta utilización de la máquina, así como el cumplimiento de los procedimientos establecidos.

**Información y formación a suministrar por la empresa usuaria**

## PRECAUCIONES SUPLEMENTARIAS

Las medidas preventivas y/o de protección anteriormente expuestas pueden requerir, en ciertos casos, la adopción de precauciones suplementarias.

El diseñador/fabricante debe determinar si son necesarias precauciones suplementarias para situaciones de emergencia o que puedan simplemente mejorar la seguridad como un efec-

**Medidas que debe tomar el diseñador/fabricante**

to secundario de su función principal. Entre ellas debe considerar:

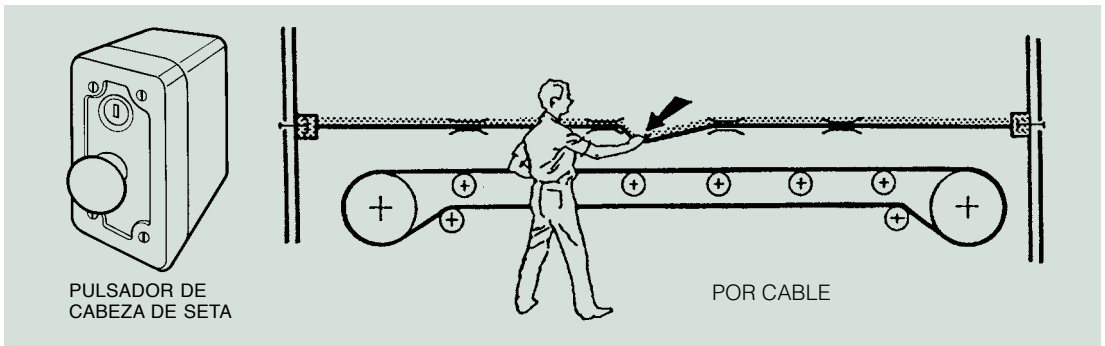
### *Dispositivos de parada de emergencia*

Cada máquina debe estar provista de uno o varios dispositivos de parada de emergencia por medio de los cuales se puedan evitar o minimizar consecuencias lesivas, debidas a situaciones peligrosas que puedan producirse de forma inminente o que se estén produciendo. Quedan excluidas de esta obligación las máquinas en las que el dispositivo de parada de emergencia no pueda reducir el riesgo (por ejemplo: con gran movimiento residual de inercia), las máquinas portátiles y las máquinas guiadas a mano.

Este dispositivo debe: tener órganos de accionamiento claramente identificables, muy visibles y rápidamente accesibles; provocar la parada del proceso peligroso en el menor tiempo posible, sin crear nuevos peligros; y, eventualmente, desencadenar o permitir que se desencadenen determinados movimientos de protección.

El órgano de accionamiento del paro de emergencia, una vez accionado, deberá permanecer en posición de bloqueo. La liberación del órgano de accionamiento no debe provocar la puesta en marcha, sino sólo autorizar que pueda volver a arrancar.

La función de parada de emergencia deberá estar disponible y ser operativa en todo momento, independientemente del modo de funcionamiento.



Este dispositivo no se puede usar como alternativa a un dispositivo de protección. Es conveniente no usarlo para la parada normal de la máquina.

### *Dispositivos de rescate de personas*

Para evitar que personas puedan quedar encerradas en la máquina o para proceder a su rescate deben preverse: vías de salida y refugios, la posibilidad de mover a mano determinados elemen-

tos después de una parada de emergencia y la posibilidad de invertir el sentido de movimiento de determinados elementos. En cualquier caso, la máquina dispondrá de mecanismos que permitan al operador pedir ayuda.

### *Consignación de máquinas*

Para acceder a una máquina, especialmente con vistas a su mantenimiento o reparación, se debe consignar, es decir, llevar a la máquina al “nivel energético cero”, proporcionando un nivel de seguridad muy elevado. Ello implica:

- Separar o seccionar la máquina de cualquier fuente de alimentación de energía. La separación debe ser visible o bien debe estar asegurada físicamente por una posición verificable del órgano de accionamiento.
- Bloquear los aparatos de seccionamiento en la posición “seccionada”. Esta medida, que será siempre necesaria en máquinas de grandes dimensiones o en instalaciones complejas, puede observarse en máquinas de pequeñas dimensiones, cuando la evaluación del riesgo ponga de manifiesto que se dan circunstancias favorables que hacen innecesario el bloqueo del aparato de separación, por ejemplo, cuando éste es visible y accesible en todo momento para la persona que realiza las operaciones.
- Verificar que no exista en la máquina energía residual alguna, ni potencial (presión de fluidos, tensión eléctrica o energía mecánica que pueda ser liberada), ni cinética (componentes que puedan continuar moviéndose por inercia).
- Señalizar de forma muy visible que la máquina se encuentra consignada.

LA CONSIGNACIÓN DE MÁQUINAS MEDIANTE ADECUADOS SISTEMAS DE BLOQUEO Y SU SEÑALIZACIÓN ES IMPRESCINDIBLE PARA EVITAR PUESTAS EN FUNCIONAMIENTO INCONTROLADAS, CAUSANTES DE ACCIDENTES MUY GRAVES

### *Facilidades integradas para el mantenimiento*

Al diseñar una máquina es conveniente tener en cuenta los siguientes aspectos para su mantenimiento: disposición de puntos de mantenimiento fuera de zonas peligrosas a fin de limitar la exposición a los peligros, accesibilidad de las partes internas, adecuada elección de los emplazamientos para efectuar el trabajo, limitación del número necesario de herramientas y equipos y facilidad de supervisión.

### *Accesorios para facilitar y hacer segura la manutención de la máquina y de sus partes componentes pesadas*

Las máquinas y sus partes componentes que no se puedan des-

plazar o transportar a mano deben estar provistas de accesorios diseñados para permitir su traslado mediante aparatos de elevación o transporte. Entre ellos se encuentran: los accesorios normalizados para la elevación con eslingas, ganchos, etc.; las ranuras guía para las máquinas que se transporten con carretillas elevadoras de horquilla y la indicación, en la propia máquina y en alguna de sus partes desmontables, del valor de su masa expresado en kg.

#### *Disposiciones para la seguridad de acceso a la máquina*

La máquina debe estar diseñada de manera que su manejo y todas las tareas usuales (reglaje, mantenimiento, etc.) puedan realizarse por una persona situada al nivel del suelo. Cuando esto no sea posible, la máquina debe estar dotada de escaleras de acceso, plataformas de trabajo, etc. Las superficies de las mismas deben ser realizadas con materiales que se mantengan lo más antideslizantes que sea factible en las condiciones de trabajo previstas y, dependiendo de la altura del suelo, deben estar dotadas de barandillas, pasamanos, zócalos, etc.

#### *Disposición de sistemas de diagnóstico para facilitar la localización de averías*

La implantación, siempre que sea posible, de sistemas de diagnóstico destinados a facilitar la localización de averías no sólo mejora la disponibilidad y el mantenimiento de la máquina, sino que también reduce la exposición del personal de mantenimiento a los riesgos.

### **Medidas que debe tomar la empresa usuaria**

La empresa usuaria de una máquina, por su parte, deberá adoptar medidas de organización del trabajo que garanticen ritmos de trabajo acordes con las exigencias de la máquina, que respeten los plazos de mantenimiento previstos y que garanticen que se usan las herramientas adecuadas.

Por otra parte, deberá garantizar que el entorno no suponga un incremento del riesgo propio de la máquina. Para ello se deberá: dotar de un nivel de iluminación adecuada, tanto general como localizada; garantizar un estado de limpieza idóneo, tanto de la máquina como del entorno y accesos; delimitar correctamente la zona de trabajo de zonas de tránsito o almacenamiento, etc.

## **HERRAMIENTAS MANUALES**

Las herramientas manuales son unos útiles de trabajo utilizados generalmente de forma individual que únicamente requieren para



su accionamiento la fuerza motriz humana; su utilización en una infinidad de actividades laborales les da una gran importancia. Además, los accidentes producidos por las herramientas manuales constituyen una parte importante del número total de accidentes de trabajo y, en particular, los de carácter leve.

Generalmente, los accidentes que originan suelen tener menor consideración en las técnicas de prevención por la idea muy extendida de la escasa gravedad de las lesiones que producen, así como por la influencia del factor humano, que técnicamente es más difícil de abordar. En contra de esta escasa atención podemos afirmar que el empleo de herramientas abarca la generalidad de todos los sectores de actividad industrial, por lo que el número de trabajadores expuestos es muy elevado.

Los principales riesgos asociados a la utilización de las herramientas manuales son:

- Golpes y cortes en manos, ocasionados por las propias herramientas durante el trabajo normal con las mismas.
- Lesiones oculares por proyección de partículas, bien sean provenientes de los objetos que se trabajan o de la propia herramienta.
- Golpes en diferentes partes del cuerpo al salir despedida la propia herramienta o el material trabajado.
- Esguinces por sobreesfuerzos o gestos violentos.

Las principales causas genéricas que originan los riesgos indicados están asociados bien al abuso de herramientas para efectuar cualquier tipo de operación; bien al uso de herramientas inadecuadas, defectuosas, de mala calidad o mal diseñadas; bien al uso de herramientas de forma incorrecta.

También son situaciones de origen de riesgos las herramientas abandonadas en lugares inadecuados, las herramientas transportadas de forma incorrecta, las herramientas mal conservadas y las herramientas utilizadas en trabajos cerca de instalaciones de baja tensión o directamente empleadas en trabajos en dichas instalaciones (tensión nominal igual o inferior a 1000 V en corriente alterna y a 1500 V en corriente continua, según el RD 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión).

Las medidas preventivas se pueden dividir en tres apartados que abarcan la fase de diseño de la herramienta, las prácticas de seguridad asociadas a su uso y la implantación de un adecuado programa de seguridad que gestione la herramienta en su adquisición, utilización, mantenimiento, almacenamiento y eliminación. Se exponen también, a continuación, casos particulares de formas correctas o incorrectas de usar algunas de las herramientas manuales más utilizadas.

---

### **Causas frecuentes de accidentes y su prevención**

### **Diseño ergonómico de la herramienta**

Desde un punto de vista ergonómico las herramientas manuales deben cumplir una serie de requisitos básicos para que sean eficaces, a saber:

- Desempeñar correcta y adecuadamente la función que se pretende de ella.
- Ser proporcionada y adecuada a las características de los usuarios y a sus condiciones de utilización.
- Reducir al mínimo la fatiga del usuario.

#### *Crterios de diseño*

Al diseñar una herramienta hay que asegurarse de que se adapte a la mayoría de la población. En cualquier caso el diseño será tal que permita a la muñeca permanecer recta durante la realización del trabajo. El mango de la herramienta es una parte muy importante por su interacción con el usuario y por ello debe garantizar una sujeción segura y un control absoluto de la misma.

En cuanto a la *forma del mango*, éste debe adaptarse a la postura natural de asimiento de la mano. Debe tener forma de un cilindro o un cono truncado e invertido, o eventualmente una sección de una esfera. La transmisión de esfuerzos y la comodidad en la sujeción del mango mejora si se obtiene una alineación óptima entre el brazo y la herramienta. Para ello el ángulo entre el eje longitudinal del brazo y el del mango debe estar comprendido entre 100° y 110°. Las formas más adecuadas son los sectores de esferas aplanados, curvas de perfil largo y planos simples.

En cuanto al *diámetro y longitud del mango*, para una presión de fuerza el diámetro debe oscilar entre 25 mm y 40 mm. La longitud más adecuada es de unos 100 mm. En lo relativo a la *textura*, las superficies más adecuadas son las ásperas pero romas. Todos los bordes externos de una herramienta que no intervengan en la función y que tengan un ángulo de 135° o menos deben ser redondeados, con un radio de, al menos, 1 mm.

---

### **Prácticas de seguridad**

El empleo inadecuado de herramientas de mano es el origen de una cantidad importante de lesiones, partiendo de la base de que se supone que todo el mundo sabe cómo utilizar las herramientas manuales más corrientes. Generalizando se pueden resumir en seis las prácticas de seguridad asociadas al buen uso de las herramientas de mano:

- Seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar.
- Mantener las herramientas en buen estado.
- Usar correctamente las herramientas, teniendo por tanto en cuenta el necesario proceso de aprendizaje.
- Procurar un entorno que facilite su uso correcto.

- Guardar las herramientas de forma ordenada y en lugar seguro.
- Asignar de forma personalizada las herramientas, siempre que sea posible.

La disminución a un nivel tolerable de los accidentes producidos por las herramientas manuales requiere, además de un correcto diseño y una adecuada utilización ya relacionados, una gestión apropiada de las mismas que incluya una actuación programada y conjunta sobre todas las causas que los originan mediante la implantación de un programa de seguridad completo que abarque las siguientes fases: adquisición, adiestramiento-utilización, observaciones planeadas del trabajo, control y almacenamiento, mantenimiento y transporte. Se desarrolla a continuación de manera sintetizada cada una de estas fases.

## **Gestión de las herramientas**

### *Adquisición*

El objetivo de esta fase es el de adquirir herramientas de calidad acordes con el tipo de trabajo a realizar. Para ello se deberá conocer dicho trabajo con las herramientas y adquirirlas de diseño ergonómico a empresas de reconocida calidad. Además, para adquirir herramientas de calidad, se deben seguir unas pautas básicas que ayudarán a realizar una buena compra; las más relevantes son:

- Las herramientas que deben ser golpeadas para trabajar deben tener la cabeza achaflanada y llevar una banda de bronce soldada a la cabeza o acoplamiento de manguitos de goma, para evitar en lo posible la formación de rebabas.
- Los mangos deben ser de madera (nogal o fresno) u otros materiales duros, no deben presentar bordes astillados y deben estar perfectamente acoplados y sólidamente fijados a la herramienta.
- En caso de trabajos en las proximidades de líneas de baja tensión, deberán disponer de un aislamiento tal que su empleo no suponga riesgo alguno para el usuario, debiendo llevar en caracteres perfectamente legibles el distintivo del fabricante y la tensión máxima de servicio.

### *Adiestramiento - utilización*

Es la fase más importante pues en ella es donde se producen los accidentes. Por tanto, el operario que vaya a manipular una herramienta manual deberá seguir un plan de adiestramiento en el correcto uso de cada herramienta que deba emplear en su trabajo, no utilizar las herramientas con otros fines que los suyos específicos, ni sobrepasar las prestaciones para las que técnicamente han sido

concebidas y utilizar la herramienta adecuada para cada tipo de operación. Deberá también evitar trabajar con herramientas estropeadas y utilizar elementos auxiliares o accesorios que cada operación exija para realizarla en las mejores condiciones de seguridad.

### *Observaciones planeadas del trabajo*

Periódicamente se debería analizar el correcto empleo de las herramientas manuales. Mandos y trabajadores deberían dedicar periódicamente un tiempo a observar si el trabajo con las mismas se realiza correctamente, en especial cuando éste encierre peligros y las personas tengan poca experiencia. La observación del trabajo es, como se dijo en el capítulo 5, una actividad preventiva especialmente concebida para mejorar los métodos de trabajo.

### *Control y almacenamiento*

Esta fase es muy importante para llevar a cabo un buen programa de seguridad, ya que contribuirá a que todas las herramientas se encuentren en perfecto estado. Las fases que comprende son:

- Estudio de las necesidades de herramientas y nivel de existencias.
- Control centralizado de herramientas mediante asignación de responsabilidades.

Las misiones que debe cumplir son:

- Asignación a los operarios de las herramientas adecuadas a las operaciones que deban realizar.
- Montaje de almacenamientos ordenados en estantes adecuados mediante la instalación de paneles u otros sistemas. Al inicio de la jornada laboral las herramientas necesarias serán recogidas por cada uno de los operarios debiendo retornarlas a su lugar de almacenamiento al final de la misma, a no ser que cada trabajador disponga de caja de herramientas personalizada.
- Inspección periódica del estado de las herramientas; las que se encuentren deterioradas, se procederá a repararlas, a afilarlas si es el caso, o a eliminarlas definitivamente.

### *Mantenimiento*

El servicio de mantenimiento general de la empresa deberá reparar o poner a punto las herramientas manuales que le lleguen y desechar las que no se puedan reparar. Para ello deberá tener en cuenta que la reparación, afilado, templado o cualquier otra operación la deberá realizar personal especializado, evitando efectuar reparaciones provisionales y en todo caso se deberán seguir las instrucciones del fabricante.

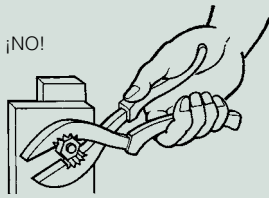
### Transporte

El transporte de herramientas se debe realizar en cajas, bolsas o cinturones especialmente diseñados para ello, evitando llevarlas en los bolsillos, sean punzantes o cortantes o no lo sean. Cuando se deban subir escaleras o realizar maniobras de ascenso o descenso, las herramientas se llevarán de forma que las manos queden libres y aquéllas sean fácilmente accesibles.

- Los alicates no deben emplearse para apretar o aflojar tuercas o tornillos.
- Los cinceles deben ser lo suficientemente gruesos para que no se curven ni tuerzan al ser golpeados. Se deben desechar los cinceles más o menos fungiformes utilizando sólo el que presente una curvatura de 3 cm de radio.
- En la utilización de cinceles para uso normal, la colocación de una protección anular de esponja de goma o de material plástico es una solución útil para evitar golpes en las manos con el martillo de golpear. Además, siempre que sea posible, se deben utilizar herramientas soporte.
- El destornillador se ha de utilizar de forma que tenga un tamaño y tipo adecuados al del tornillo a manipular. El destornillador debe tener los lados paralelos y afilados.
- Los escoplos o punzones deben sujetarse formando ángulo recto con la superficie para evitar que resbalen.
- Las limas no se deben utilizar como palanca o punzón.
- No se deben utilizar llaves en mal estado por tener la mordaza gastada o deformada.
- Utilizar la llave efectuando la torsión girando hacia el operario, nunca empujando.
- Utilizar una llave de dimensiones adecuadas al perno o tuerca que se deba apretar o aflojar. Utilizar la llave de forma que esté completamente abrazada y asentada a la tuerca y formando ángulo recto con el eje del tornillo que aprieta.
- No debe sobrecargarse la capacidad de una llave utilizando una prolongación de tubo sobre el mango, utilizar otra llave como alargo de la primera o golpear con un martillo.
- Al utilizar un martillo se debe procurar golpear sobre la superficie de impacto con toda su cara.
- En el caso de tener que golpear clavos, éstos se deben sujetar por la cabeza y no por el extremo.
- No golpear con un lado de la cabeza del martillo sobre un escoplo u otra herramienta auxiliar. No utilizar un martillo para golpear otro, para dar vueltas a otras herramientas o como palanca.

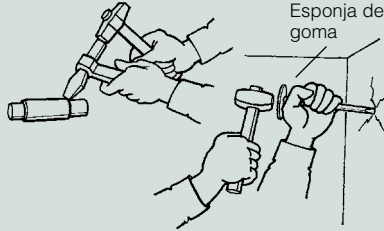
---

### Buenas prácticas en el uso de herramientas



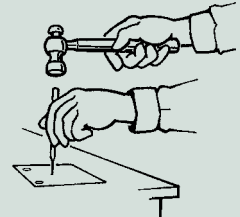
¡NO!

MALA UTILIZACIÓN DE ALICATES

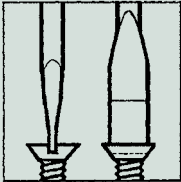


España de goma

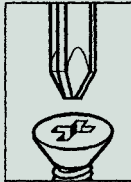
PROTECTOR ANULAR DE CINCELES Y USO DE PORTA-CINCELES



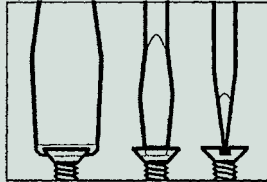
FORMA CORRECTA DE UTILIZAR UN PUNZÓN



a) BIEN

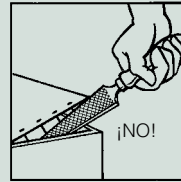


b) BIEN

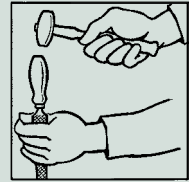


c) MAL

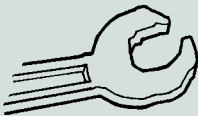
UTILIZACIÓN DE DESTORNILLADORES



¡NO!



UTILIZACIÓN INCORRECTA DE LA LIMA COMO PALANCA O PUNZÓN



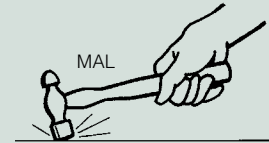
LLAVE CON MORDAZAS GASTADAS Y DEFECTOS MECÁNICOS



UTILIZACIÓN CORRECTA DE LLAVE GIRANDO HACIA EL OPERARIO



BIEN

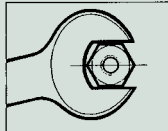


MAL

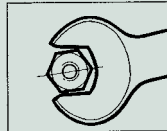
FORMA DE GOLPEAR SOBRE UNA SUPERFICIE



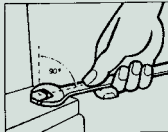
BIEN



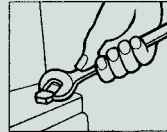
MAL



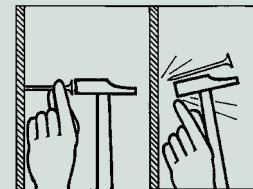
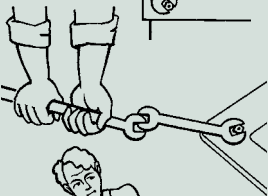
BIEN



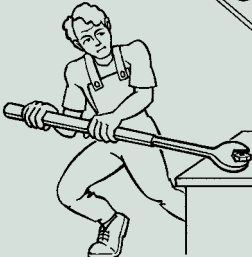
MAL



UTILIZACIONES CORRECTAS E INCORRECTAS DE LLAVE FIJA



BIEN



UTILIZACIÓN DE LLAVES INCORRECTA

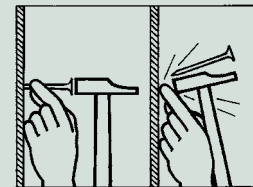


a) MAL



b) MAL

USOS INCORRECTOS DEL MARTILLO



MAL

FORMA DE SUJETAR UN CLAVO ANTES DE CLAVARLO

# Elevación, transporte y almacenamiento

10

Más del 30% de los accidentes de trabajo se producen en las operaciones de movimientos de productos realizados durante los procesos productivos, así como en los trabajos relacionados con su almacenamiento. Estas cifras dan a entender que nos encontramos ante un tema de gran importancia por el número de accidentes que se generan en la manipulación tanto manual como mecánica de materiales. Por otra parte, los equipos de elevación y transporte y en general la maquinaria móvil representan el grupo de agentes materiales que causan más accidentes mortales en nuestro país.

En cualquier actividad industrial es necesario el movimiento de los materiales para que se lleven a cabo los distintos procesos productivos. Aunque mediante la creciente mecanización se ha ido reduciendo paulatinamente la intervención humana, ésta aún sigue siendo notoria en muchas operaciones asociadas al movimiento de materiales. Vamos a referirnos en este capítulo exclusivamente a materiales sólidos o recipientes que se desplazan según tres fases fundamentales: el levantamiento, el transporte propiamente dicho y la descarga. En cada una de estas fases, además del material a transportar y el equipo utilizado para ello, intervienen otros elementos, como son los accesorios para la elevación, es decir, cualquier componente o equipo que no es parte del equipo de elevación, que permite la prensión de la carga y que se coloca entre el equipo de elevación y la carga o en la propia carga, o que está previsto para constituir una parte integrante de la carga (pinzas, vigas de suspensión, horquillas de elevación,...). También se consideran accesorios de elevación las eslingas y sus componentes (eslingas textiles, eslingas de cables de acero, eslingas de cadena, cables o

ganchos de eslingado,...). Complementariamente se tratan algunos aspectos del almacenamiento.

## ASPECTOS LEGALES

Los aspectos legales relacionados con el tema están recogidos en el RD 1644/2008, de 11 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas, vigente a partir del 29 de diciembre de 2009; dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006.

Por otro lado, de acuerdo con el art. 6 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, se promulgó el RD 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecían las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo; en concreto se pueden destacar dentro de su Anexo I los puntos referentes a las disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo, a las disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo móviles y a las disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas. Además, dentro del Anexo II se puede resaltar lo referente a las condiciones generales de utilización de los equipos de trabajo y a las condiciones de utilización de equipos de trabajo móviles, automotores o no.

## RECOMENDACIONES GENERALES

Los aspectos más importantes a tener en cuenta en la evaluación de riesgos de los equipos de trabajo para elevar cargas son:

La resistencia del equipo, de su base de apoyo y, en su caso, de sus anclajes o amarres, o los relativos a la estabilidad del equipo, que pueden dar lugar al desplome, caída o vuelco del mismo, de alguno de sus elementos o de la carga transportada.

Las características de la carga, en particular, la masa, dimensiones y composición o naturaleza de la misma, que pueden afectar a la resistencia y a la estabilidad de la propia carga o a la del equipo de trabajo.

Los elementos que intervienen en la sujeción de la carga y en las operaciones de elevación y desplazamiento de la misma.

En su caso, los elementos que intervienen en las operaciones de elevación y desplazamiento del habitáculo.

En su caso, las características del propio habitáculo.

Las medidas preventivas a aplicar dependerán del resultado de la evaluación de riesgos para cada caso particular.



A nivel general los equipos de trabajo para levantar cargas deben estar instalados firmemente si son fijos, o disponer de elementos o de las condiciones necesarias en los casos restantes para garantizar su solidez y estabilidad durante su utilización, teniendo en cuenta la combinación de fuerzas a la que van a estar sometido, así como la masa de cualquier accesorio asociado, tal como el peso de la carga, los accesorios o por las fuerzas externas. Especial atención se debe prestar a los equipos de elevación móviles cuya seguridad depende de las condiciones del lugar de instalación. En este sentido se deberán tener en cuenta, entre otros: la base donde se instala, los anclajes, los contrapesos y los estabilizadores.

LA SOLIDEZ Y ESTABILIDAD DE LOS EQUIPOS DE ELEVACIÓN ES UNA CONDICIÓN BÁSICA DE SEGURIDAD

Deben disponer de una placa en la que se indique la carga nominal máxima, que puede elevar el equipo con seguridad para cada configuración del equipo. Si el equipo de trabajo no está destinado a la elevación de trabajadores y existe posibilidad de confusión, se deberá indicar de forma clara y visible tal circunstancia. Los equipos para levantamiento de cargas y/o personas deben estar contruidos y diseñados de manera que eviten, por medio de dispositivos apropiados, los riesgos de caída del habitáculo, los riesgos de caída del usuario fuera del habitáculo y los riesgos de aplastamiento, aprisionamiento o choque del usuario con objetos, principalmente. Asimismo deben garantizar la seguridad de los trabajadores que en caso de accidente queden bloqueados en el habitáculo y permitir su liberación.

Los equipos deben ser inspeccionados y controlados a intervalos regulares según la normativa legal y las instrucciones del fabricante. Los equipos de elevación de cargas y/o personas y los elementos complementarios que se tratan en este capítulo son: equipos de elevación (montacargas y plataformas elevadoras móviles de personal); equipos de elevación y transporte (puentes-grúa, grúas-torre y aparejos-bloques de poleas); accesorios de elevación (eslingas de cables, textiles o cadenas y ganchos.); equipos móviles de elevación y transporte (carretillas elevadoras, dumper y tractor) y equipos continuos de transporte (cintas transportadoras y transportadores de tornillo).

## **MONTACARGAS. PLATAFORMAS ELEVADORAS MÓVILES DE PERSONAL**

La construcción, instalación y mantenimiento de estos equipos reunirán los requisitos específicos que establece el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, el RD 2291/1985 (artículos

### **Montacargas**

10, 11, 12, 13, 14, 15, 19 y 23) modificado parcialmente por el RD 1314/1997 sobre ascensores.

Denominaremos “montacargas” (elevadores de obra) a todo aparato utilizado en niveles definidos con ayuda de una cabina que se desplaza a lo largo de guías rígidas, cuya inclinación sobre la horizontal sea superior a 15 grados, únicamente para objetos y dotada de cabina accesible a personas y equipada de elementos de mando situados dentro de la cabina o al alcance de una persona que se encuentre en el interior. También tendrán esta consideración los elevadores que se desplacen siguiendo un recorrido totalmente fijo en el espacio, aun si no está determinado por guías rígidas, tales como los ascensores de tijera.

Los principales riesgos que pueden darse en un montacargas se relacionan a continuación:

- Caída o derrumbe de la propia estructura soporte.
- Caída de personas o materiales desde o por el hueco del montacargas.
- Choque o golpe de la plataforma con obstáculos que sobresalgan de las plantas.
- Caída de la plataforma por rotura del cable de sustentación, interrupción del sistema de energía o avería de los componentes.
- Atrapamientos de personas entre la estructura y la plataforma de elevación o con las puertas motorizadas de las cabinas, si están dotadas de las mismas.
- Atrapamiento de personas en el interior de la cabina del montacargas.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.

### *Medidas preventivas*

La estructura portante deberá arriostrarse según las indicaciones del fabricante. En cada nivel de parada se debe instalar un tope sobre la estructura que actúe sobre los finales de carrera de forma que la cabina se detenga de manera precisa en la planta correspondiente. Además, se debe instalar un final de carrera superior e inferior, de seguridad. Por otro lado, es importante instalar otro limitador en la parte superior de la estructura de modo que corte la corriente de alimentación en caso de que la plataforma, por avería, sobrepasase el fin de carrera superior.

En la cabina de carga se deberá colocar un cartel de “PROHIBIDO EL USO POR PERSONAS”. En la puerta de acceso desde cada planta se deberá colocar un cartel que indique la carga nominal máxima admisible en kg.

El montacargas estará diseñado, fabricado e instalado de forma que no se pueda activar el mando de puesta en movimiento siempre que la carga sobrepase el valor nominal marcado por el

fabricante. Debe disponer de un dispositivo que, en caso de interrumpirse el suministro de energía o de avería de componentes, impida la caída libre o movimientos ascendentes incontrolados de la cabina. El dispositivo destinado a impedir la caída libre deberá ser independiente de los elementos de suspensión de la cabina y será capaz de detener la cabina en las condiciones normales de carga nominal y velocidad máxima prevista por el instalador. Será imposible el acceso al hueco recorrido por el mismo, excepto para los trabajos de mantenimiento y los casos de emergencia.

La cabina de los montacargas para personas estará totalmente cerrada por paredes macizas, incluso suelo y techo, con excepción de los orificios de ventilación y equipadas con puertas macizas. Estará dotada de un sistema de comunicación bidireccional y de un sistema de iluminación suficiente que se active cuando se utilice o las puertas estén abiertas. Dispondrá, además, de iluminación de emergencia. Las puertas de las cabinas deben estar diseñadas e instaladas de forma que exista un mecanismo que impida el movimiento del montacargas si las puertas no están cerradas. Este bloqueo debe permanecer aun en el caso de que la cabina quede detenida entre dos niveles, si existiera el riesgo de caída entre la cabina y el hueco o en el caso de ausencia de hueco.

El montacargas dispondrá de toma de tierra para las masas metálicas, asociada a un interruptor diferencial de 300 mA de sensibilidad. Además, la estructura portante, el motor y los cuadros eléctricos deben estar conectados a tierra a través del conductor de protección del cable de alimentación eléctrico.

El montacargas debe comprobarse antes de su puesta en marcha inicial y después de cada nuevo emplazamiento según el art. 4 del RD 1215/1997 sobre equipos de trabajo. El suelo de la cabina debe limpiarse después de cada jornada e inmediatamente después de que caigan restos de materiales.

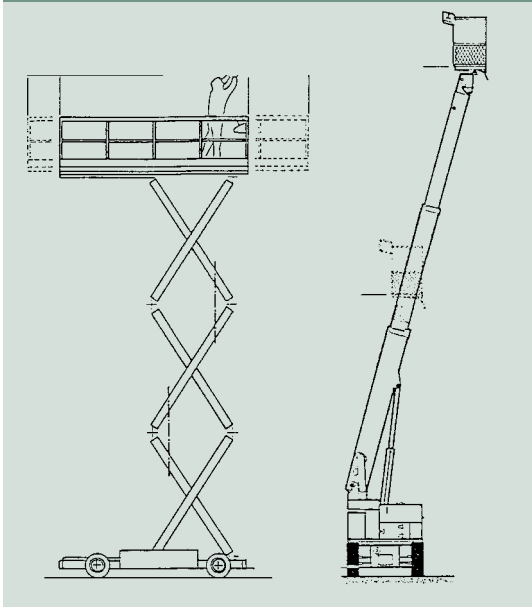
La plataforma elevadora móvil de personal (PEMP) es una máquina móvil destinada a desplazar personas hasta una posición de trabajo, con una única y definida posición de entrada y salida de la plataforma, constituida como mínimo por una plataforma de trabajo con órganos de servicio, una estructura extensible y un chasis. Existen plataformas sobre camión articuladas y telescópicas, autopropulsadas de tijera, autopropulsadas articuladas o telescópicas y plataformas especiales remolcables y personales, entre otras. En función de sus posibilidades de traslación, se dividen en tres tipos:

- Tipo 1: la traslación sólo es posible si la PEMP se encuentra en posición de transporte.
- Tipo 2: la traslación con la plataforma de trabajo en posición

---

### **Plataformas elevadoras móviles de personal**

**PLATAFORMA DE TIJERA  
AUTOPROPULSADA Y PLATAFORMA  
ESPECIAL ADAPTADA A UN EQUIPO CON  
BRAZO ARTICULADO**



elevada sólo puede ordenarla un órgano situado sobre el chasis.

- Tipo 3. la traslación con la plataforma de trabajo en posición elevada puede ordenarla un órgano situado sobre la propia plataforma.

Los principales riesgos que pueden darse en la utilización de las plataformas elevadoras móviles de personal son los siguientes:

- Caída de personas a distinto nivel desde la propia plataforma: por basculamiento del conjunto del equipo al estar situado sobre una superficie inclinada, de insuficiente resistencia, por falta de estabilizadores, etc.; por ausencia total o parcial de protecciones perimetrales; por efectuar trabajos utilizando elementos auxiliares tipo escalera, banquetas, etc., para ganar altura; por trabajar sobre la plataforma sin utilizar los EPI adecuados o fijados de forma inadecuada; por rotura de la plataforma debido a sobrecarga, deterioro o mal uso de la misma.
- Caída de objetos sobre la plataforma

desde niveles superiores por desprendimiento durante trabajos de reparación o sustitución, por hallarse la plataforma situada bajo la vertical de zonas donde se efectúan otros trabajos o por encontrarse la techumbre en mal estado.

- Caída de materiales sobre personas y/o bienes por vuelco del equipo, por plataforma de trabajo desprotegida, por rotura de la plataforma de trabajo, herramientas sueltas o materiales dejados sobre la superficie o por estar operarios situados en las proximidades de la vertical de la zona de trabajo.
- Golpes, choques o atrapamientos del operario o de la propia plataforma contra obstáculos fijos o móviles al realizar movimientos de ascenso o descenso de la plataforma sin las debidas precauciones.
- Vuelco del equipo por no utilizar estabilizadores, por hacerlo de forma incorrecta, por apoyarlos total o parcialmente sobre una superficie irregular, por hundimiento o reblandecimiento de toda o parte de la superficie de apoyo del chasis o por sobrecarga de la plataforma en relación con la carga máxima permitida o por trabajar con velocidades de viento superiores a las marcadas por el fabricante.
- Contactos eléctricos directos o indirectos por proximidad a

líneas eléctricas en tensión de AT o BT ya sean aéreas o en fachadas.

- Caídas al mismo nivel y golpes por falta de orden y limpieza en la superficie de trabajo.
- Atrapamiento entre alguna de las partes móviles de la estructura y entre ésta y el chasis por efectuar algún tipo de actuación en la estructura o por situarse entre el chasis y la plataforma mientras baja la plataforma de trabajo.

### *Medidas preventivas*

El aparato de elevación y sus accesorios deben ser adecuados al tipo de trabajo a realizar.

La plataforma deberá disponer de un dispositivo para indicar si la inclinación o pendiente del chasis está en los límites autorizados por el fabricante. Este dispositivo estará protegido contra todo deterioro o desajuste accidental. Dependiendo del tipo de plataforma, existirá un indicador acústico que advierta cuando se alcancen los límites máximos de inclinación. Las plataformas dotadas de estabilizadores deben estar equipadas con un dispositivo que impida sobrepasar los límites de inclinación en tanto no estén emplazados los mismos. Si la plataforma es autopropulsada, debe disponer de frenos al menos sobre dos ruedas de un mismo eje, que actúen automáticamente en caso de rotura o fallo de alimentación de los frenos. Deben estar dotadas de un dispositivo que impida su uso no autorizado.

Las plataformas deben estar constituidas por los siguientes elementos de seguridad:

- Barandillas integrales en todo su perímetro a una altura mínima de 1,10 m y de una resistencia a fuerzas específicas de 500 N por persona, con zócalo de al menos 0,15 m de altura y pretil intermedio. Los distintos elementos de las barandillas de seguridad no se podrán extraer salvo por una acción directa e intencionada.
- Puntos de anclaje para los cinturones de seguridad o arneses.
- Puerta de acceso o, en su defecto, elementos móviles que abran hacia el interior. Deben estar concebidos para cerrarse y bloquearse automáticamente o que impidan todo movimiento de la plataforma mientras no esté en posición cerrada y bloqueada.
- Protección superior contra la caída de objetos, en casos muy especiales y según el tipo de trabajo.
- Material de construcción exterior aislante (material plástico, fibra de vidrio, etc.) especialmente en trabajos en las proximidades de líneas eléctricas aéreas.
- Suelo, comprendida toda trampilla, antideslizante y debe evitar el encharcamiento de líquidos. Las plataformas de rejilla ten-

drán las aberturas dimensionadas para impedir el paso de una esfera de 15 mm de diámetro. Las trampillas no deben poder abrirse hacia abajo o lateralmente. No está autorizado el uso de cables o cadenas como pretilas o puertas de acceso.

Para facilitar el trabajo se debe disponer de accesorios instalados dentro de la propia plataforma para poder depositar distintos tipos de herramientas y útiles necesarios para realizar cada uno de los trabajos.

La carga nominal máxima de utilización dada por el fabricante y que debe soportar la plataforma tendrá en cuenta el número de personas previsto (peso promedio de 80 kg) y la carga de materiales y equipos, a fin de no sobrepasar la carga máxima autorizada; asimismo, dispondrán de un sistema de control de carga que bloquee el movimiento de la plataforma antes de que se alcance el 120% de la carga nominal. Para ello deberá disponer de una placa de instrucciones de seguridad perfectamente visible, incluyendo, entre otros datos, la carga nominal máxima que puede soportar (expresada en número máximo autorizado de personas y masa del equipo en kilogramos). Se suspenderán los trabajos con plataformas cuando la velocidad del viento alcance los 12,5 m/s o para la velocidad que marque el fabricante en el manual de instrucciones y en este caso se tendrá en cuenta la carga máxima admisible en esta circunstancia.

### *Normas de seguridad en la utilización*

Previamente a la puesta en marcha se deben inspeccionar posibles defectos o fallos que afecten a su seguridad.

Previamente a la elevación de la plataforma se debe:

- Comprobar la no existencia de conducciones eléctricas de AT en la vertical del equipo. Hay que aislarlas, mantener las distancias mínimas de seguridad o proceder al corte de la corriente mientras duren los trabajos.
- Comprobar el estado, consistencia y nivelación de la superficie de apoyo del equipo.
- Comprobar que el peso total situado sobre la plataforma no supere la carga máxima autorizada.
- Comprobar la ausencia de fugas de líquidos de circuito hidráulico.
- Si se utilizan estabilizadores, se debe comprobar que se han desplegado de acuerdo con las normas dictadas por el fabricante.
- Comprobar el estado de las protecciones y puerta de acceso de la plataforma.
- Delimitar y señalar el perímetro de la vertical de la zona de trabajo, dejando una zona libre de 1 m como mínimo alrededor siempre que sea posible, de forma que se impida que

personas ajenas a los trabajos circulen o permanezcan en sus proximidades.

Durante el movimiento del equipo se deben seguir las siguientes normas:

- El equipo de elevación no se debe desplazar horizontalmente con la plataforma elevada ni con trabajadores sobre ella cuando no está explícitamente concebido para ello. Tampoco debe estar permitido que se realicen trabajos simultáneamente en las proximidades de los equipos o plataformas.
- Antes de situar o mover el equipo se debe comprobar que no haya obstáculos, escombros, desniveles, etc., que comprometan la seguridad.
- No se debe elevar o mover la plataforma con viento o condiciones meteorológicas adversas.
- Cuidar de no sobrecargar la plataforma o utilizarla como grúa.
- Siempre que existan dudas sobre si el riesgo de caída está perfectamente controlado desde la plataforma, debe instalarse un cable de seguridad perimetral con coeficiente de seguridad reforzado, cuyo buen estado se comprobará diariamente y al que se deberá anclar el equipo de protección individual que obligatoriamente deberá utilizar el operario.
- Cuando se trabaje sobre la plataforma los operarios deben pisar siempre con ambos pies la superficie y no utilizar elementos auxiliares para ganar altura.

Después del uso de la plataforma hay que descender de ella, aparcar la máquina adecuadamente, cerrar los contactos, verificar

<b>DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD DE PLATAFORMAS ELEVADORAS MÓVILES DE PERSONAL</b>	
	Dispositivo que impida su traslación cuando no esté en posición de transporte
	Inclinómetro de mercurio o electrónico
	Sistema de control de carga y registrador de posición
1, 2 y 3	Control de posición con criterios de estabilidad y de sobrecarga reforzada
	Sistema de control del momento
	Doble dispositivo de frenado en caso de fallo de la energía motriz
	Limitadores de velocidad de bajada
	Limitador automático de velocidad para las autopropulsadas
2	Medios de comunicación entre el operario situado sobre la plataforma y el conductor del vehículo portador
3	Señal sonora audible cuando se supere el límite máximo de inclinación

la inmovilización de la máquina utilizando calzos en caso necesario, limpiar posibles restos de grasa, aceite, etc., dejar un indicador de fuera de servicio y retirar las llaves de contacto depositándolas en un lugar seguro habilitado para ello.

## **PUNTES-GRÚA. GRÚAS-TORRE. APAREJOS-BLOQUES DE POLEAS**

La estabilidad de todos los equipos de elevación de cargas se estudiará teniendo en cuenta la naturaleza del suelo y las condiciones externas a las que puedan verse sometidos. El empleo al aire libre de equipos de trabajo para elevación de cargas no guiadas debe cesar si las condiciones meteorológicas se degradan de forma que no quede garantizado su funcionamiento correcto.

De la ubicación de las máquinas y las condiciones que concurran en los emplazamientos de las mismas se pueden derivar riesgos que, según los casos, podrían llegar a ser catastróficos. Los riesgos tienen su origen muchas veces en la instalación sobre un terreno o losa poco resistente, en una deficiente fijación a las superficies de base o de sustentación, proximidad a líneas eléctricas y accesibilidad a personas ajenas al funcionamiento de la máquina en sí. Obviamente, las medidas a tomar se basarán en una correcta compactación del terreno, un cálculo correcto de la losa, la preceptiva revisión de las condiciones de la instalación antes de la puesta en funcionamiento, una fijación segura al terreno y al lugar establecido, la utilización de contrapesos adecuados al equipo y de tirantes, caso de ser necesario, manteniendo todo ello alejado de las líneas eléctricas en tensión. En todo caso se debe impedir, que el radio de acción del aparato de elevación quede accesible a personas ajenas a los trabajos que allí se realizan (como en el caso de obras en vías públicas).

Se deben utilizar equipos y elementos en buen estado y adecuados a la función a realizar, debiendo comprobar diariamente el estado del equipo y elementos auxiliares antes del inicio de los trabajos. En todos los equipos de elevación las operaciones de subida o bajada de las cargas se deben hacer lentamente evitando toda arrancada o parada brusca. Asimismo, está prohibido el arrastre o el izado de cargas en oblicuo. Los equipos de elevación no deben dejarse nunca con cargas suspendidas, ya que se aumenta su riesgo de vuelco.

El operador no trasladará la carga por encima de personas y/o puestos de trabajo, extremando las precauciones si la manipulación de la carga puede ser peligrosa, como en el caso de metal fundido, objetos sujetos con electroimanes, etc.

LOS EQUIPOS DE ELEVACIÓN NO DEBEN DEJARSE CON CARGAS SUSPENDIDAS



El operador no debe transportar personas sobre las cargas, ganchos o eslingas vacías. Debe situarse de forma que pueda controlar la zona de carga, así como todo su recorrido. En caso de no ser posible, deberá recibir la ayuda de otro operario, que mediante gestos codificados, de acuerdo con el Anexo VI del RD 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, le ayude a efectuar los trabajos.

El diseño de las normas generales que se deben seguir para el buen desarrollo del transporte interior de cargas debe tener en cuenta que las zonas de circulación de materiales y personas queden claramente delimitadas y, en la medida de lo posible, separadas. Dichas zonas deben estar siempre libres de obstáculos y bien iluminadas. Su anchura será acorde con las dimensiones de las cargas y de los equipos de transporte.

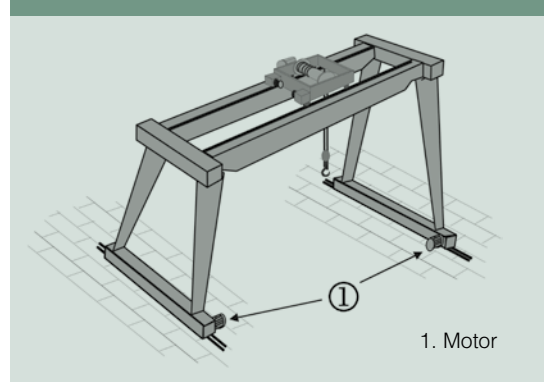
Es un equipo de elevación y transporte de materiales que consta de un elemento portador formado por una o dos vigas móviles sobre raíles, apoyadas en columnas o ménsulas a lo largo de una o dos paredes opuestas en su lugar de trabajo y sobre el que se desplaza el carro con los mecanismos elevadores.

Los principales riesgos que pueden darse en un puente-grúa son los siguientes:

- Caída de personas a distinto nivel por accesos abiertos en cabinas, puentes y pasarelas.
- Atrapamiento entre la grúa y las partes fijas de la estructura por distancia no reglamentaria en relación con objetos fijos o trabajos de mantenimiento con la grúa en marcha o por falta de coordinación entre los operarios que lo efectúan.
- Atrapamientos y golpes con la carga por acompañar la carga con las manos, depositar la carga sobre superficies irregulares, falta de visibilidad o de espacio, traslado de la carga a baja altura no estando expedido el recorrido o traslado de la carga sin efectuar las señales de aviso de peligro.
- Caída de objetos sobre instalaciones o personas por caída del propio puente (salida del camino de rodadura, rotura del apoyo...), caída del carro o polipasto, rotura del elemento de tracción (cable, cadena...) por sobrecarga, etc., fallo del freno del polipasto o del de traslación del puente, rotura del elemento de sujeción de la carga (eslinga) o desprendimiento de la misma por sujeción deficiente.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.

### Puentes-grúa

#### VISTA Y PARTES PRINCIPALES DE UN PUENTE-GRÚA TIPO PÓRTICO



### *Medidas preventivas*

Los puentes-grúa deberían disponer de los elementos de seguridad y protección que se enumeran a continuación:

- Elementos de seguridad básicos para un puente-grúa
  - Botonera de control, con clara señalización de los mandos.
  - Dispositivo de paro de emergencia, claramente identificado, que corta el circuito eléctrico de todos los elementos de la grúa excepto los dispositivos de sujeción de la carga, dotado de un dispositivo que impide su rearme involuntario.
  - Botoneras de control móviles, que serán de mando sensitivo, deteniéndose automáticamente la maniobra si se dejan de pulsar.
  - Dispositivo de bloqueo de seguridad, con llave, para evitar la utilización de los controles por personal no autorizado.
  - Dispositivos de final de carrera superior e inferior en el mecanismo de elevación.
  - Finales de carrera de traslación del carro.
  - Finales de carrera de traslación del puente, pórtico o de giro de la pluma.
  - Limitadores de carga y de par.
  - Dispositivo de seguridad que evite la caída de la carga durante su manipulación por la grúa.
  - Ganchos de elevación provistos de pestillo de seguridad.
  - Indicación, claramente visible, de la carga nominal.
  - Carteles de señalización de los riesgos.
  - Señales acústicas de aviso de movimiento del puente.
- Elementos de protección
  - Los lados abiertos de las escaleras de más de 0,60 m de altura y todas las plataformas y pasillos fijos situados a más de 2 m de altura deberán dotarse de barandillas de 1,10 m de altura. Todo el aparellaje eléctrico estará debidamente aislado y la alimentación se hará mediante mangueras flexibles de doble aislamiento.
  - Las poleas deberán tener guardacables para impedir la salida de los cables de su garganta. Los pasillos especiales para el desplazamiento de cargas estarán señalizados; el puente-grúa se debería pintar predominando el color amarillo y el gancho u otros elementos accesorios móviles, con franjas negras y amarillas en diagonal para detectar fácilmente sus movimientos y advertir del peligro.

### *Normas de utilización segura*

El mando de las operaciones de la grúa se realiza generalmente mediante una botonera colgante de la misma o mediante telemando, que es el sistema más frecuente en la actualidad. También

existen, en algunos casos, paneles de control situados en las naves, pero solo son aplicables a situaciones muy definidas.

En las operaciones con mando de botonera, la velocidad normal de desplazamiento horizontal de la grúa debe ser compatible con la del operador en el entorno en que éste se mueve, por ello la velocidad normal se fija entre 30 y 40 m/min (1,8 y 2,4 km/h) y nunca debe sobrepasar los 60 m/min (3,6 km/h).

En caso de fallo del suministro eléctrico el gruista pondrá todos los mandos en posición de reposo (cero) para evitar su puesta en marcha imprevista al reanudarse el suministro de energía. Se deben revisar diariamente las posibles deformaciones o alargamientos de los cables, cadenas, eslingas, etc. y de los ganchos de sujeción comprobando su posible aumento de abertura o cualquier otra anomalía. Se debe utilizar un libro registro de inspecciones en el que se inscribirán todas las anomalías detectadas, las reparaciones y reposiciones efectuadas, así como la fecha de las mismas.

La grúa-torre es un aparato de elevación de funcionamiento discontinuo destinado a elevar y distribuir, en el espacio, distintas cargas suspendidas de un gancho o cualquier otro accesorio de aprehensión. Está formada por una torre de estructura metálica (mástil) con brazo horizontal giratorio constituido por pluma y contrapluma, contrapeso (s) y un carro que se desliza por la pluma accionado mediante motores de elevación, traslación y giro, así como un sistema para el giro de la grúa-torre y, en su caso, un motor auxiliar que permite la traslación sobre los carriles cuando la grúa esté instalada sobre vías.

---

### Grúas-torre

Los principales riesgos que pueden darse son los siguientes:

- Caída de la carga por ausencia de pestillo de seguridad en el gancho o por incorrecta sujeción de la misma.
- Caída de altura de personas al circular por distintas partes de la grúa, en la realización de trabajos de montaje o desmontaje o los relacionados con las funciones de gruista situado en alguna planta sin protección colectiva o individual.
- Caída de la grúa por rotura del cable de elevación, lastre inadecuado o insuficiente, defectos en la cimentación o de la construcción de las vías, ausencia o inutilización de limitadores de seguridad para cargas, ausencia o inadecuación del arriostamiento en función de la altura de la grúa, falta de topes en las vías o ser éstos inadecuados, fallos en los electrofrenos, uso de la grúa en condiciones climatológicas extremas, etc.
- Contacto eléctrico directo de la carga o de los cables de la grúa con líneas eléctricas aéreas.
- Contacto eléctrico indirecto por deficiencias en el sistema de protección.

- Colisiones del cable o la carga con edificaciones próximas por no respetar las distancias de seguridad.
- Choques con otras grúas en montajes de varias grúas sin respetar las distancias de seguridad.
- Atrapamientos con órganos móviles de partes diversas del cuerpo por falta de protecciones.

### *Medidas preventivas*

La grúa, las vías y el armario eléctrico de maniobra deberán disponer de puesta a tierra. Los elementos de la grúa deben tener la resistencia mecánica adecuada en función de las condiciones más desfavorables de empleo y de su carga máxima nominal. Los lastres o contrapesos deben ser fijos y no ser fácilmente modificables en proporción a la carga a soportar y teniendo en cuenta las posibles condiciones de funcionamiento con viento. Su factor de seguridad frente a vuelco será como mínimo de 4. (Se entiende por factor o coeficiente de seguridad el valor que, multiplicado por la resistencia mínima necesaria, permite disponer de una resistencia que sea holgadamente suficiente). Los ganchos de elevación deben ir provistos de pestillo de seguridad e indicadores de la carga máxima admisible. Todos los órganos móviles deben estar protegidos adecuadamente. La grúa-torre debe ir provista de un dispositivo que permita su puesta en veleta (giro libre).

Para evitar los riesgos de caída de altura en los trabajos de montaje, desmontaje, mantenimiento o manejo de la grúa se deberán utilizar arneses de seguridad asociados a dispositivos anticaídas deslizantes sobre líneas de anclaje flexibles horizontales (pluma y contrapluma) o verticales sobre líneas de anclaje rígidas verticales (mástil), previamente instalados sobre dichos elementos de la grúa.

No se deben efectuar trabajos con la grúa en las proximidades de líneas eléctricas aéreas o de edificaciones cercanas. Si varias grúas se encuentran próximas entre sí, su situación se establecerá de forma que entre las partes de pluma y mástil susceptibles de chocar haya una distancia mínima de 2 m. La distancia vertical entre el elemento más bajo de la grúa más elevada (gancho en posición alta, o contrapeso aéreo) y el elemento más alto, susceptible de chocar de la otra grúa, sea como mínimo de 3 m. La grúa-torre debe disponer de una serie de dispositivos de seguridad según el tipo de instalación.

<b>DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD DE LA GRÚA-TORRE</b>
Limitador de par de elevación
Limitador de par de distribución
Limitador de carga máxima
Limitador de recorrido de elevación
Limitador de alcance máximo y mínimo del carro
Limitador de traslación por vía
Limitador de giro
Limitador de ángulos superior e inferior
Limitador de gran velocidad
Dispositivo de puesta en veleta
Paragolpes en recorrido del carro de la pluma
Posibilidad de instalación de anemómetro
Control de pesos
Otros

Según el art. 14 del RD 2291/1985, el gruísta debe estar debidamente instruido en el manejo de la grúa de la que está encargado, por lo que debe realizar un curso teórico-práctico que incluya conocimientos sobre las características y manejo de las grúas, códigos gestuales y normas de movimiento de cargas, entre otros. Es obligatorio disponer de carné en algunas comunidades autónomas, por ejemplo en el País Vasco, Navarra, Madrid y Cantabria, y en el resto de España lo es a partir del 17 de octubre de 2006 según dispone el RD 836/2003.

Antes de iniciar los trabajos, el gruísta deberá reconocer la vía si la hubiere, aplomar la grúa, verificar el estado de los contrapesos y niveles de aceite, engrasar los puntos de engrase en caso necesario y comprobar el funcionamiento de los mandos en vacío, actuación de los dispositivos de seguridad y el estado de los cables de acero y accesorios de elevación.

El gruísta debe situarse siempre en un lugar protegido desde el que pueda visualizar todas las zonas de operación. Cuando ello no sea posible, se designará un encargado de señales gestuales que pueda guiarle adoptándose, además, medidas organizativas que eviten la colisión de las cargas con trabajadores o elementos que obstruyan la circulación. Las señales utilizadas serán las especificadas en el Anexo VI del RD 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. En cualquier caso, no se efectuarán maniobras simultáneas. Los equipos modernos permiten que el maquinista pueda operar la máquina mediante mando a distancia facilitando la seguridad de todas las operaciones a realizar.

El gruísta no debe, bajo ningún concepto utilizar los elementos de elevación para realizar tracciones oblicuas, arrastrar o arrancar objetos fijos del suelo o paredes o cualquier otra operación similar, elevar una carga superior a la carga máxima específica de la grúa, transportar cargas por encima de personas trabajando o zonas de paso de viandantes o vehículos, balancear las cargas para depositarlas en puntos donde no llega normalmente el aparejo de elevación, utilizar la grúa para el transporte de personas, apoyar el gancho en el suelo o cualquier otro lugar de modo que el cable pueda quedar flojo con peligro de que se salga de las poleas y tambores, así como trabajar con velocidades de viento altas. En ningún caso se trabajará cuando el viento alcance los 70 km/h o el límite fijado por el fabricante (en estas circunstancias la grúa debe orientarse en el sentido del viento dominante, dejándola en posición veleta de giro libre) y tampoco se trabajará con tormentas eléctricas próximas (en cuyo caso además se desconectará la corriente de acometida).

ES IMPRESCINDIBLE, PARA EL TRANSPORTE DE CARGAS CON VISIBILIDAD LIMITADA, QUE EL GRUÍSTA CUENTE CON LA AYUDA DE OTRA PERSONA QUE LE DIRIJA LAS MANIOBRAS, UTILIZANDO EL CÓDIGO GESTUAL NORMALIZADO

El gruista debe seguir una serie de normas de utilización y seguridad: para el manejo de una carga deberá seguirse un proceso secuencial que se inicia con el enganche de la carga, izado de las cargas, orientación de la flecha en dirección al lugar de descarga, traslación y situación de la carga sobre la vertical del punto de descarga, su descenso y emplazamiento sobre el suelo. Las cargas deben ser enganchadas por personas instruidas en el método y los medios a emplear. Las cargas alargadas como, por ejemplo, puntales deberían izarse con la ayuda de doble eslingado dotado de dispositivos de seguridad que eviten su deslizamiento, aunque es mejor utilizar jaulas portapuntales. Las cargas paletizadas deberán izarse manteniendo solidaria su envoltura de sujeción (de plástico retractilado, cinchas, etc.) y el palé de madera, y para situarla en planta se utilizarán útiles de carga tipo pinza. Las cargas y descargas de materiales en plantas ya acabadas se harán sobre plataformas en voladizo instaladas y aseguradas sobre los bordes de los forjados. Al finalizar la jornada se debe subir el gancho hasta la altura máxima permitida, llevar el carro de la pluma a su alcance mínimo, poner la pluma en veleta, desconectar la corriente con el pulsador de emergencia, anclar el movimiento de la grúa en los carriles, caso de que los posea, mediante las mordazas situadas en la base, desconectar la corriente y cerrar con llave el cuadro general, entregando la llave al jefe de obra. Además, ante cualquier anomalía detectada que comprometa la seguridad de la grúa, depositará la carga y detendrá el funcionamiento de la grúa hasta que no se resuelva el problema detectado.

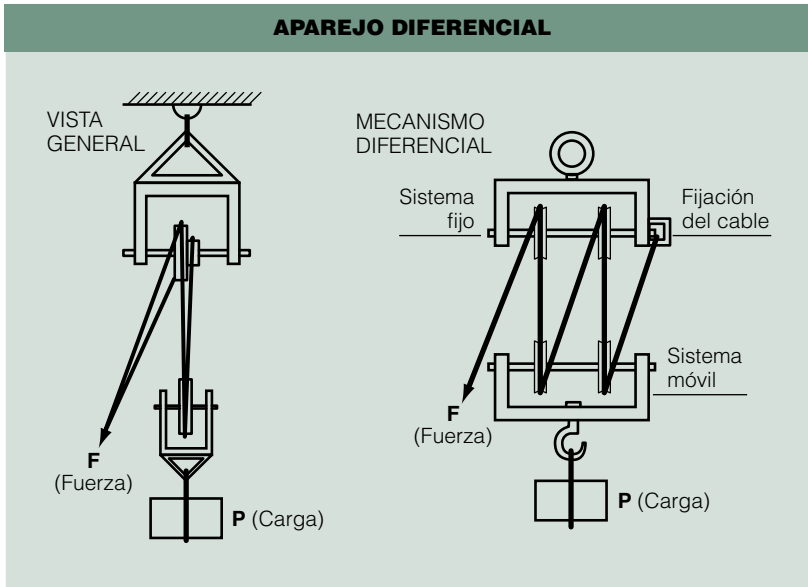
En cada grúa debe fijarse una placa en lugar visible en la que se especifique el alcance, la carga máxima y un diagrama de cargas en función de las distancias que dé el alcance en metros en función de las cargas admisibles en kg.

Periódicamente se deben revisar: el nivel de las vías de deslizamiento, los extremos de la vía, la eficacia de los frenos, regulación de la tensión del cable de tracción del carro de pluma, las instalaciones eléctricas y puesta a tierra, los lastres, contrapesos, dispositivos de seguridad, cables, ganchos y pestillo de seguridad, etc. Las grúas en servicio y sus accesorios se deben verificar al menos una vez cada seis meses. El mantenimiento preventivo es esencial, dado el posible deterioro y desgaste de los materiales y ensamblajes.

---

### **Aparejos - Bloques de poleas**

Los aparejos manuales son dispositivos destinados a elevar, descender y arrastrar cargas por tracción mediante el esfuerzo muscular de la persona que lo manipula. Están compuestos por un sistema de poleas, uno fijo y otro móvil. Se ponen en movimiento por medio de una cuerda o cadena afianzada por uno de sus extre-



mos en la primera polea fija y que corre por las demás, actuando la potencia en su extremo libre. Los elementos de tracción pueden ser cuerdas, cables, cadenas, etc.

Los principales riesgos asociados al empleo de aparejos manuales son los siguientes:

- Caída de la carga por rotura del elemento de tracción o desplome del elemento soporte, por lastre insuficiente, soporte desequilibrado o fijación incorrecta del soporte, salida del elemento de tracción de la polea o tambor por atasco en el mecanismo o rotura del elemento de tracción o enganche incorrecto de la carga.
- Golpes o cortes con la carga o flejes de sujeción de la misma durante su manipulación.
- Atrapamiento de manos entre el elemento de tracción y los bordes próximos o ruedas y engranajes.
- Caída de altura al trabajar en niveles de trabajo diferentes sin protección colectiva o individual.
- Rozaduras o quemaduras en las extremidades al frenar con las manos el elemento de tracción.

### *Medidas preventivas*

Las poleas dispondrán en su mitad superior de una carcasa radial que impida la salida de la cuerda de la garganta de aquéllas. Todos los ganchos irán provistos de pestillo de seguridad. En la utilización de este tipo de aparatos se recomienda un factor de

seguridad de 10 para las cuerdas de izar o transportar cargas. Las cadenas serán de hierro forjado o acero. El factor de seguridad será de 5 para la carga nominal máxima.

En general, es recomendable utilizar cables de acero en lugar de los de fibra natural ya que, además de ofrecer mayor resistencia a los esfuerzos de tracción, se deterioran con menor facilidad. Se protegerán mediante barandillas móviles todas las aberturas asociadas a la utilización del aparejo y, si el operario que recoge o tira de la carga se encuentra en altura, deberá disponer de cinturón de seguridad debidamente anclado.

Se evitará en todo momento colocarse bajo la carga suspendida. Debería utilizarse un código de señales conocido por todos los operarios que utilicen los aparejos. Es preciso revisar periódicamente el estado de los bloques de poleas. Las gargantas de las poleas deben ser adecuadas a las dimensiones de los cables y cadenas y presentar superficie lisa y con bordes redondeados.

Los equipos complementarios de elevación se guardarán cuidadosamente en un lugar destinado a tal fin cuando no se utilicen. Se debería tirar de la cuerda o cable con prudencia y de forma coordinada. No tocar las partes en movimiento. La cuerda o el cable no se enrollará en la mano sino que se asirá fuertemente con ambas manos, provistas siempre de los guantes adecuados.

## ACCESORIOS DE ELEVACIÓN

Según el RD 1644/2008 se entiende como “accesorios de elevación” los componentes o equipos no unidos a la máquina y situados entre la máquina y la carga, o encima de la carga, que permiten la prensión de la carga. Los principales accesorios de elevación son: los cables, las cuerdas, las cadenas, las eslingas y los ganchos. Los accesorios de elevación se deben seleccionar en función de las cargas que se manipulen, de los puntos de prensión, del dispositivo de enganche y de las condiciones atmosféricas, siempre teniendo en cuenta la modalidad y configuración del amarre. Los coeficientes de seguridad (relación entre la carga de rotura y la carga a la que va a estar sometido el accesorio de elevación en la realidad) que se deben exigir varían en función del número de ramales y del tipo de material.

Los ensamblajes de los accesorios de elevación deben estar claramente marcados con sus características. Cada accesorio de elevación deberá llevar un manual de instrucciones e ir marcado con las siguientes indicaciones, de forma legible y colocadas en un lugar del que no puedan borrarse durante la fabricación o debido al desgaste, etc. ni afecten a la resistencia del accesorio:

- Identificación del fabricante, representante o distribuidor;



- Especificación del material (por ejemplo, clasificación internacional) cuando para la compatibilidad dimensional sea necesaria esta información;
- Especificación de la carga máxima de utilización;
- Marcado «CE».

Los accesorios de elevación deben almacenarse siempre que sea posible de modo y forma que no se estropeen o deterioren. Antes de usarse se debe verificar que están en buenas condiciones y deben tener un cuidadoso mantenimiento.

Las eslingas son elementos auxiliares utilizados para suspender cargas, constituidos por un trozo de cuerda, cable de acero, banda textil, cadena, etc. provistos generalmente de dos ojales en sus extremos, protegidos con guardacabos y pueden ser: simples, sin fin, de 2, 3 o 4 ramales, etc.

**Eslingas.  
Generalidades**

El Coeficiente de Seguridad o Utilización (CU) de una eslinga es el valor de la seguridad en el trabajo durante la maniobra de elevación. Es el resultado de dividir la Carga de Rotura (CR) de la eslinga por la Carga Máxima de Utilización o Trabajo (CMU) identificada y prescrita para la eslinga. El coeficiente de seguridad o utilización dependerá del material, del procedimiento de fabricación, de las dimensiones y de su utilización. La elección de dicho coeficiente se hará de forma que se garantice un nivel de seguridad adecuado.

EL CORRECTO ESLINGADO DE LAS CARGAS  
GARANTIZARÁ LA SUJECIÓN EN EL  
TRANSPORTE

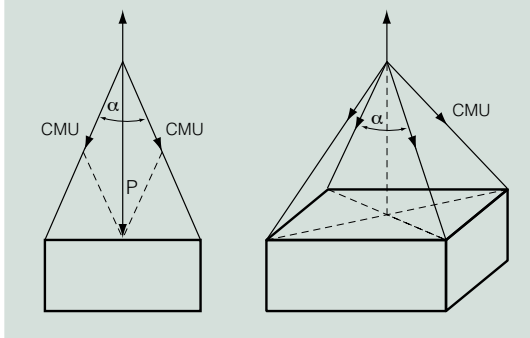
Para determinar la carga de trabajo (CMU) de una eslinga hay que tener en cuenta que, cuando los ramales no trabajan verticales, el esfuerzo que realiza cada ramal crece al aumentar el ángulo que forman los mismos. Para su cálculo se deberá multiplicar la carga P que soporta cada ramal por el coeficiente que corresponde al ángulo  $1/\cos \alpha$ , siendo  $\alpha$  el ángulo que forman los



### COEFICIENTE DE SEGURIDAD SEGÚN EL NÚMERO DE RAMALES Y EL MATERIAL

Número de ramales	Tipo de material
Eslingas de un solo ramal: $K = 9$	Cable de acero: $K \geq 8$ (eslingas de un solo ramal)
Eslingas de dos ramales: $K = 8$	Cable de acero: $K \geq 4,5$ (eslingas de dos ramales)
Eslingas de tres ramales: $K = 7$	Cable de acero: $K \geq 2,5$ (eslingas de cuatro ramales)
Eslingas de más de tres ramales: $K = 6$	Cuerdas: $K \geq 10$

#### ESLINGADO DE CARGAS CON DOS O CUATRO RAMALES



ramales con la vertical. Para dos ramales  $CMU = P/2 (1/\cos \alpha)$  y para el caso de cuatro ramales  $CMU = P/4 (1/\cos \alpha)$ .

Se debe recalcar que, cuando los ramales no trabajan verticales, el esfuerzo de cada ramal aumenta al incrementarse el ángulo bajo el que trabaja, por lo que deben realizarse las correspondientes correcciones para el cálculo de las resistencias de carga.

En cualquier caso es recomendable que el ángulo entre ramales no sea superior a  $90^\circ$  pues disminuye rápidamente la carga máxima de utilización o de trabajo. Para conseguirlo se pueden emplear elementos metá-

licos que actúan como separadores entre los puntos de sujeción de la carga, logrando además que estos últimos no se desplacen mientras se realiza el transporte y manteniendo la carga estable.

La sujeción segura de las cargas mediante eslingado se basa principalmente en tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Empleo de cables o cadenas y acoplamiento de resistencia adecuada a la carga.
- Tipo de acoplamientos terminales.
- Utilización de un número adecuado y disposición correcta de ramales de la eslinga según el tipo de operaciones a realizar.
- Características de la unión y estabilidad en el sistema de sujeción.
- Realización de inspecciones y mantenimiento regulares.

#### Eslingas de cable

Conjunto constituido por uno o varios ramales individuales o por una eslinga sin fin, destinado a una variedad de operaciones de elevación y no diseñado para una operación específica de elevación. El cable es un elemento constituido por varios cordones, los cuales a su vez están constituidos por varios hilos de acero

de elevada resistencia, torcidos o cableados de distintas formas alrededor de un alma. Según la forma de situar los cordones que lo integran, los cables se representan por tres cifras separadas por los signos "x" y "+", o sea,  $A \times B + C$ , siendo A el número de cordones, B el número de alambres o hilos del cordón y C la composición del alma. Los cables deben ser de construcción y tamaño apropiados para las operaciones en que se hayan de emplear. Pueden ser de bajo contenido en carbono ( $< 0,2 \%$ ), de alto contenido en carbono ( $> 0,2 \%$ ) o aleados, debiendo estar protegidos frente a la corrosión mediante galvanizado. De acuerdo con su composición y aplicaciones, las cargas de rotura ( $\text{kgf/mm}^2$ ) de los hilos de acero que componen los cables están dentro de una de las siguientes calidades normalizadas:  $140 \text{ kgf/mm}^2$ ,  $160 \text{ kgf/mm}^2$  y  $180 \text{ kgf/mm}^2$ .

Cada eslinga deberá ir marcada de una forma legible y duradera. Para las eslingas simples, el marcaje puede estar grabado en el casquillo o con una chapa identificativa. En los casos de eslingas de dos o más ramales, la identificación será con una chapa identificativa. La información mínima del marcaje es la siguiente:

- Marca del fabricante de la eslinga.
- Números o letras que identifiquen la eslinga con el certificado correspondiente.
- La Carga Máxima de Utilización (CMU).
- Marcado CE.

Además, si la eslinga es de dos o más ramales, a la información anterior se le debe añadir:

- Las Cargas Máximas de Utilización y los ángulos de aplicación de las cargas.

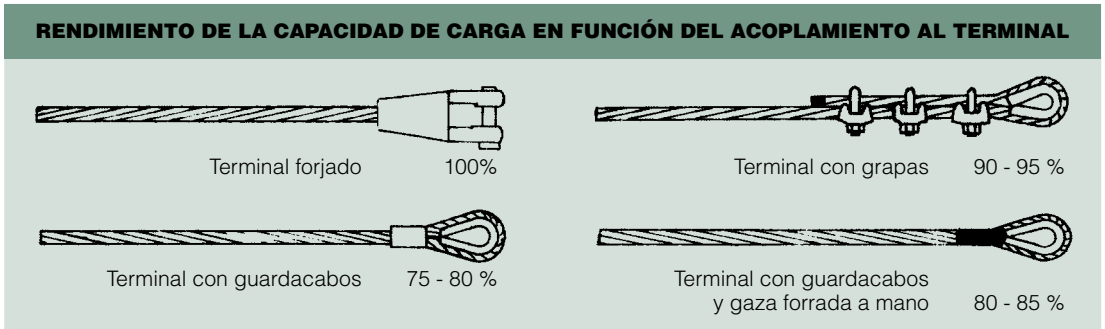
CMU para  $0^\circ$  a  $45^\circ$  con relación a la vertical ( $0^\circ$  a  $90^\circ$  entre ramales) y la CMU para  $45^\circ$  a  $60^\circ$  con la vertical ( $90^\circ$  a  $120^\circ$  entre ramales) si procede.

El coeficiente de seguridad del conjunto formado por el cable y la terminación se seleccionará de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado; como norma general, dicho coeficiente será igual a 5.

Se inspeccionarán periódicamente para detectar defectos apreciables visualmente (por ejemplo: aplastamientos, cortes, torsión, corrosión, roturas de hilos, etc.).

En este sentido las eslingas se deberían retirar del servicio si existen, se alcanzan o se exceden algunas de las condiciones siguientes:

- Marcado inexistente o ilegible. Las informaciones relativas a la identificación de la eslinga y/o carga máxima de utilización resultan ilegibles.
- Daños en los accesorios de extremo superior o inferior. Desgaste, deformación y/o fisuras en los accesorios, falta del pestillo o desperfectos en el cierre de los ganchos.



- Daños en las terminaciones del cable. Desgaste, deformación o fisuras en los casquillos o trenzado deshecho.
- Alambres rotos aleatoriamente: 6 alambres exteriores rotos aleatoriamente en una longitud de  $6 \times d$  ( $d$  es el diámetro del cable en mm.) pero no más de 14 alambres exteriores rotos en una longitud de  $30 \times d$ .
- Alambres rotos concentrados: 3 alambres exteriores adyacentes en un mismo cordón.
- Deformaciones del cable, como pueden ser: cocas, aplastamientos, nidos, alma que sobresale o cualquier otro daño que altere la estructura del cable, es decir, que haya un desplazamiento de alambres o cordones fuera de su posición original en el cable. Las pequeñas dobleces no se considerarán daños importantes.
- Desgaste del cable. Disminución en un 10% del diámetro nominal del cable.
- Corrosión avanzada. Picaduras de los alambres y/o falta de flexibilidad del cable debidas a la corrosión. La corrosión superficial es improbable que afecte a la resistencia del cable.
- Daños debidos al calor, que se ponen en evidencia por la decoloración de los alambres.

Los ajustes de los ojales y lazos para los ganchos, anillos y argollas estarán provistos de guardacabos resistentes. En la unión de cables mediante abrazaderas en U, deberá tenerse en cuenta el número (mínimo 3) y su correcta colocación.

Deben estar libres de nudos, sin torceduras permanentes y otros defectos. Los cables no deberán trabajar formando ángulos agudos, debiéndose equipar con guardacabos de resistencia adecuada. Deben estar permanentemente lubricados con grasa apropiada. Los diámetros mínimos de curvatura para su enrollamiento deben ser respetados.

Las eslingas de cables de acero se deben almacenar en lugar seco, bien ventilado y libre de atmósferas corrosivas o polvorientas. No deben estar en contacto directo con el suelo, suspendiéndose de

soportes adecuados con perfiles redondeados o depositados sobre plataformas especiales.

Son accesorios de elevación flexibles, formados por un componente de cinta tejida plana y cosida, o por un núcleo de hilos industriales de alta tenacidad completamente recubierto por un tejido tubular, y que se utilizan para unir las cargas al gancho de una grúa u otra máquina de elevación.

Están constituidas por varios cordones (trenzados o torcidos) de fibras naturales como yute, cáñamo, sisal, etc., o bien por fibras sintéticas como poliamida, poliéster, polietileno, etc., que presentan una resistencia muy superior a las fibras naturales. Ambas tienen el inconveniente de degradarse frente a agentes externos o a determinados agentes químicos. Hay que tener en cuenta que las cuerdas mojadas o con nudos pierden un porcentaje importante de su resistencia. Tratamos en este apartado las eslingas de fibras pues las naturales apenas se utilizan en la actualidad.

Cada eslinga debe estar identificada con los siguientes datos:

- Marca del fabricante de la eslinga.
- Números o letras que identifiquen la eslinga con el certificado correspondiente.
- La Carga Máxima de Utilización (CMU).
- Marcado CE.
- Clase.

Existen dos tipos de eslingas textiles atendiendo a su utilización:

- Eslinga reutilizable
  - Eslingas destinadas a operaciones de elevación para uso general, que pueden utilizarse tantas veces como su vida útil lo permita.
  - La vida útil de la eslinga reutilizable depende de su mantenimiento y condiciones de utilización. Cuando el estado de deterioro no permita su uso con total seguridad para una nueva operación de elevación, obligará a rechazar la eslinga y retirarla del uso.
- Eslinga no reutilizable (también denominada de “un solo uso”)
  - Eslinga diseñada para un solo viaje en un modo específico de utilización, colocada en posición alrededor de la carga en el punto de partida y que permanece junto con la carga hasta que ésta llega a su destino final.
  - Después de retirar la eslinga de la carga en su destino final, la eslinga de un solo uso ya no puede ser reutilizada para posteriores servicios de elevación.

Las características más importantes vienen determinadas por:

- Diámetro y número de cordones

## **Eslingas textiles**

- Carga Máxima de Utilización (CMU). Masa o carga máxima para la que está diseñada la eslinga para la elevación directa.
- Factor de forma de eslingado (M). Factor de corrección que se aplica a la carga máxima de utilización (CMU) de una eslinga simple, teniendo en cuenta la forma de eslingado (ángulos del ramal, estrangulado).
- Coeficiente de utilización (o de seguridad). Relación aritmética entre la carga mínima de rotura garantizada por el fabricante y la carga máxima de utilización marcada sobre la eslinga.

**Valor del coeficiente de utilización**

(también denominado factor de seguridad)

El coeficiente de utilización es el valor indicador de la seguridad de la maniobra de elevación de una carga mediante una o varias eslingas textiles, y su valor varía según se trate de eslingas reutilizables o de eslingas no reutilizables.

Para las eslingas reutilizables, el coeficiente de utilización será como mínimo 7.

El valor del coeficiente de utilización para las eslingas no reutilizables será 5 o 7, según su forma de utilización.

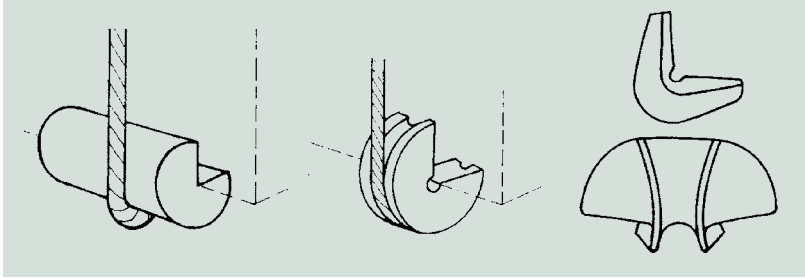
Dado que las eslingas no reutilizables son eslingas diseñadas para una carga y maniobra de elevación específicas definidas por el usuario, procede diseñar eslingas con un coeficiente de utilización igual a 5, ya que en estos casos son conocidos todos los parámetros de la maniobra de elevación. (Elevación vertical, estrangulamiento o en paralelo).

Por otro lado, para el resto de las formas de uso está indicado un coeficiente de utilización de 7.

Las normas de seguridad que hay que tener en cuenta son las siguientes:

- Antes de su utilización se debe conocer la capacidad de elevación de una eslinga para un modo particular de eslingado multiplicando la CMU de la eslinga simple (o de un solo ramal) por el factor de forma M de eslingado. (Ver UNE-EN 1492.1 y 2 y UNE 40901).
- No se deben deslizar sobre superficies, cantos o aristas que puedan desgastarlas o cortarlas. Para ello se emplearán cantoneras o escuadras de protección de resistencia adecuada en los elementos a transportar que facilite su curvatura y evite su desgaste o corte.
- No se deben almacenar con nudos, en lugares donde puedan entrar en contacto con sustancias químicas corrosivas o superficies húmedas o estar expuestas a rayos UV.
- Deberán revisarse periódicamente en toda su longitud para detectar defectos externos visibles (erosiones, cortes, roturas,...) o internos (deterioros de fibras).

### TIPOS DE CANTONERAS DE PROTECCIÓN



Son elementos constituidos por una serie de eslabones de acero engarzados utilizados en los dispositivos de elevación o en la construcción de eslingas. Las cadenas serán de hierro o acero forjado o soldado con un coeficiente de seguridad de 4 sobre la carga máxima de utilización. Los anillos, ganchos o eslabones de los extremos serán de la misma calidad que las cadenas a las que van fijadas. Su uso se recomienda en casos en que se requiera trabajar a altas temperaturas o exista la posibilidad de cortes o abrasiones.

### Eslingas de cadena

#### *Normas de utilización*

A la hora de trabajar con eslingas de cable de acero, se deberán seguir una serie de normas en su utilización:

- Deben ser utilizadas sólo por las personas que hayan recibido formación adecuada.
- Antes de la primera utilización hay que asegurarse de que:
  - La eslinga es conforme a las especificaciones solicitadas.
  - La eslinga dispone de certificado.
  - El marcado es el correcto.
  - Las características de la eslinga son las adecuadas para el uso previsto.
- La seguridad en la utilización de una eslinga comienza con la elección de ésta, que deberá ser adecuada a la carga y a los esfuerzos que debe soportar.
- En ningún caso deberá superarse la CMU de la eslinga, debiéndose conocer, por tanto, el peso de las cargas a elevar. Cuando se desconozca, el peso de una carga se podrá calcular multiplicando su volumen por la densidad del material de que está compuesta. A efectos prácticos conviene recordar las siguientes densidades relativas:
  - Madera:  $800 \text{ kg/m}^3$  ( $0,80 \text{ g/cm}^3$ ).
  - Piedra y hormigón:  $2.350 \text{ kg/m}^3$  ( $2,35 \text{ g/cm}^3$ ).
  - Acero, hierro, fundición:  $7.850 \text{ kg/m}^3$  ( $7,85 \text{ g/cm}^3$ ).

- En caso de duda, el peso de la carga se deberá estimar por exceso.
- Se deben evitar las aceleraciones o desaceleraciones bruscas en la elevación de cargas.
- En caso de elevación de cargas con eslingas en las que trabajen los ramales inclinados, se deberá verificar la carga efectiva que van a soportar.
- Al considerar el ángulo de los ramales para determinar la CMU por las eslingas, debe tenerse en cuenta el ángulo mayor.
- Una eslinga no debe trabajar en ángulos mayores de 60° respecto a la vertical (120° entre ramales).
- En la carga a elevar, se deben elegir puntos de fijación que no permitan un desplazamiento de la carga o un deslizamiento de las eslingas. En todo caso, se debe buscar que el centro de gravedad (cdg) de la carga esté lo más cerca posible de la vertical de elevación.
- La carga debe permanecer en equilibrio estable, utilizando si es necesario un balancín de carga que la equilibre y reduzca el ángulo que formarían las eslingas si no se usara.
- Las eslingas no se apoyarán nunca sobre aristas vivas, para lo cual deberán intercarse cantoneras o escuadras de protección.
- Antes de la elevación completa de la carga, se deberá tensar suavemente la eslinga y elevar aquélla no más de 10 cm para verificar su amarre y equilibrio. Mientras se tensan las eslingas no se deberán tocar la carga ni las propias eslingas.
- Se tomarán en todo momento medidas de precaución como las siguientes: aflojar una eslinga lo suficiente como para desplazarla de forma que no se arrastre sobre la carga, no elevar la carga de forma brusca y fijarse en la posición de los pestillos de seguridad, de forma que nunca reciban el esfuerzo de la carga al elevar.
- No se deben realizar nudos en las cadenas.
- No se debe exponer las eslingas de cadena a lejías, ácidos o cualquier otro producto corrosivo.
- Nunca se tratará de desplazar una eslinga situándose bajo la carga.
- En caso de empalmarse eslingas, deberá tenerse en cuenta que la carga a elevar viene limitada por la menos resistente.
- Si se observa cualquier anomalía, la eslinga se retirará del uso para ser revisada en profundidad y poder decidir si la anomalía reviste gravedad o no.
- Las eslingas de cadena se pueden utilizar de forma segura dentro de unos rangos de temperatura determinados.
  - Rango de - 40°C a 200°C: la carga de utilización será el 100% de la CMU
  - Entre los 200°C y los 300°C: la carga de utilización será un 90% de la CMU



- Entre los 300°C y los 400°C: la carga de utilización será del 75% de la CMU
- No está permitido el uso a temperaturas inferiores a - 40°C y superiores a 400°C

### *Almacenamiento*

Las cadenas deben mantenerse libres de nudos y torceduras y enrollarse en tambores, ejes o poleas provistas de ranuras que permitan su enrollado antes de almacenarse, suspendiéndolas de soportes de madera con perfil redondeado o depositándolas sobre estacas o paletas evitando entrar en contacto directo con el suelo.

Se almacenarán en lugar seco, bien ventilado y libre de atmósferas corrosivas o polvorientas.

### *Inspecciones*

A fin de evitar roturas imprevistas, es necesario inspeccionar periódicamente el estado de todos los elementos que constituyen la eslinga de cadena. La frecuencia de las inspecciones estará en relación con el empleo de las eslingas y la severidad de las condiciones de servicio. Se deben inspeccionar periódicamente en busca de grietas, eslabones doblados, cortes o estrías transversales, entalladuras por desgaste, corrosiones o alargamientos.

Los eslabones desgastados, torcidos, abiertos, alargados, corroídos o doblados deben ser cortados y reemplazados de inmediato, estando terminantemente prohibidos los empalmes atornillados.

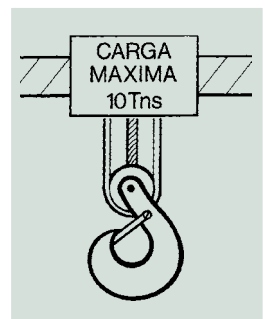
Además de las inspecciones periódicas realizadas por el personal que las utilicen, se debería realizar una inspección en profundidad al menos cada 12 meses, aunque puede ser necesario acortar el tiempo según el trabajo que realiza la eslinga.

Es un elemento que se utiliza en el extremo de las eslingas o cables para facilitar la unión a la carga de forma segura, siendo el más utilizado el gancho de pico.

Deben ser de acero o hierro forjado y estar equipados con pestillos u otros dispositivos de seguridad para evitar que las cargas puedan desprenderse. Deben llevar grabada de forma indeleble la carga máxima admisible, que será como máximo la quinta parte de la carga de rotura.

La carga debe apoyar sobre la zona más ancha del gancho, nunca por su extremo. Las partes que estén en contacto con cadenas, cables o cuerdas serán redondeadas, debiéndose eliminar aquellos ganchos que tengan los rebordes agudos o los que presenten aristas cortantes o cantos vivos. La inspección de un gancho debe

### **Ganchos**



contemplar la medición de la distancia entre el vástago y el punto más cercano del extremo abierto; si la distancia medida supera en un 15% la distancia original, el gancho debe reemplazarse.

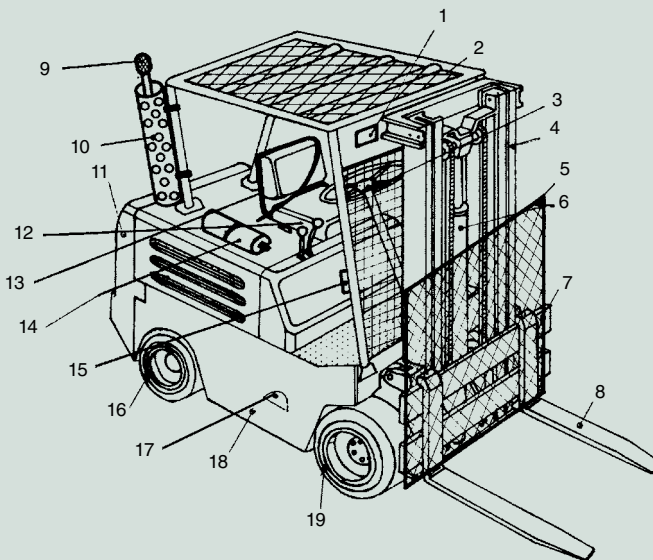
## CARRETILLAS ELEVADORAS

La carretilla elevadora es un equipo de trabajo autónomo de tracción motorizada con conductor a pie o montado, ya sea sentado o de pie, sobre ruedas, con capacidad para auto-cargarse, apto para transportar y manipular cargas vertical u horizontalmente. Puede ser apiladora o no apiladora. Consta esencialmente de un bastidor rígido, contrapeso, una placa porta-horquillas, unas horquillas, un motor eléctrico o de combustión y un mástil de elevación o telescópico para el desplazamiento de la placa porta-horquillas, las horquillas y la carga.

Los principales riesgos asociados al empleo de carretillas elevadoras son los siguientes:

- Caída del conductor por: acceso a la carretilla en mal estado, falta de asideros, saltar desde el puesto de conducción o descender de espaldas al mismo.
- Caída de altura de personas por transportar o elevar personas en las horquillas o sobre la carga o llevar pasajeros en los estribos o plataforma.

### ELEMENTOS DE UNA CARRETILLA ELEVADORA



- 1 Espejo retrovisor
- 2 Pórtico de seguridad con tejadillo de chapa perforada
- 3 Volante con servo dirección
- 4 Mástil
- 5 Pantalla protectora del conductor
- 6 Elevador
- 7 Porta horquillas
- 8 Horquillas
- 9 Parallamas
- 10 Pantalla protectora del tubo de escape
- 11 Contrapeso
- 12 Asiento con suspensión
- 13 Cinturón de seguridad
- 14 Extintor
- 15 Asa de accesos
- 16 Rueda directriz
- 17 Estribo de acceso
- 18 Chasis
- 19 Rueda motriz

- Caída de cargas y objetos transportados por paletas en mal estado o cargas mal sujetas, choques contra objetos fijos o circular con la carga elevada o a velocidad excesiva.
- Choques contra estructuras de almacenamiento u otros objetos fijos por falta de visibilidad o iluminación, circular con las horquillas a ras del suelo, circular a velocidad excesiva o por pasillos de circulación y cruces de dimensiones inadecuadas.
- Caída, basculamiento o vuelco de la carretilla por circular con exceso de velocidad por pasillos o rampas, con carga excesiva o mal situada en las horquillas o efectuar movimientos con la carga en alto.
- Caída de objetos almacenados sobre la carretilla por cargas mal apiladas, estanterías deformadas por golpes o sobrecarga, almacenamiento en altura excesiva para la resistencia de los embalajes o por apilado encima de paletas cargadas no preparadas para este almacenamiento.
- Vibraciones por superficies de tránsito irregulares, en mal estado o por no disponer de asiento ergonómico y con amortiguación.
- Inhalación de sustancias nocivas por utilización de carretillas de motor térmico en locales cerrados o reducidos, sin ventilación o por combustión deficiente de los motores térmicos.
- Exposición a inclemencias atmosféricas en trabajos al aire libre con carretillas sin cabina acondicionada.

Las medidas de prevención y protección se desarrollan en varios apartados que van desde los accesorios de seguridad hasta las normas de seguridad, el conductor y las normas de carga y circulación.

---

**Medidas de  
prevención y  
protección**

### *Accesorios de seguridad*

La carretilla debe disponer de una serie de accesorios y dispositivos de seguridad activa y pasiva, intrínsecos, que la doten del nivel de seguridad adecuado; entre ellos destacan el dispositivo antivuelco (ROPS), la estructura de protección contra caída de objetos (FOPS), la placa portahorquillas y un sistema de retención del trabajador, entre otros.

El *dispositivo antivuelco (ROPS)* es un conjunto de elementos estructurales cuyo principal objetivo es reducir la posibilidad de aplastamiento que pueda afectar a un operador sentado y con el sistema de retención puesto en caso de vuelco.

La *estructura de protección contra caída de objetos (FOPS)* es un conjunto de elementos estructurales dispuestos a de forma que proporcionan al operador una protección suficiente contra caída de objetos.

### ACCESORIOS Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD DE LAS CARRETILLAS ELEVADORAS

Estribos autolimpiables y antideslizantes
Superficie del suelo antideslizante
Empuñadura vertical, a lo largo del mástil
Asiento ergonómico regulable
Cinturón de seguridad tipo arnés
Volante regulable en altura e inclinación
Girofaro luminoso de máquina en movimiento
Avisador acústico y señalizador luminoso de marcha atrás
Ruedas del tipo antipinchazo
Equipo para circular (espejos retrovisores, luces traseras, intermitentes, faros, etc.)
Frenos de pie y mano eficientes
Protector del tubo de escape y silencioso con apagachispas y purificador de gases
Minicentral electrónica de bloqueo de la puesta en marcha
Paro de seguridad de emergencia
Pórtico de seguridad
Placa porta-horquillas

SÓLO EL PERSONAL AUTORIZADO POR LA DIRECCIÓN DEL CENTRO DE TRABAJO Y QUE HAYA RECIBIDO UNA FORMACIÓN ESPECÍFICA SOBRE EL MANEJO DE LAS CARRETILLAS ELEVADORAS Y SUS RIESGOS DEBE CONDUCIR UNA CARRETILLA ELEVADORA

La *placa porta-horquillas* es un elemento rígido situado en el mástil que amplía la superficie de apoyo de las cargas, impidiendo que puedan caer sobre el conductor.

El *sistema de retención* es un elemento que retiene al operador en su asiento en caso de vuelco de la carretilla o frente a un choque frontal de la misma. La interconexión de la utilización del cinturón con el sistema de puesta en marcha sería muy conveniente.

El *asiento ergonómico* debe disponer de protecciones laterales de sujeción, ser regulable longitudinalmente a lo largo de raíles de deslizamiento, ser ajustable la inclinación del respaldo y disponer de algún sistema de absorción de las vibraciones. Dado que muchas de las operaciones de mantenimiento se realizan marcha atrás, la posibilidad de que el asiento pueda efectuar giros laterales ajustables de 10° en 10° puede facilitar la seguridad de cierto tipo de maniobras.

Como *sistema antivibración* se pueden utilizar juntas universales con piezas de caucho u otro material elástico, para evitar la transmisión directa de las vibraciones de la caja de cambios a través de la columna de dirección; además, la cabina del conjunto motor se puede aislar mediante juntas elásticas que absorban las vibraciones del motor o de las irregularidades del suelo.

El *freno de mano* deberá permitir, por lo menos, mantener inmóvil la carretilla con la carga máxima admisible y sin ayuda del conductor, en una pendiente equivalente a la máxima indicada por el fabricante.

En locales con sistemas de ventilación insuficiente para la evacuación de humos se deben utilizar carretillas eléctricas. Para trabajos al aire libre las carretillas elevadoras dispondrán de cabina cerrada y climatizada.

### Normas de seguridad en la utilización

El conductor debe subir o bajar de la carretilla lentamente y de cara al asiento; cuando circule, no debe asomarse, ni mantener partes del cuerpo fuera de los límites de la cabina de la carretilla.

Estará prohibido transportar personas sobre las horquillas, las cargas o la propia carretilla, debiendo mantenerse la máxima visibilidad posible cuando se circule con carga, mirando siempre en la dirección de la marcha.

Se debe disminuir la velocidad en cruces y zonas de poca visibilidad, procurando circular por los pasillos señalizados al efecto utilizando, si es preciso, señales acústicas para advertir de su presencia y sin invadir otros lugares sin avisar previamente y comprobar que los mismos están libres de personas u obstáculos. No se debe adelantar a otros vehículos ni realizar paradas o arranques bruscos. Nunca se pasará o permanecerá debajo de las horquillas, aunque éstas no estén cargadas.

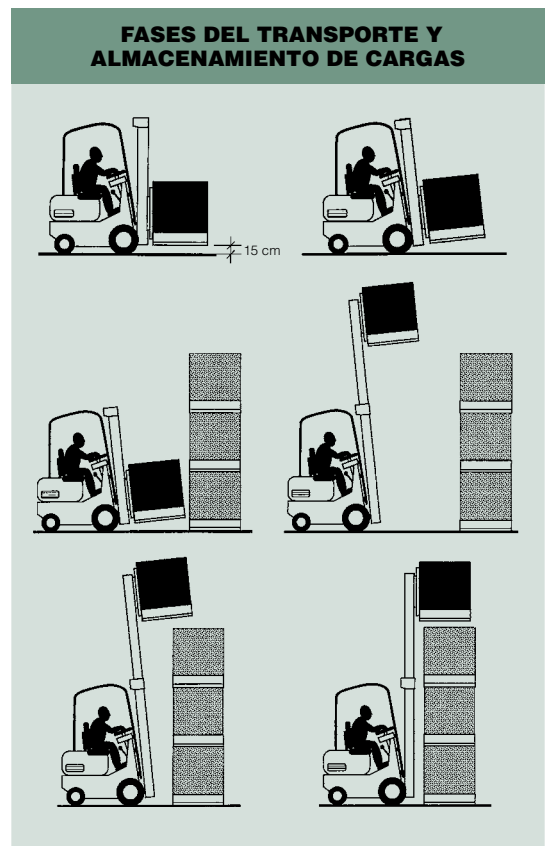
### *Conductor de las carretillas*

El conductor debe haber recibido una formación específica para el manejo y la conducción segura que puede consistir en una serie de pruebas de capacitación físicas y técnicas y que le conciencie de la responsabilidad que conlleva su conducción. Además, deberá tener una autorización de la dirección de la empresa que acredite que está informado, formado y autorizado para el uso correcto de la carretilla.

### *Normas de carga y superficies de circulación*

La manipulación de cargas debe efectuarse guardando siempre la relación dada por el fabricante entre la carga máxima y la altura a la que se ha de elevar y descargar, bajo los siguientes criterios, en las diferentes fases del transporte. Se atenderá a las siguientes instrucciones:

- Recoger la carga y elevarla unos 15 cm sobre el suelo.
- Inclinar el mástil el máximo hacia atrás antes de emprender la marcha.
- Iniciar la marcha sin brusquedades, manteniendo las horquillas a 15 cm del suelo.
- Situar la carretilla frente al lugar previsto y en posición precisa para descargar.
- Elevar la carga hasta la altura necesaria manteniendo la carretilla frenada. Para alturas superiores a 4 m, siempre que sea posible, se programarán las altu-



ras de carga y descarga con un sistema automatizado que compense la limitación visual que se produce a distancias altas.

- Avanzar la carretilla hasta que la carga se encuentre frente y encima del lugar de descarga.
- Situar las horquillas en posición horizontal y depositar lentamente la carga sobre el lugar de apilado, quitar el freno de mano y separarse de forma lenta de la estantería.
- Bajar las horquillas hasta 15 cm del suelo, inclinar el mástil hacia atrás y emprender la marcha.

Las mismas operaciones se efectuarán a la inversa en caso de desapilado.

La carga se transportará de forma que no resbale, cuelgue o pueda caer utilizando para ello elementos auxiliares adecuados como pueden ser bandas, abrazaderas o cadenas, según los distintos tipos de cargas. Los materiales sueltos irán en el interior de contenedores.

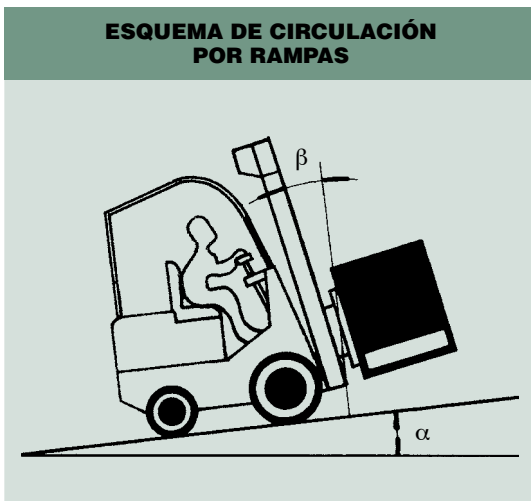
Las superficies de circulación y trabajo deben cumplir los siguientes requisitos: los suelos deben mantenerse en perfecto estado, reparándose cuando por cualquier motivo se deterioren; los lugares de tránsito de la carretilla deben estar correctamente iluminados; se deben señalizar con franjas inclinadas de color negro y amarillo todos los obstáculos fijos y estructuras de almacenamiento; el dimensionado y la señalización de pasillos y cruces serán los adecuados a la anchura de carretillas, radios de giro, sentidos de circulación y a las dimensiones de las cargas.

Cuando se circule por rampas o desniveles, debe hacerse siguiendo las siguientes medidas: si la pendiente tiene una inclinación inferior a la máxima del mástil ( $\alpha < \beta$ ), se podrá circular de frente al sentido de descenso, con la precaución de llevar el

mástil en su inclinación máxima; si el descenso se ha de efectuar por pendientes superiores a la inclinación máxima del mástil ( $\alpha > \beta$ ), el mismo se ha de realizar necesariamente marcha atrás. No se debe girar nunca en una pendiente ni cruzarla transversalmente.

Cuando por cualquier motivo se deban efectuar movimientos hacia atrás, sobre todo en áreas de paso de poca anchura, se deben tomar precauciones especiales pues son causa frecuente de atrapamientos de personas entre la propia carretilla y algún elemento fijo.

Hay que trasladar las cargas a velocidad limitada evitando una circulación excesivamente rápida y los movimientos bruscos,



respetando las normas de circulación. La velocidad máxima será de 10 km/h en interiores.

Nunca se circulará o dejará aparcada la carretilla con las horquillas levantadas. Las carretillas, mientras no circulen, estarán aparcadas en un lugar destinado a tal fin, con el freno de mano puesto y la llave de contacto quitada y depositada en el lugar de la instalación que haya sido destinado a tal efecto. En cualquier caso está prohibido aparcar o estacionar las carretillas, aun para cortos periodos de tiempo, junto a salidas de emergencia, accesos a escaleras o en las proximidades de equipos de lucha contra incendios o frente a las puertas de salida del personal.

## MAQUINARIA MÓVIL EN CONSTRUCCIÓN Y AGRICULTURA

En este apartado se expondrán los riesgos y medidas preventivas básicas de algunas de las máquinas que se usan en los sectores de construcción y agricultura. Resulta esencial que dicha maquinaria esté en todo momento en perfectas condiciones de seguridad, a través del programa de mantenimiento preventivo y que todo el personal que deba conducir las esté debidamente formado y acreditado.

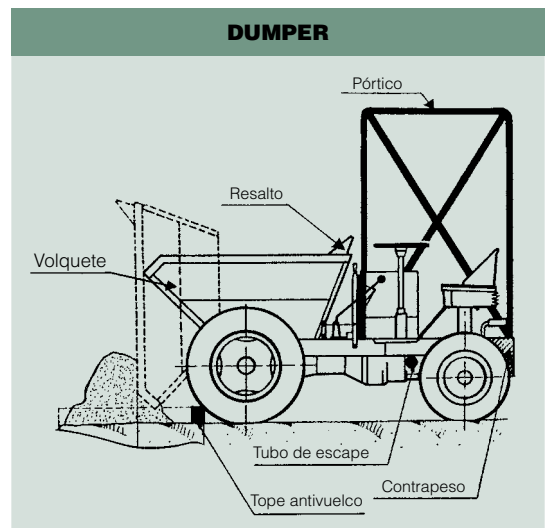
La carretilla a motor con volquete es un vehículo de poco tonelaje destinado al transporte de materiales ligeros que pertenece a la gama de los dumper, cuya característica principal consiste en una caja, tolva o volquete basculante para su descarga.

Los riesgos principales que presenta son: vuelco, golpes o contusiones al accionar la manivela de arranque, atropello, choque, intoxicación y desplome de la carga.

Algunas de las medidas preventivas a aplicar son:

- Equipar al vehículo de un dispositivo antivuelco (ROPS) y la estructura de protección contra caída de objetos (FOPS) y de un sistema de retención del trabajador.
- Con el vehículo cargado deben bajarse las rampas de espaldas a la marcha, despacio y evitando frenazos bruscos. Debería prohibirse circular por pendientes o rampas superiores al 20% en terrenos húmedos y al 30% en terrenos secos. En las rampas por las que circulen estos ve-

### Dumper - carretilla a motor con volquete



hículos existirá al menos un espacio libre de 70 cm sobre las partes más salientes de los mismos.

- Es recomendable establecer unas vías de circulación cómodas y libres de obstáculos, señalizando las zonas peligrosas. Debe prohibirse circular sobre los taludes.
- Cuando se deje estacionado el vehículo se parará el motor y se accionará el freno de mano. Si está en pendiente, además se calzarán las ruedas.
- En el vertido de tierras u otro material, junto a zanjas y taludes deberá colocarse un tope que impida el avance del dumper más allá de una distancia prudencial al borde del desnivel, teniendo en cuenta el ángulo natural del talud.
- La manivela debe cogerse colocando el pulgar del mismo lado que los demás dedos. La manivela tendrá la longitud adecuada para evitar golpear partes próximas a ella.
- Se revisará la carga antes de iniciar la marcha, observando su correcta disposición y que no provoque desequilibrio en la estabilidad del dumper. Las cargas serán apropiadas al tipo de volquete disponible y nunca dificultarán la visión del conductor.
- El conductor del dumper no debe permitir el transporte de pasajeros sobre el mismo y estará directamente acreditado y autorizado para su utilización.
- Conservar los frenos siempre en buen estado, teniendo como norma revisarlos después del paso sobre barrizales. La revisión general del vehículo y su mantenimiento deben seguir las instrucciones marcadas por el fabricante.

---

**Tractor** Se considera como tractor agrícola todo vehículo automóvil provisto de ruedas o cadenas, con disposición, al menos, de dos ejes y cuya característica esencial reside en su potencia de tracción. Los tractores universales o de tipo normal disponen de ruedas neumáticas, siendo motriz y de mayor dimensión el par trasero.

El principal riesgo de accidente ocasionado por los tractores se debe al vuelco de la máquina, hacia atrás o lateral. El encabritamiento del tractor hacia atrás se debe fundamentalmente al desplazamiento desequilibrado de su centro de gravedad por subir una pendiente acusada, enganchar el apero a un punto demasiado alto, acelerar ante una fuerte resistencia o arrancar violentamente al desembragar y acelerar de golpe. El vuelco lateral suele producirse por trabajar en pendientes o en superficies irregulares con desniveles, por efectuar virajes bruscos o por no vigilar la distancia lateral en las cercanías de zanjas, escalones o cunetas.



*Recordatorio*

Una conducción prudente del tractor y un mantenimiento adecuado pueden evitar muchos accidentes.

Una conducción prudente del tractor por parte de un profesional, unida a un adecuado mantenimiento de su estado de funcionamiento constituyen las mejores medidas de prevención contra todo tipo de accidente. Las revisiones periódicas de los sistemas de dirección, frenos, estado de las ruedas, embrague, enganche de equipos remolcados, etc., garantizan un buen estado del mantenimiento y funcionamiento del tractor previniendo los accidentes por vuelco.

Algunas normas de seguridad que todo tractorista debe tener en cuenta son:

- Conducir siempre el tractor a una distancia prudencial de las zonas del terreno que por presentar desniveles (zanjas, canales, regueras, taludes, cunetas, etc.) son propicias al vuelco. No menospreciar los riesgos derivados de montar las ruedas del tractor sobre piedras, tocones, baches o cualquier otra prominencia o depresión del terreno, ya que pueden desequilibrar el tractor. Estos obstáculos se deben eliminar en lo posible; si esto no fuera factible, al pasar junto a ellos el tractor, los evitará rodeándolos.
- Aun cuando se circule a velocidad moderada se evitará la bajada de pendientes con remolques excesivamente cargados si no disponen de sistemas de frenos adecuados, a fin de evitar el empuje continuo del remolque, lo que puede desequilibrar la estabilidad del tractor. Cuando se circula transportando remolques cargados excesivamente y sin sistemas de frenado independiente, se evitará la parada brusca del tractor, a fin de evitar el empuje posterior del remolque, lo que puede desequilibrar el tractor haciéndolo volcar lateralmente.
- Cuando el tractor lleve suspendidos en la parte trasera aperos o equipos, se lastrará el eje delantero para mejorar la estabilidad del tractor. Se evitará la subida de pendientes fuertes transportando aperos pesados suspendidos o remolques excesivamente cargados lastrándose adecuadamente al eje delantero.
- Al enganchar la lanza del remolque al tractor se procurará que el punto de enganche quede lo más bajo posible.

Teniendo en cuenta que el fallo humano puede estar presente y que por muy adiestrado que sea el tractorista nunca podrá eliminar el riesgo de vuelco de forma absoluta, es imprescindible, tal como establece la reglamentación, que el tractor esté dotado de elementos de protección que minimicen las lesiones en caso de accidente.

En la actualidad se dispone de diversos tipos de sistemas de protección del puesto de conductor en caso de vuelco, como son

las estructuras ROPS, marcos o cabinas. Una estructura ROPS debe ser capaz de resistir las fuerzas a las que estaría sometida si el tractor volcase 180° o más, garantizando además un espacio suficiente alrededor del trabajador o trabajadores transportados. Debemos señalar que estas estructuras de protección serán totalmente eficaces si el tractorista, en caso de vuelco, no sale proyectado de su asiento, lo que se consigue utilizando como complemento un arnés de seguridad. Este dispositivo es particularmente importante en la utilización de pórticos. A este respecto se deberían tener en cuenta las instrucciones para la instalación de estructuras de protección, elaboradas por el Grupo de Trabajo del Sector Agrario de la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Para garantizar la eficacia de dichos equipos de protección los vehículos agrícolas deben homologarse siguiendo directivas europeas, de aplicación en España por el RD 2028/1986 y la Orden de 23 de julio de 2001. Asimismo, la dotación reglamentaria en los tractores con estructuras de seguridad para protección del tractorista en caso de vuelco viene regulada por diversa legislación.

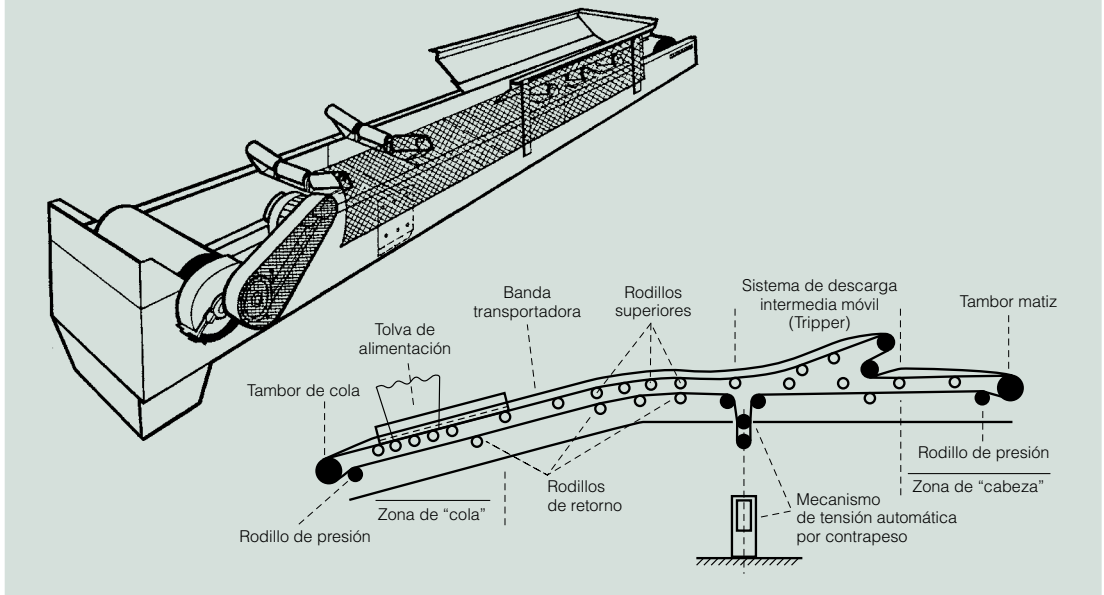
Por último, debemos considerar que las cabinas convencionales de simple salvaguardia de la intemperie, aunque mejoren las condiciones de confort del puesto de conducción, no pueden nunca considerarse como de protección en caso de vuelco.

## **CINTAS TRANSPORTADORAS**

Las cintas transportadoras son aparatos de manutención continua, cuya misión es la de transportar productos sólidos a granel o bien recipientes a través de una banda flexible sin fin que se desplaza apoyada sobre unos rodillos de giro libre. El desplazamiento de la banda se realiza por la acción de arrastre que le transmite uno de los tambores internos.

Los principales riesgos asociados al empleo de cintas transportadoras son los siguientes:

- Caída al mismo nivel por superficies resbaladizas u obstáculos en el suelo.
- Caída de altura por accesos sin proteger, plataformas en mal estado o sin barandillas o por utilizar la propia cinta como transportadores de personas.
- Caída de materiales por: ancho inadecuado de la banda para el tamaño del material a transportar, excesiva inclinación de la banda, rotura de la cinta o laterales de la cinta sin proteger.
- Atrapamientos diversos, especialmente en los tambores.
- Inhalación del polvo del material transportado.

**CINTA TRANSPORTADORA DE MATERIALES A GRANEL***Normas generales de seguridad*

Las superficies serán de material antideslizante y estarán provistas de drenajes. Las pasarelas y lugares de paso deben estar libres de obstáculos. Las escaleras de acceso a las plataformas de inspección deberán estar protegidas contra caídas mediante barandillas, barra intermedia y rodapiés. Las plataformas de visita o pasarelas deben disponer de barandillas suficientemente resistentes y la superficie de material debe ser antideslizante, ciego, ranurado o perforado. En la parte que da a la cinta se instalarán también protecciones mediante estructuras y rejillas metálicas. Cuando se haya de efectuar el paso por encima de los transportadores, se instalarán puentes con escaleras y barandillas reglamentarias.

La anchura de la cinta será adecuada al tamaño y características del material a transportar. Se deben instalar encauzadores ajustados a la parte superior de la banda, que retengan fragmentos de materiales que puedan caer ocasionalmente.

Hay que carenar totalmente la cinta mediante placas metálicas o de otro material resistente en zonas de posible accesibilidad. Debe protegerse mediante algún dispositivo el espacio vertical que coincide con el contrapeso para que, en el caso de rotura de la cinta, ésta no caiga libremente. Debajo del recorrido de la cinta se deben disponer paneles de recogida. Cuando la cinta ten-

**Medidas preventivas**

ga una inclinación excesiva se utilizarán cintas con retenciones específicas.

Las partes móviles tanto transmisiones como bandas y los tambores de cola y de cabeza se protegerán carenándolos a base de rejilla metálica que permita la visión de los elementos protegidos.

Se deberá disponer de interruptores de paro de emergencia no excesivamente distanciados que corten automáticamente la alimentación. Alternativamente se puede instalar a lo largo de la cinta un cable rojo de paro de emergencia. Su accionamiento debe estar enclavado con los elementos anterior y posterior de la cinta.

La puesta en marcha de la cinta deberá requerir el desbloqueo desde el cuadro eléctrico en que se disparó el paro de emergencia. Se deberá carenar la zona de recepción y vertido de materiales, instalando un sistema de extracción localizada, si por la naturaleza de los materiales transportados se generan nubes de polvo.

Todas las zonas de paso y acceso deberán señalizarse de acuerdo con el RD 485/1997 sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo.

#### *Normas sobre la utilización*

La cinta no se debe utilizar para uso distinto de aquél para el que ha sido diseñada. Se debe prohibir la utilización de la propia cinta para acceder a algún punto de la misma y circular bajo el recorrido de la cinta. Para franquear el equipo se deben prever zonas de paso debidamente señalizadas y acotadas. Se debe asegurar un sistema de alimentación regular para evitar sobrecargas.

Hay que efectuar revisiones periódicas del estado de la cinta y los demás elementos de funcionamiento y de protección que la componen. Todas las reparaciones deben efectuarse con la máquina parada y bloqueada y ser realizadas por personal cualificado.

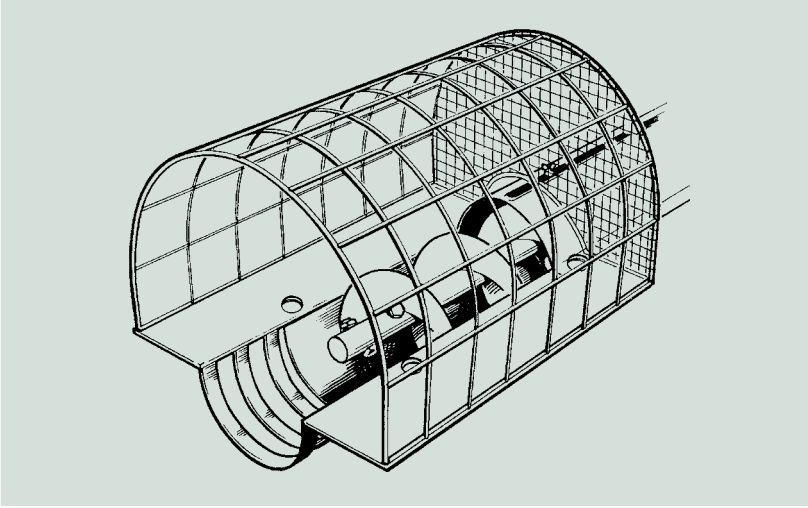
## **TRANSPORTADORES DE TORNILLO**

Los transportadores de tornillo suelen ser de longitud limitada y consisten generalmente en una hélice de paso ancho que gira dentro de una artesa semicircular, con la parte superior plana. Al girar el tornillo, el material es arrastrado hacia adelante en la artesa.

Su principal riesgo es el de atrapamiento de pies y manos por la accesibilidad al tornillo sin fin.

### **Medidas preventivas**

Las artesas deberán estar totalmente cubiertas, distanciadas para garantizar la inaccesibilidad al punto de peligro en las zonas de carga y descarga. Para los trabajos de inspección y limpieza las

**PROTECCIÓN DE UN TRANSPORTADOR DE TORNILLO**

cubiertas llevarán charnelas o constarán de secciones separables interconectadas, de forma que, cuando se quite una, se pare el tornillo. Las secciones que no necesiten abrirse pueden tener las cubiertas soldadas o fijadas con remaches. Deberán disponer de interruptores de paro de emergencia, análogos a los descritos para las cintas transportadoras.

**ALMACENAMIENTO DE MATERIALES**

El correcto almacenamiento de los distintos materiales evitará en gran medida los riesgos derivados de su desprendimiento, deslizamiento, etc., con las graves consecuencias que se pueden derivar. No existe reglamentación específica sobre almacenamiento de materiales en general. La reglamentación vigente se refiere a materiales o elementos específicos, que se tratan en el capítulo 12. Los aspectos relativos a la seguridad en el almacenamiento de materiales que se tratan a continuación se basan en criterios técnicos.

La tendencia generalizada es que el almacenamiento de materiales en los centros de producción sea el mínimo posible, arbitrando la debida organización de los procesos productivos y estableciendo los acuerdos pertinentes con los proveedores y distribuidores. Se puede afirmar que la prevención empieza por minimizar la cantidad de materiales almacenados.

Existen distintos sistemas de almacenaje como pueden ser el apilado en bloques, sobre estanterías fijas o móviles, en contenedores sobre estanterías, etc. y en distintos tipos de recipientes. Se

tratará exclusivamente el almacenamiento de materiales sólidos o líquidos en recipientes móviles directamente en bloques o en estanterías y el almacenamiento mediante paletizado. No se tratarán, como se ha citado, los riesgos derivados de la peligrosidad de los materiales almacenados.

---

**Clasificación de almacenes**

La clasificación de los almacenes se realiza en función de las necesidades específicas de su funcionamiento y las restricciones o posibilidades de su entorno. Así, los almacenes se pueden clasificar en función del grado de protección frente a los agentes exteriores, del tipo o características de los materiales almacenados, de la función dentro de la organización de la empresa, de la localización o del grado de mecanización.

Según el grado de protección frente a los agentes exteriores, pueden ser:

a) Almacenes al aire libre: adecuados para productos que no necesitan protección frente a los distintos agentes atmosféricos (sol, lluvia, frío, etc.). Algunos materiales que se pueden almacenar de esta forma son los vehículos, maquinaria, hierro, ladrillos cerámicos, etc. También pueden existir otros tipos de materiales si están protegidos con envolturas de plástico, madera, lona o polietileno.

b) Almacenes cubiertos: son los adecuados para materiales que necesitan protección frente a los agentes atmosféricos y que pueden precisar, además, que el almacenamiento esté acondicionado respecto a temperatura e iluminación.

Según el tipo o características de los materiales almacenados, pueden ser de materias primas, productos intermedios, productos acabados o accesorios.

Según la función dentro de la organización de la empresa, pueden ser: de servicio, generales de servicio, logísticos y los reguladores y de distribución.

Según la localización, pueden ser centrales, regionales y de tránsito.

Según el grado de mecanización, pueden ser:

c) Almacenes convencionales: son los que tiene una altura de 6 o 7 m como máximo y con independencia de los materiales que almacenen están equipados con estanterías de paletización y disponen de medios mecánicos.

d) Almacenes de alta densidad: son los que tienen un índice de accesibilidad del 100% y la relación capacidad/volumen es superior al 50%. Tienen alturas de 10 a 30 m y el ancho de los pasillos de circulación suele estar comprendido como mínimo entre 1,5 m y 2 m, lo que conlleva la utilización, como medios mecánicos, de transelevadores o carretillas elevadoras trilate-

rales que circulan sobre guías laterales situadas sobre el suelo.

e) Almacenes automáticos: son aquellos en los que no interviene el hombre en su utilización. Para ello debe ser posible la instalación de aparatos de carga y descarga de las estanterías totalmente automáticos y programables. Otra condición es que las cargas deben ser totalmente homogéneas y los márgenes de tolerancia, mínimos.

La seguridad de los trabajadores que trabajan en el interior de los almacenes depende en gran parte del adecuado diseño de los mismos, por ello se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Aprovechamiento eficiente del espacio disponible
- Reducción de la manipulación de los materiales al mínimo
- Facilidad de acceso al producto almacenado
- Máximo índice de rotación posible
- Flexibilidad máxima para la colocación del producto
- Facilidad de control de las cantidades almacenadas
- Evitar zonas y puntos de congestión
- Mantenimiento preventivo de las instalaciones
- Uso de los equipos de manutención más adecuados al tipo de almacén

Además, todo almacén debería disponer de zonas específicas de recepción, carga y descarga, preparación de pedidos y expedición.

#### *Pavimento de los almacenes*

El pavimento de los almacenes debe reunir una serie de características adecuadas a las cargas estáticas puntuales bajo los pilares de las estanterías y las cargas dinámicas producidas por los equipos de trabajo de manutención. Para ello los pavimentos de hormigón para el uso en almacenes industriales deben reunir las siguientes características:

- Resistencia a la abrasión
- Resistencia a la compresión con un mínimo general de 500 kg/cm<sup>2</sup> y en los pasillos de circulación, de 800 kg/cm<sup>2</sup>
- Resistencia a la flexotracción (150÷250 kg/cm<sup>2</sup>)
- Resistente a los aceites, grasas e hidrocarburos
- Porosidad inferior al 3%
- Unión monolítica a la base receptora para evitar deslizamientos y movimientos hacia abajo que provoquen la aparición de baches
- Resistente al desgaste
- Pavimento antideslizante

#### **Diseño de los almacenes**

### **Almacenamiento de objetos sin embalar**

Los materiales han de almacenarse en contenedores resistentes y seguros, adecuados al tipo de los mismos. Cuando no se necesitan por tratarse de perfiles, tubos, etc., el almacenamiento ha de adecuarse al de los materiales, de forma que se garantice su seguridad.

#### *Materiales rígidos lineales*

Este tipo de materiales deben almacenarse debidamente entibados y sujetos con soportes que faciliten la estabilidad del conjunto. El pavimento será firme y resistente a las cargas que deba soportar y la altura máxima de apilamiento recomendable es de 6 m con acceso mediante elementos mecánicos. Se dotará al sistema de medios de acceso adecuados que eviten la circulación del personal sobre los materiales almacenados.

Los tubos o materiales de forma redondeada han de apilarse necesariamente en capas separadas mediante soportes intermedios y elementos de sujeción que eviten su desplazamiento o desprendimiento. Los perfiles y planchas metálicas de considerable peso y tamaño deberían almacenarse en estanterías provistas de rodillos sobre los que se deposite el material, con ligera inclinación hacia el interior, para evitar desplazamientos incontrolados y para facilitar su manejo cuando éste no se realice con elementos mecánicos. Es fundamental, cuando los perfiles se depositen horizontalmente, situarlos distanciados de zonas de paso y proteger sus extremos.

#### *Materiales rígidos no lineales (cajas, bidones, piezas diversas)*

Las cajas pueden almacenarse contra la pared (si la misma es suficientemente resistente) o en forma piramidal, con el número de filas que corresponda a la resistencia probada para su apilado, no debiendo superarse los siete niveles de escalonamiento y una altura máxima de 5 metros. Ello contribuye a dar estabilidad al conjunto y facilita el acceso de personal para el apilado y desapilado, siempre que las cajas tengan suficiente resistencia y teniendo siempre presente que los escalonamientos deben ser lo más pequeños posible si el personal debe acceder directamente a los mismos.

Preferiblemente este tipo de almacenamiento se realizará en estanterías para lograr una mayor racionalidad en el aprovechamiento del espacio y una mayor seguridad, siempre que se disponga de medios adecuados para acceder a las mismas.

#### *Mercancías de tipo cilíndrico (bobinas de papel y cartón, o metálicas)*

El almacenamiento de bobinas de papel y cartón se debe efectuar exclusivamente en el interior de almacenes de forma directa,



es decir, unas sobre otras sin prácticamente ninguna limitación, salvo la garantía de su estabilidad y su facilidad de extracción.

Las bobinas metálicas se manejan directamente o sobre palé. El problema principal radica en su gran peso ya que las grandes bobinas tienen un peso que oscila entre 20 T y 30 T. El almacenamiento de bobinas grandes y pesadas se debe efectuar en el exterior, directamente sobre el suelo y de manera piramidal, adecuadamente encuñadas. Por el contrario, las bobinas más ligeras se almacenan en interiores sobre estanterías especiales. Las estanterías deben estar diseñadas para la carga máxima a soportar, preferentemente construidas con perfiles de doble T, de gran resistencia, formando una estructura en forma de panel celular.

### *Sacos*

Se deben disponer en capas transversales, con la boca del saco mirando hacia el centro de la pila. Si la altura llega a 1,5 m, se deberá escalonar y cada 0,5 m se debería reducir el grosor en una pila de sacos. Es fundamental que la construcción del apilamiento sea muy cuidada.

Es conveniente el flejado de las cargas en bloques cuando éstas puedan desprenderse.

La envoltura del conjunto de sacos y cajas, que constituyen una unidad de carga, mediante lámina de plástico retráctil contribuye a mejorar sustancialmente la estabilidad de la pila.

En las estanterías se procurará colocar los materiales más pesados en la parte inferior. Es importante asegurarse de la estabilidad de la estructura portante de las estanterías con arriostramientos y sujeción a elementos estructurales rígidos tales como las paredes de carga, siempre que esté garantizada su resistencia. El vuelco de estanterías es un accidente que puede ocasionar graves consecuencias.

Los bidones y recipientes cilíndricos para almacenarse en altura deben estar depositados preferiblemente sobre paletas y flejados. Para recipientes de capacidad igual o inferior a 50 l podrían seguirse criterios similares a los expuestos para las cajas. Los bidones de 200 l o capacidad superior no se almacenarán apoyados unos encima de otros, salvo que esté garantizada su resistencia, la estabilidad del conjunto y se empleen elementos mecánicos especiales para su manejo. Para su almacenamiento en altura se empleará el sistema de paletizado o el de estructuras metálicas en posición horizontal sin apoyarse unos bidones con otros. Las pequeñas piezas es recomendable almacenarlas siempre en contenedores o cestones.

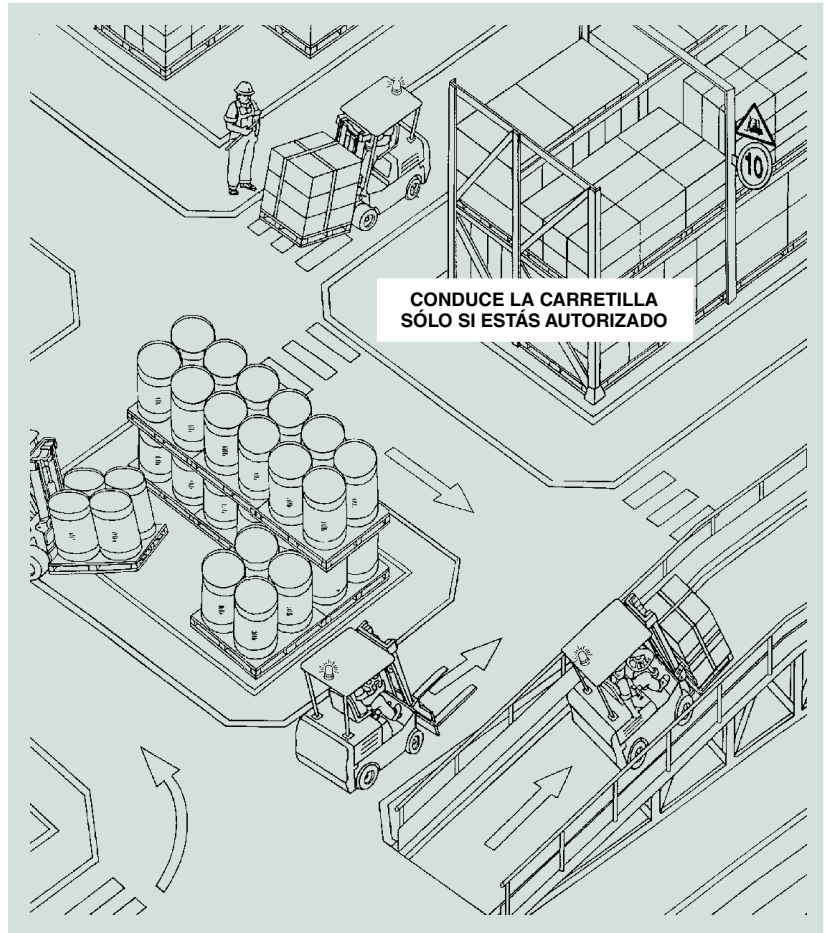
ES NECESARIO VIGILAR LA RESISTENCIA ESTRUCTURAL DE LAS ESTANTERÍAS Y SU ESTABILIDAD MEDIANTE ARRIOSTRAMIENTO Y SUJECIÓN A PAREDES DE CARGA, SIEMPRE QUE TENGAN LA RESISTENCIA APROPIADA

## Almacenamiento paletizado

La paleta es una bandeja de carga constituida por dos plataformas unidas entre sí por largueros o dados o por un piso apoyado sobre pies o soportes, y cuya altura está reducida al mínimo compatible para su manipulación con horquillas metálicas, “transpaletas” o carretillas elevadoras apropiadas. Son de madera, plástico o fibra de vidrio, metálicas o mixtas. La norma UNE-EN ISO 445 normaliza la terminología de las paletas.

El riesgo principal de caída de materiales suele ser debido a la inestabilidad del apilamiento, a la rotura de la paleta debido a una sobrecarga o a la falta de sujeción de los materiales a dicha paleta.

La carga no debe superar las condiciones de resistencia y perímetro de la paleta. La altura máxima de la carga, paleta incluida, no debería ser superior a 1,5 m y su carga máxima conjunta no superar los 1000 kg. Las medidas normalizadas más utilizadas son de 800 mm x 1200 mm; en concreto la norma UNE-EN 13698-1 se refiere a las paletas de madera de 800 mm x 1200 mm y la norma UNE-EN



13698-2 se refiere a la denominada “paleta europea” de madera de 1000 mm x 1200 mm. Se debería disponer de protectores en las estructuras portantes para evitar que al depositarse las cargas puedan incidir con las cargas colindantes y provocar inestabilidad. Igualmente deberían protegerse los pilares extremos que sustentan las estanterías, frente a posibles impactos de los equipos de elevación y transporte. Para evitar la caída de la carga, ésta deberá sujetarse con flejes de acero, plástico o bien otro material igualmente resistente, colocando cantoneras para no afectar a la carga.

Deberá controlarse rigurosamente la resistencia estructural de las estanterías en función de la carga máxima y otras solicitaciones previsibles como posibles impactos accidentales. Las instrucciones de los fabricantes de las estanterías son esenciales tanto en su concepción, diseño y montaje a tenor de su finalidad, como en su utilización posterior. Un parámetro importante a considerar es la flecha máxima de los perfiles horizontales.

Para elevar piezas sueltas, sacos, materiales a granel, etc. se deberá disponer de un cerco o armazón metálico con aberturas o sin ellas adaptable a la misma de forma automática al proceder a la citada operación (sobre todo se usa en obras).

Preferiblemente el sistema de paletizado debe ir unido al almacenamiento en altura en estanterías, debiendo eliminarse la práctica de depositar las paletas cargadas directamente unas encima de otras si no están especialmente adaptadas para este fin. La altura del apilamiento para el transporte debe quedar limitada a la visibilidad que permita el equipo de trabajo utilizado y sobre las estanterías (siempre que las paletas cargadas estén especialmente adaptadas para su apilado de una sobre otra) a las limitaciones técnicas impuestas por el diseñador de las estanterías respecto a concentración de cargas en los largueros y a las tolerancias en la altura de los módulos de carga. A partir de alturas de estanterías superiores a los 4 m es recomendable que los equipos, mayoritariamente carretillas elevadoras, dispongan de sistema automático para la fijación de las alturas de elevación.

Se deberá formar a los operadores de los equipos utilizados para que alineen las horquillas frente a la paleta o eviten que las mismas entren demasiado próximas al suelo de forma que su talón roce con el travesaño exterior pudiéndolo dañar; otra precaución es utilizar unas horquillas cuya longitud sea aproximadamente unos 5 cm más corta que la paleta.

La vida útil de una paleta se aproxima a los cinco años, aunque mediante la inspección visual de la misma se puede reducir el periodo de vida en función del material o trato recibido. En cualquier caso se deben hacer inspecciones periódicas de las paletas para comprobar su estado, eliminándose los que estén en mal estado a fin de evitar riesgos y la transferencia de éstos a otros usuarios.



La electricidad es, hoy en día, el tipo de energía más utilizado. Su gran difusión industrial y doméstica, unida al hecho de que no es perceptible por la vista ni por el oído, hace que sea una causa notoria de accidentes, sobre todo graves y mortales. Como datos indicativos podemos señalar que, en España, los datos correspondientes al año 2009 ponen de manifiesto que, si bien los accidentes por contacto directo con la corriente eléctrica representan tan solo el 0,11% de los accidentes, el 2,05% del total de accidentes mortales y el 0,82% del total de accidentes graves fueron causados por contactos eléctricos directos.

Los riesgos derivados del contacto con la corriente eléctrica afectan en general a todos los ciudadanos, ya que la energía eléctrica es de uso común. La seguridad frente a estos riesgos viene regulada, por un lado, mediante el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Real Decreto 842/2002) y sus correspondientes Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC), denominadas BT. Unas son de carácter general y otras, de carácter específico, las cuales sustituirán, modificarán o complementarán a las generales. Esta disposición es una reglamentación de seguridad industrial encaminada a garantizar la seguridad de instalaciones y personas, que a su vez tiene su desarrollo en el ámbito de las competencias de las comunidades autónomas (CC AA). Se controla su cumplimiento a través de los departamentos de Industria del Estado y de las CC AA, que cuentan para ello con unos organismos de control autorizados. Por otra parte, la seguridad de los equipos y utillaje eléctrico viene regulada mediante reglamentos de seguridad de producto, como el Real Decreto 1644/2008, que se desarrolló en el capítulo 9, y las correspondientes normas armonizadas.

La seguridad en el trabajo ante el riesgo eléctrico dispone, como reglamento específico, del Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Este Real Decreto se enmarca dentro del desarrollo reglamentario de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, por lo que reitera que se han de aplicar ante el riesgo eléctrico los principios de la acción preventiva relativos a la necesidad de “evitar los riesgos” y de “evaluar los riesgos que no se puedan evitar”. Respecto a este último principio se debe distinguir entre trabajadores usuarios de equipos o instalaciones eléctricas, trabajadores cuya actividad no eléctrica se desarrolla en proximidad de instalaciones eléctricas con partes accesibles en tensión y trabajadores cuyos cometidos sean instalar, reparar o mantener instalaciones eléctricas. Esta distinción también se puede aplicar para planificar la formación e información que deben recibir los trabajadores sobre el riesgo eléctrico. Dicho reglamento está pues especialmente orientado a regular los trabajos en los que las personas puedan verse expuestas a los peligros de la electricidad.

## LESIONES PRODUCIDAS POR LA CORRIENTE EN EL CUERPO HUMANO

Las principales lesiones que pueden producirse como consecuencia de un accidente de origen eléctrico son diferentes según la corriente eléctrica pase o no a través del cuerpo:

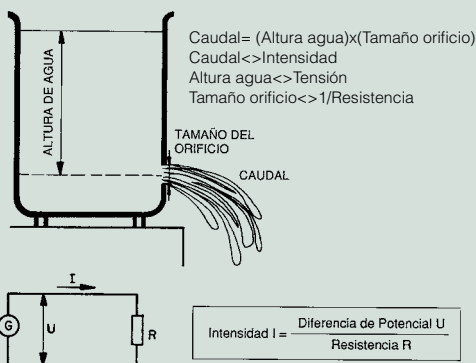
a) *Con paso de corriente por el cuerpo:* muerte por fibrilación ventricular; muerte por asfixia, quemaduras internas y externas (mortal o no), efectos tóxicos de las quemaduras (bloqueo renal), embolias por efecto electrolítico en la sangre (raras) y lesiones físicas secundarias por caídas, golpes, etc.

b) *Sin paso de corriente a través del organismo:* quemaduras directas por arco eléctrico, proyecciones de partículas, etc., lesiones oftalmológicas por radiaciones de arcos eléctricos (conjuntivitis, cegueras) y lesiones debidas a explosiones de gases o vapores iniciadas por arcos eléctricos.

Los principales factores que influyen y determinan los efectos de la corriente eléctrica en el cuerpo humano son:

- Intensidad de la corriente
- Resistencia del cuerpo

### SÍMIL HIDRÁULICO DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA



- Tensión aplicada
- Frecuencia de la corriente
- Duración del contacto eléctrico
- Recorrido de la corriente a través del cuerpo
- Capacidad de reacción de la persona

EL FACTOR DETERMINANTE DEL PELIGRO DE CONTACTO CON LA ELECTRICIDAD ES LA INTENSIDAD DE LA CORRIENTE QUE PUEDA CIRCULAR POR EL CUERPO HUMANO Y SU DURACIÓN

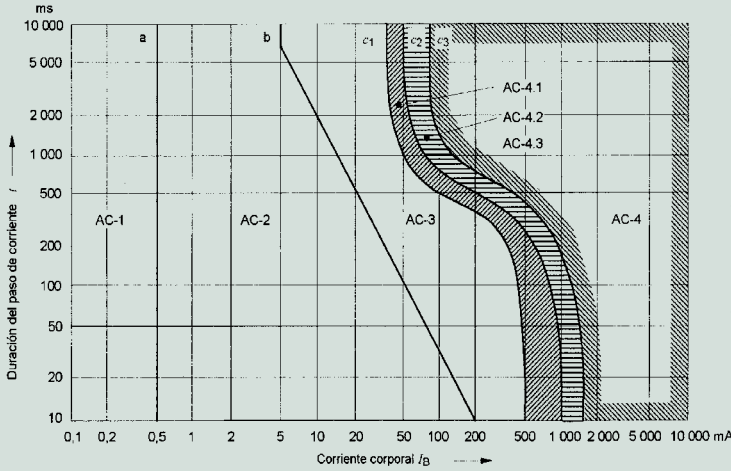
La experiencia ha demostrado que los factores más importantes que determinan los efectos y lesiones que produce el paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano son la intensidad de la corriente y su duración. En contra de la creencia general, no es la tensión la que determina directamente los efectos y lesiones, sino que lo hace de forma indirecta al generar la intensidad de la corriente.

**Intensidad y duración de la corriente**

El efecto más grave y que produce la mayoría de los accidentes mortales por electrocución, es la fibrilación ventricular. Una vez producida no se recupera el ritmo cardíaco de forma espontánea y, de no mediar una asistencia rápida y efectiva, al cabo de unos tres minutos se producen lesiones irreversibles en el cerebro y sobreviene la muerte. La probabilidad de que aparezca fibrilación ventricular en función de la intensidad y duración de la corriente es conocida.

Intensidad eficaz a 50-60 Hz (mA)	Duración del choque eléctrico	Efectos fisiológicos en el cuerpo humano
0-1	Independiente	Umbral de percepción. No se siente el paso de corriente.
1-15	Independiente	Desde cosquilleos hasta tetanización muscular. Imposibilidad de soltarse.
15-25	Minutos	Contracción de brazos. Dificultad de respiración, aumento presión arterial. Límite de tolerancia.
25-50	Segundos a minutos	Irregularidades cardíacas. Aumento presión arterial. Fuerte efecto de tetanización. Inconsciencia. Aparece fibrilación ventricular.
50-200	Menos de un ciclo cardíaco	No existe fibrilación ventricular. Fuerte contracción muscular.
	Más de un ciclo cardíaco	Fibrilación ventricular. Inconsciencia. Marcas visibles. El inicio de la electrocución es independiente de la fase del ciclo cardíaco.
Por encima de 200	Menos de un ciclo cardíaco	Fibrilación ventricular. Inconsciencia. Marcas visibles. El inicio de la electrocución depende de la fase del ciclo cardíaco. Iniciación de la fibrilación sólo en la fase sensitiva.
	Más de un ciclo cardíaco	Paro cardíaco reversible. Inconsciencia. Marcas visibles. Quemaduras.

**EFFECTOS DEL PASO DE LA CORRIENTE ALTERNA (de 15 a 100 Hz) POR EL CUERPO DE MANO IZQUIERDA A PIES, SEGÚN LA NORMA UNE-IEC/TS 60479-1:2007**



**Zona AC-1:**  $I_B \leq 0,5 \text{ mA}$ , línea a. Habitualmente ninguna reacción.

**Zona AC-2:**  $0,5 \text{ mA} < I_B \leq$  línea b. Percepción y contracciones musculares. Habitualmente ningún efecto fisiopatológico peligroso.

**Zona AC-3:** línea b  $< I_B \leq$  línea c1. Fuertes contrac. musc. Afectaciones respiratorias y perturbaciones corazón. Habitualmente sin daños orgánicos.

**Zona AC-4<sup>1)</sup>:**  $I_B >$  línea c1. Parada corazón y respiratoria. Quemaduras graves y daños celulares. Probabilidad de fibrilación ventricular según la intensidad  $I_B$  de la corriente.

- Zona AC-4.1: línea c1  $< I_B \leq$  línea c2. Probabilidad fibrilación  $\leq 5 \%$ .
- Zona AC-4.2: línea c2  $< I_B \leq$  línea c3.  $5 \%$   $<$  Probabilidad fibrilación  $\leq 50 \%$ .
- Zona AC-4.3:  $I_B >$  línea c3. Probabilidad fibrilación  $> 50 \%$ .

<sup>1)</sup> Para  $t < 200 \text{ ms}$ , la fibrilación sólo se puede iniciar durante el periodo vulnerable si se superan los umbrales. Para recorridos diferentes de la corriente debe considerarse el factor de corriente del corazón, descrito en la norma.

**Resistencia eléctrica del cuerpo humano**

En un accidente eléctrico, la intensidad de la corriente que circula por el cuerpo humano y, en consecuencia, la gravedad de las lesiones dependen, para una tensión dada, de la resistencia que

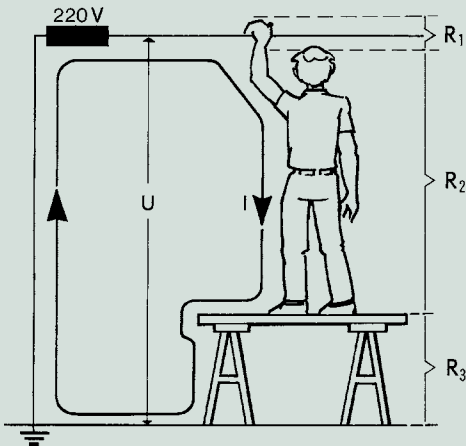
presente el circuito a seguir por la corriente. Este circuito puede estar formado por varios elementos de resistencia en serie:

**R1 - Resistencia de contacto:** depende de los materiales que recubran la parte del cuerpo que entra en contacto con la corriente. Así pues, esta resistencia puede ser debida a guantes, ropa, etc. En caso de contacto directo con la piel, su valor será cero.

**R2 - Resistencia propia del cuerpo humano:** en la figura adjunta se indican los valores de resistencia del cuerpo humano en función de la tensión aplicada y de las condiciones de humedad de la piel: seca, húmeda, mojada o sumergida.

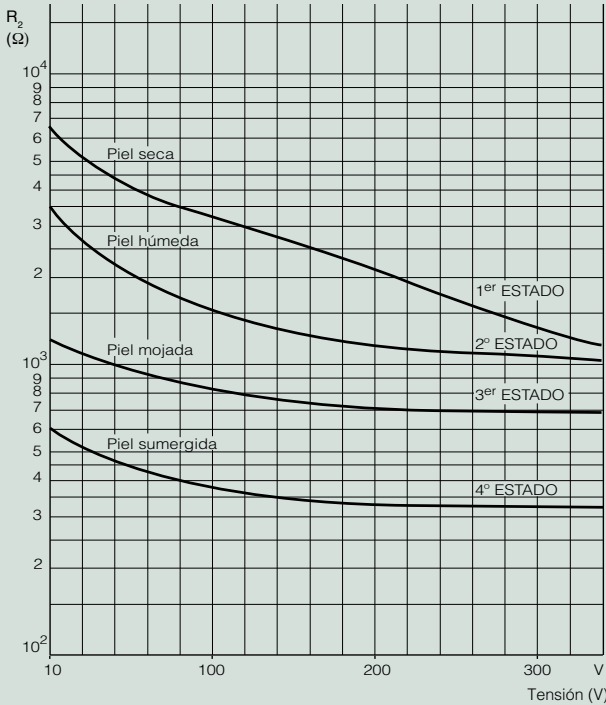
**R3 - Resistencia de salida:** incluye la resistencia del calzado y del suelo. Se considera que un suelo es no conductor cuando la re-

**PASO DE CORRIENTE POR EL CUERPO HUMANO EN UN CONTACTO ELÉCTRICO**





**VALORES DE RESISTENCIA DEL CUERPO HUMANO EN FUNCIÓN DE LA TENSIÓN APLICADA Y LA HUMEDAD DE LA PIEL**



R2 - RESISTENCIA PROPIA DEL CUERPO HUMANO

Depende de multitud de factores. Entre los más importantes cabe citar:

- El grado de humedad de la piel.

- La superficie de contacto.

- La presión de contacto.

- La tensión aplicada.

- El estado fisiológico, principalmente la tasa de alcohol en la sangre.

- Dureza de la epidermis.

sistencia que presenta a la salida de corriente por ambos pies de un individuo es superior a 50.000 Ω. La utilización 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 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, sino en cuanto se aplica a una resistencia baja que permite el paso de una corriente perjudicial.

**Tensión**

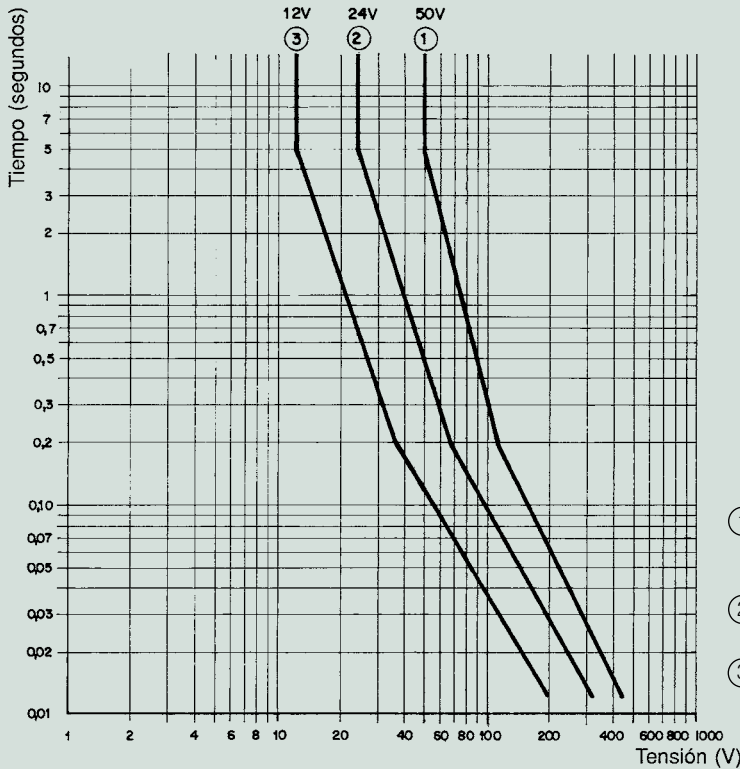
Se define como *tensión de contacto* aquella que resulta aplicada entre dos partes distintas del cuerpo humano. Es la tensión realmente aplicada al cuerpo humano. Se define como *tensión de defecto* aquella que aparece como consecuencia de un defecto de aislamiento: entre dos masas, entre una masa y 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 indi-

LA TENSIÓN DE SEGURIDAD ES DE 24 V PARA EMPLAZAMIENTOS HÚMEDOS Y 50 V PARA SECOS

can en la gráfica. 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.

**VALORES LÍMITE DE LAS TENSIONES DE CONTACTO NO PELIGROSAS**



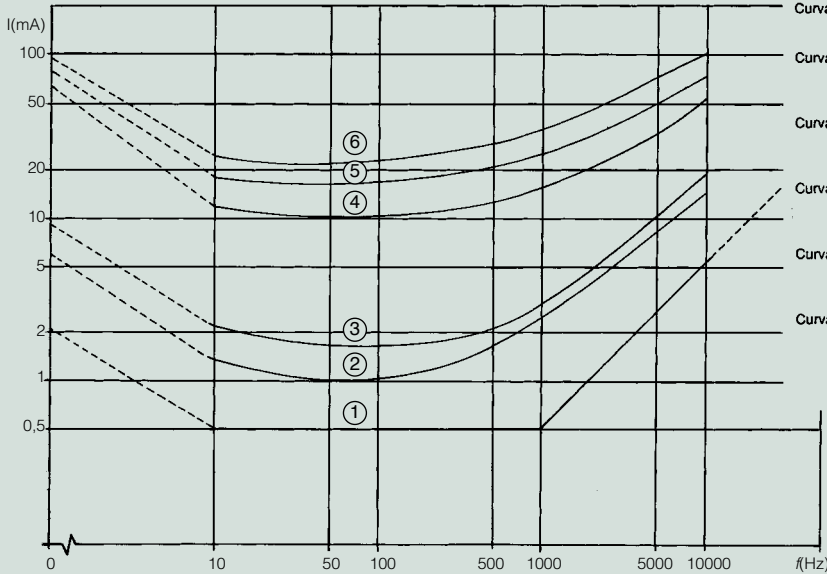
- ① Persona con piel húmeda. Trayectoria mano-mano o mano-pies.
- ② Persona con piel mojada. Trayectoria mano-pies.
- ③ Persona sumergida en agua. Trayectoria mano-pies.

**Frecuencia**

Todo lo expuesto hasta ahora considera una corriente alterna de 50 Hz (que es la utilizada en Europa) o 60 Hz (usada en América), 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 y 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 ALTERNA DE 50 HZ ES LA MÁS PELIGROSA

### INFLUENCIA DE LA FRECUENCIA EN EL EFECTO DE LA CORRIENTE



- Curva 1: Límite convencional de los valores de corriente que no dan lugar normalmente a ninguna reacción.
- Curva 2: Umbral de percepción para un 50% de las personas examinadas, es decir que las otras no han percibido nada.
- Curva 3: Umbral de percepción para un 99,5% de las personas examinadas, es decir que las otras no han percibido nada.
- Curva 4: Corriente límite para un 99,5% de las personas examinadas, es decir que el 0,5% no pueden soltar el electrodo.
- Curva 5: Corriente límite para 50% de las personas examinadas, es decir que el 50% no pueden soltar el electrodo.
- Curva 6: Corriente límite para 0,5% de las personas examinadas, es decir que el 99,5% no pueden soltar el electrodo.

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.

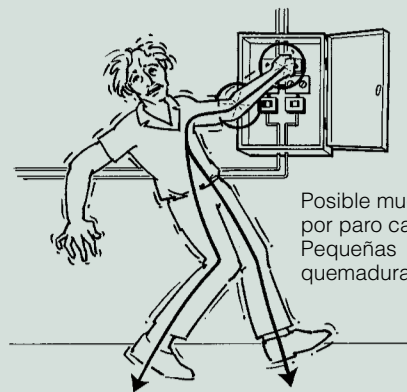
El accidente es, sin duda, mucho más grave si la trayectoria de la corriente atraviesa el corazón, pues puede producir la muerte por fibrilación ventricular. Es conocido un experimento que realizó Weiss

**Recorrido de la corriente a través del cuerpo**

### IMPORTANCIA DEL RECORRIDO DE LA CORRIENTE POR EL CUERPO HUMANO



Tetanización brazo derecho.  
Pequeñas quemaduras.



Posible muerte por paro cardíaco.  
Pequeñas quemaduras.

con un perro, por el cual hizo pasar una 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

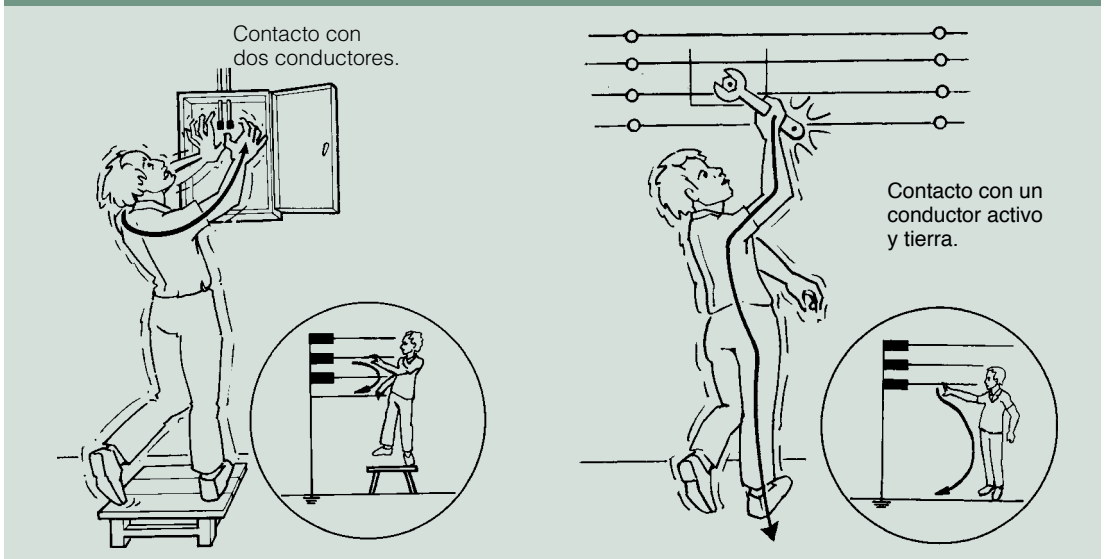
Para que una persona sufra el paso de una corriente eléctrica es condición necesaria que, de alguna forma, esté en contacto con un elemento en tensión, lo cual puede ocurrir si cualquier parte del cuerpo toca una instalación eléctrica bien directamente, bien a través de un elemento conductor como una herramienta, una escalera metálica, etc. A efectos preventivos los contactos eléctricos se clasifican en directos e indirectos.

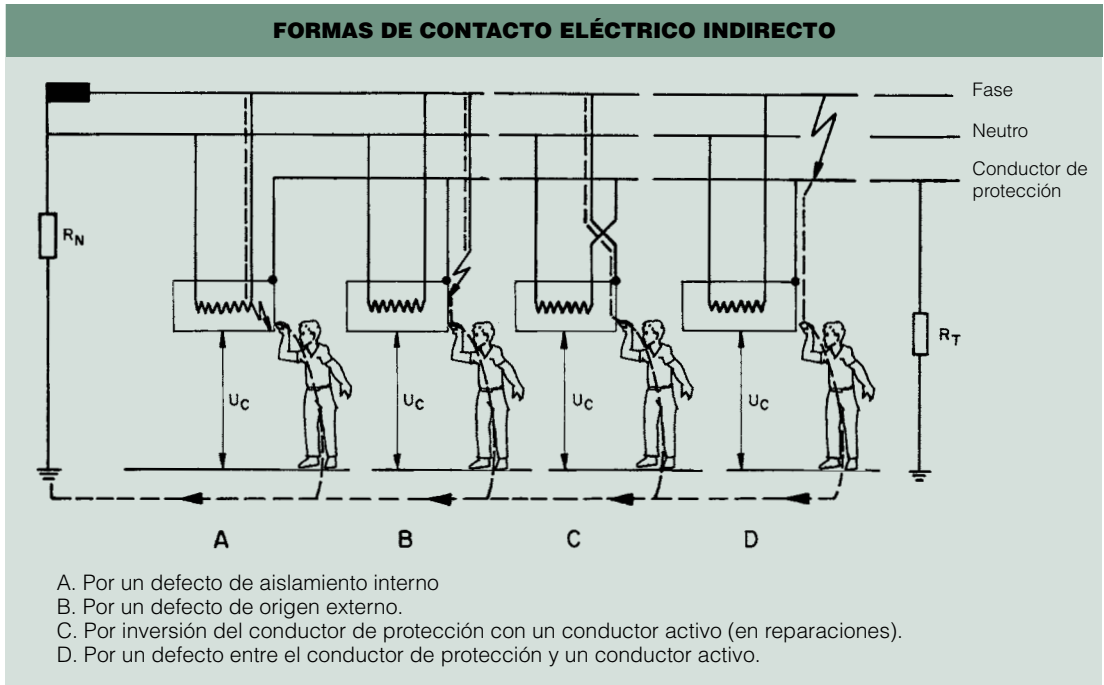
Se llaman contactos eléctricos directos aquellos en que la persona entra en contacto con una parte activa de la instalación, es decir, con un elemento que debe tener tensión.

Los contactos eléctricos indirectos son aquellos en que la persona entra en contacto con algún elemento que no forma parte del circuito eléctrico y que en condiciones normales no debería tener tensión pero que la ha adquirido accidentalmente.

El RD 614/2001 establece obligaciones de carácter general sobre las características, forma de utilización y mantenimiento que deben seguirse en las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo y remite a la normativa específica aplicable en cada caso parti-

### FORMAS DE CONTACTO ELÉCTRICO DIRECTO





cular. Los Reglamentos Electrotécnicos establecen las condiciones y garantías de seguridad y calidad para las instalaciones, aparatos y materiales eléctricos y también, por supuesto, para las personas. Estas prescripciones se establecen con carácter general estableciendo unos sistemas de protección que impidan los efectos de las sobrecargas y sobretensiones que, por distintas causas cabe prever en las mismas, al tiempo que establece, a efectos de seguridad general, las condiciones que deben cumplir las instalaciones para evitar los contactos directos y anular los efectos de los indirectos, así como las revisiones que se deben realizar para controlar los potenciales riesgos. Asimismo, el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Real Decreto 842/2002) establece, en sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC), unas prescripciones especiales para ciertos lugares que presentan características singulares, como por ejemplo:

- Instalaciones en locales de pública concurrencia o con riesgo de incendio o explosión:
  - Locales de espectáculos y actividades recreativas
  - Locales de reunión, trabajo y usos sanitarios
  - Locales con riesgo de incendio o explosión
- Instalaciones en locales de características especiales:
  - Locales húmedos
  - Locales mojados

- Locales con riesgo de corrosión
- Locales polvorientos sin riesgo de incendio o explosión
- Instalaciones en locales a temperatura elevada
- Instalaciones en locales a muy baja temperatura
- Instalaciones en locales en los que existan baterías de acumuladores
- Instalaciones en locales afectos a un servicio eléctrico
- Instalaciones con fines especiales:
  - Máquinas de elevación y transporte
  - Piscinas y fuentes
  - Instalaciones provisionales y temporales de obras
  - Ferias y stands
  - Establecimientos agrícolas y hortícolas
  - Quirófanos y salas de intervención
  - Cercas eléctricas para ganado
- Otras instalaciones no incluidas anteriormente en las que concurran circunstancias especiales que puedan originar peligro para las personas o cosas.

### REVISIONES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN\*

	Instalaciones eléctricas en baja tensión.	Verificación previa a la puesta en servicio. Realizada por la empresa instaladora que ejecute la instalación.
General (ITC-BT-05)	Instalaciones industriales que precisen proyecto, con una potencia instalada superior a 100kW.	Inspección inicial antes de la puesta en servicio y periódica cada cinco años. Realizada por Organismo de Control Autorizado.
	Locales de pública concurrencia.	Control y mantenimiento en quirófanos y salas de intervención(ITC-BT-38): <ul style="list-style-type: none"> <li>- Antes de la puesta en servicio. Realizado por la empresa instaladora.</li> <li>- Semanal para los dispositivos de vigilancia de aislamiento y protección.</li> <li>- Mensual para continuidad y resistencia de aislamientos de quirófanos.</li> <li>- Revisión anual de la instalación. Realizado por una empresa instaladora autorizada.</li> <li>- Para equipos diversos, según instrucciones del fabricante.</li> </ul> Todos los controles realizados serán recogidos en un "Libro de Mantenimiento" de cada quirófano o sala de intervención.
	Locales con riesgo de incendio o explosión de clase I, excepto garajes de menos de 25 plazas.	
	Locales mojados con potencia instalada superior a 25 kW.	
	Piscinas con potencia instalada superior a 10kW.	
	Quirófanos y salas de intervención.	
Instalaciones de alumbrado exterior con potencia instalada superior a 5 kW.		
	Instalaciones comunes de edificios de viviendas de potencia total instalada superior a 100 kW.	Inspección periódica cada diez años. Realizada por Organismo de Control Autorizado.
ITC-BT-18	Tomas de tierra.	Revisión al menos anualmente en la época en la que el terreno esté más seco.

\* En relación con las revisiones debe considerarse la posible existencia de disposiciones adicionales en el ámbito de las comunidades autónomas

### REVISIONES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN

General	Tomas de tierra Revisión cada 3 años (MIE -RAT 13)
Instalaciones eléctricas de más de 1.000 voltios en corriente alterna y centros de transformación constituidos por uno o más transformadores reductores de alta a baja tensión	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contrato de mantenimiento con empresa autorizada (salvo excepciones) (Art 12 RD 3275/1982)</li> <li>2. Inspección periódica cada 3 años por un Organismo de Control Autorizado (Art 13 RD 3275/1982)</li> <li>3. Libro de instrucciones de mantenimiento (MIE-RAT 14), (MIE-RAT 15)</li> </ol>
Líneas eléctricas de alta tensión	Verificación e inspección periódica cada tres años (RD 223/2008 ITC-LAT 05)

### 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. 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.

Para considerar satisfecha la protección contra los contactos directos en las instalaciones, se puede adoptar una de las medidas que se exponen a continuación, contempladas en la ITC-BT-24.

#### Protección de instalaciones y equipos

##### *Aislamiento 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 en el tiempo. No se consideran materiales apropiados las lacas, los barnices, las pinturas y otros productos análogos.

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.

### *Interposición de barreras o envolventes*

La interposición de barreras o envolventes debe impedir todo contacto con las partes activas de la instalación. Tales barreras o envolventes 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 que éstas deben poseer como mínimo un grado de protección IP 2X (protegido contra el acceso a partes peligrosas con un dedo).

Cuando las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales son fácilmente accesibles o los equipos eléctricos deban instalarse en locales para niños de corta edad o disminuidos psíquicos, el grado de protección no será inferior a IP4X (protegido contra el acceso a partes peligrosas con un alambre de 1mm de diámetro).

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

- Con el uso de una llave o de una herramienta.
  - Con la existencia de un sistema que, tras quitar la tensión de las partes activas protegidas, impida el restablecimiento de la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes.
  - Con la existencia de una segunda barra 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.

La norma UNE 20324:1993 (que es la versión española de la norma europea EN 60529:1991), complementada y modificada por las normas UNE 20324/1M:2000 y UNE 20324:2004 Erratum, expone los grados de protección proporcionados por las envolventes, que se indican con el sistema de codificación aludido anteriormente (IP), el cual consta de las letras de código IP seguido de una primera cifra característica que indica el grado de protección de la envolvente del material eléctrico contra el ingreso de objetos extraños sólidos en el equipo o el grado de protección de las personas contra el acceso a partes peligrosas, una segunda cifra característica que expresa el

#### **CORRESPONDENCIA ENTRE EL CÓDIGO IK Y LA ENERGÍA DE IMPACTO**

Código IK	Energía de impacto en julios
IK 00	No protegido según esta norma
IK 01	0,15
IK 02	0,2
IK 03	0,35
IK 04	0,5
IK 05	0,7
IK 06	1
IK 07	2
IK 08	5
IK 09	10
IK 10	20

#### *Notas:*

1. Si bien es necesario una energía superior, se recomienda el valor de 50 julios.
2. Se ha elegido un grupo de cifras características compuesto por dos cifras a fin de evitar cualquier confusión con las antiguas normas nacionales existentes que utilizan una única cifra para indicar un valor dado de energía de impacto.



grado de protección del equipo contra la penetración de agua con efectos perjudiciales, una letra adicional y una letra suplementaria. Estas dos letras son opcionales y aportan información suplementaria sobre la protección del equipo o de las personas. Cuando no es necesaria una cifra característica, es sustituida por la letra X. Para cada cifra característica la norma describe las condiciones de ensayo para verificar las especificaciones.

La citada norma UNE 20324 es exigible reglamentariamente en virtud de lo dispuesto en la ITC-BT-02. A su vez también dicha ITC hace exigible la norma UNE-EN 50102:1996, complementada y modificada por las normas UNE-EN 50102/A1:1999 y UNE-EN 50102/A1 CORR 2002, sobre grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

La norma UNE-EN 50102 se refiere a un sistema de clasificación de los grados de protección proporcionados por los envolventes para los materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos. Se aplica a envolventes para materiales eléctricos de tensión asignada inferior o igual a 72,5 kV.

La disposición del código IK es IKXX, siendo XX un grupo de

<b>CODIFICACIÓN IP</b>				
<b>PRIMERA CIFRA</b>			<b>SEGUNDA CIFRA</b>	
<b>IP</b>	<b>Protección contra contactos eléctricos directos</b>	<b>Protección contra penetración de cuerpos sólidos extraños</b>	<b>IP</b>	<b>Protección contra penetración de agua</b>
0	Ninguna protección	Ninguna protección	0	Ninguna protección
1	Penetración mano	Cuerpos $\varnothing > 50$ mm	1	Goteo vertical
2	Penetración dedo $\varnothing > 12$ mm y 80 mm de longitud	Cuerpos $\varnothing \geq 12,5$ mm	2	Goteo desviado $15^\circ$ de la vertical
3	Penetración herramienta	Cuerpos $\varnothing \geq 2,5$ mm	3	Lluvia. Goteo desviado $60^\circ$ de la vertical
4	Penetración alambre	Cuerpos $\varnothing \geq 1$ mm	4	Proyecciones de agua en todas direcciones
5	Igual que 4	Puede penetrar polvo en cantidad no perjudicial	5	Chorros de agua en todas direcciones
6	Igual que 4	No hay penetración de polvo	6	Fuertes chorros de agua en todas direcciones
				Inmersión temporal
				Inmersión prolongada (Material sumergible)

cifras desde 00 a 10. Cada grupo de cifras representa un valor de la energía de impacto.

### *Interposición de obstáculos*

Los obstáculos (rejas, barandillas...) están destinados a impedir los contactos fortuitos con las partes activas, pero no los contactos voluntarios por una tentativa deliberada de salvar el obstáculo.

### *Alejamiento de las partes activas*

Se conseguirá separando las partes activas de la instalación a una distancia tal 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. 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, y debe limitarse su aplicación a aquellos casos en que no sea necesario utilizar elementos conductores de considerable longitud.

## DISTANCIAS DE SEGURIDAD PARA LÍNEAS AÉREAS DE BAJA Y ALTA TENSIÓN

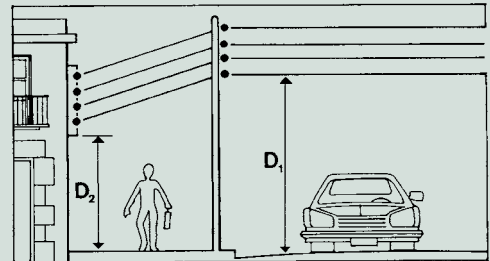
### LÍNEAS DE BAJA TENSIÓN

#### PROXIMIDADES Y PARALELISMOS con calles y carreteras (REBT ITC-BT-06 Cap. 3.9.2 Ap. 3)

$D_1 \geq 6 \text{ m}$  | Para conductores desnudos

$D_2 \geq 5 \text{ m}$  |

Para conductores aislados esta distancia puede reducirse a 4 metros cuando no vuelen junto a zonas o espacios de posible circulación rodada



### LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN

#### PASO POR ZONAS. Distancias a edificios, construcciones y zonas urbanas (RD 223/2008) ITC-LAT 07 Líneas aéreas con conductores desnudos

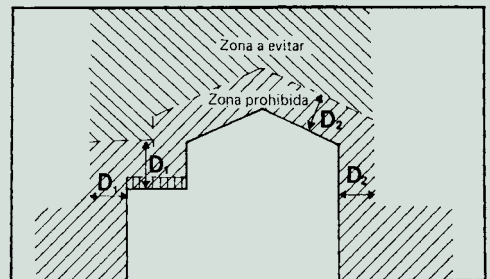
##### Zonas accesibles a las personas:

$D_1 \geq 5,5 + D_{ei}$  (en metros) ( $D_1$  mínimo = 6 m)

##### Zonas no accesibles a las personas:

$D_2 \geq 3,3 + D_{ei}$  (en metros) ( $D_2$  mínimo = 4 m)

$D_{ei}$  = Distancia de aislamiento en el aire según la tensión en kV (tabla 15 de ITC-LAT 07)



### *Utilización de pequeñas tensiones de seguridad*

No es necesario establecer medidas de protección contra contactos eléctricos directos cuando la tensión nominal entre las partes activas de polaridades diferentes sea como máximo de 24 voltios.

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 de corriente diferencial residual*

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 permita asegurarse de garantizar la 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 de corte automático de la corriente eléctrica de alta sensibilidad, es decir, capaces de actuar para fugas de corriente de intensidades inferiores a 0,03 amperios. La utilización de estos dispositivos no deberá realizarse nunca en sustitución de una de las medidas de protección antedichas.

Como ejemplo de aplicación cabe citar la instalación de 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 alvéolos de las tomas de corriente en caso de rotura de sus envoltentes 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.

Las personas y empresas que se dedican a realizar trabajos en instalaciones eléctricas deberán acreditar que aplican los conocimientos y procedimientos que se exponen a continuación.

---

**Medidas para  
realizar trabajos  
eléctricos**

### *Instrucción y habilitación del personal*

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

- Riesgos eléctricos y medidas de seguridad que se adoptan en la empresa.
- Características técnicas de las instalaciones eléctricas en que deba trabajar.
- Procedimientos a adoptar en los trabajos que tenga asignados.
- Características, 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.

En el RD 614/2001 se definen tres tipos de trabajadores en instalaciones eléctricas en función de la formación y cualificación que deben poseer:

- *Trabajador autorizado*: trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta, según los procedimientos establecidos en el Real Decreto.
- *Trabajador cualificado*: trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.
- *Jefe de trabajo*: persona designada por el empresario para asumir la responsabilidad efectiva de los trabajos. Debe ser trabajador cualificado.

#### **FORMACIÓN/CUALIFICACIÓN MÍNIMA DE LOS TRABAJADORES PARA REALIZAR TRABAJOS ELÉCTRICOS**

	<b>Trabajos sin tensión</b>	<b>Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones</b>	<b>Trabajos en tensión</b>	<b>Trabajos en proximidad</b>
BAJA TENSIÓN	<b>A</b> (para suprimir y reponer la tensión) <b>T</b>	<b>A</b>	<b>C</b> <b>A</b> (reponer fusibles)	Preparación: <b>A</b> Realización: <b>T</b>
ALTA TENSIÓN	<b>C</b> (para suprimir y reponer la tensión) <b>T</b>	<b>C</b> <b>C</b> auxiliado por A <b>A</b> (para maniobras)	<b>C + AE</b> con vigilancia del Jefe de trabajo <b>C</b> (reponer fusibles a distancia)	Preparación: <b>C</b> Realización: <b>A</b> <b>T</b> bajo vigilancia de un A

T= cualquier trabajador / A = autorizado / C = cualificado / C+AE = cualificado y autorizado por escrito

*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:

Relación de trabajos eléctricos que se deban 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.

Deberá realizarse una preparación y planificación de los trabajos antes de su ejecución. El procedimiento de operaciones deberá ajustarse a lo establecido al respecto en el art. 4 del Real Decreto 614/2001, sobre técnicas y procedimientos de trabajo. El procedimiento de trabajo, además de la secuencia de operaciones a realizar, debe incluir los medios materiales de trabajo y de protección y los recursos humanos necesarios.

En los diferentes anexos del RD se determinan procedimientos específicos para:

- Dejar una instalación sin tensión, antes de realizar un trabajo, y reponer la tensión al finalizarlo.
- Trabajar en instalaciones en tensión.
- Realizar maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones eléctricas.
- Trabajar en proximidad de elementos en tensión (incluidas las líneas eléctricas aéreas o subterráneas).
- Trabajar en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión, o en los que pueda producirse una acumulación peligrosa de carga electrostática.

Salvo las excepciones que se indican más adelante, todo trabajo en una instalación eléctrica o en su proximidad deberá efectuarse sin tensión. Para dejar la instalación eléctrica sin tensión deben seguirse las “cinco reglas de oro”, que se explican en el apartado siguiente.

## **LAS CINCO REGLAS DE ORO PARA TRABAJAR EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

Los trabajos realizados sin tensión en alta y baja tensión están considerados en el anexo II.A del Real Decreto 614/2001. Las cinco reglas de oro que se presentan son un extracto básico de dicho anexo, a tener en cuenta para trabajar en condiciones seguras. En el anexo II.B se establecen disposiciones particulares que comple-

LAS "5 REGLAS DE ORO" PARA TRABAJAR EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RD 614/2001. Anexo II)		TIPO DE INSTALACIÓN	
		BAJA TENSIÓN U < 1000 V	ALTA TENSIÓN U ≥ 1000 V
1ª	Desconectar.	OBLIGATORIO	OBLIGATORIO
2ª	Prevenir cualquier posible realimentación.	OBLIGATORIO, SI ES POSIBLE	OBLIGATORIO, SI ES POSIBLE
3ª	Verificar la ausencia de tensión.	OBLIGATORIO	OBLIGATORIO
4ª	Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.	SI PUEDEN PONERSE ACCIDENTALMENTE EN TENSIÓN	OBLIGATORIO
5ª	Proteger frente a los elementos próximos en tensión y delimitar la zona de trabajo mediante señalización o pantallas aislantes	RECOMENDABLE	OBLIGATORIO

mentan o modifican, según los casos, las disposiciones generales del anexo II.A, para la realización de los siguientes trabajos: reposición de fusibles, trabajos en líneas aéreas y conductores de alta tensión, trabajos en instalaciones con condensadores que permitan una acumulación peligrosa de energía y trabajos en transformadores y en máquinas en alta tensión.

Antes de comenzar la aplicación del procedimiento para suprimir la tensión es necesario identificar la zona y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo.

*Primera: Desconectar.*

Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión mediante interruptores o seccionadores que aseguren la imposibilidad de su cierre intempestivo. Para que el corte pueda ser visible tendría que ser en circuitos que no estén en carga, en los que no se produce arco eléctrico. En éstos no se necesita extinguir el arco que supondría el uso de otros interruptores de corte no visible.



*Segunda: Prevenir cualquier posible realimentación.*

Enclavar o bloquear, si es posible, los aparatos de corte. El enclavamiento o bloqueo es el conjunto de operaciones destinadas a impedir la maniobra de un aparato de corte, manteniéndolo en una posición determina-

da. Esta medida preventiva pretende evitar un fallo técnico, un error humano o cualquier causa imprevista. En el bloqueo físico se coloca un elemento aislante entre las partes del aparato de corte que hay que bloquear para imposibilitar físicamente la unión de sus contactos.

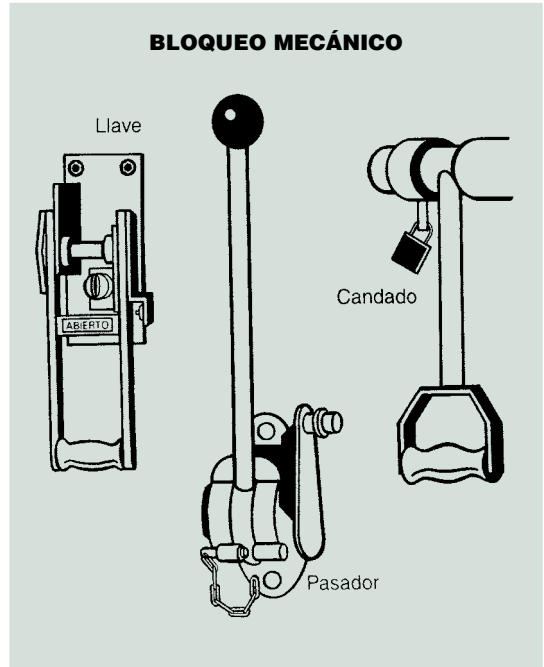
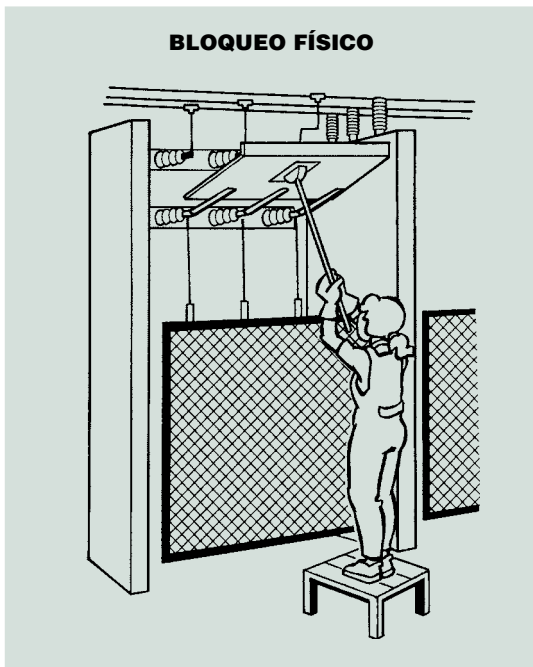
En el bloqueo mecánico se inmoviliza el mando del aparato de corte mediante cerraduras y candados, con la particularidad de cierre o apertura mediante dos o tres llaves de accionamiento simultáneo. Estas llaves se distribuyen entre los distintos responsables que se deben poner de acuerdo para desbloquear el citado mando del aparato de corte.

TODO TRABAJO EN UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEBE EFECTUARSE SIN TENSIÓN, DEBIENDO APLICARSE LAS CINCO REGLAS DE ORO DE SEGURIDAD

El bloqueo eléctrico se realiza impidiendo el funcionamiento del aparato mediante la apertura del circuito de accionamiento. En el bloqueo neumático se actúa sobre la alimentación del circuito de aire comprimido vaciando el calderín que acciona el mando del interruptor. Además, se deberían señalar las limitaciones del aparato de corte colocando las señales sobre su mando de accionamiento.

*Tercera: Verificar la ausencia de tensión.*

Mediante los elementos y aparatos adecuados se verifica, sobre los conductores de la instalación eléctrica, que todas las fuentes



de tensión han sido abiertas. Durante el reconocimiento se deberá proceder como si la instalación estuviera en tensión.

*Cuarta: Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.*

La puesta a tierra se debe hacer a ambos lados donde se efectúan los trabajos o maniobras. La protección completa se consigue con la puesta a tierra y el cortocircuito ya que se origina la unión equipotencial de los elementos cortocircuitados en la instalación eléctrica.

*Quinta: Proteger frente a los elementos próximos en tensión y delimitar la zona de trabajo mediante señalización o pantallas aislantes.*

La señalización de la zona de trabajo consiste en delimitarla con cintas, vallas, etc. de tal forma que se prevenga el riesgo de accidente eléctrico.

## TRABAJOS EN TENSIÓN

Podrán realizarse con la instalación en tensión las operaciones elementales y los trabajos en instalaciones con tensiones de seguridad, con las precauciones indicadas en el artículo 4.3 del RD 614/2001; las maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones cuya naturaleza así lo requiera, siguiendo las disposiciones del anexo IV, y los trabajos cuyas condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran. En este último caso deben cumplirse las disposiciones establecidas en el anexo III y, si se trata de trabajos en proximidad, en el anexo V.

Existen tres métodos de trabajo en tensión:

- *A potencial*, en el que el trabajador realiza su trabajo después de haberse puesto al mismo potencial del elemento de trabajo.
- *A distancia*, en el que el trabajador permanece a una distancia mínima establecida de los elementos en tensión.
- *En contacto con los elementos en tensión*, en el que el trabajador utiliza equipos de protección individual y herramientas aislantes.

En cualquier caso, se deberá garantizar la protección frente al riesgo eléctrico de los trabajadores, que deberán disponer de un apoyo sólido y estable que les permita tener las manos libres, una iluminación adecuada, y no llevarán objetos conductores, tales como pulseras, relojes, cadenas o cierres de cremallera metálicos que puedan contactar accidentalmente con elementos en tensión.



En cada caso deberá emplearse el material de seguridad adecuado al trabajo que se vaya a realizar: guantes, calzado y casco aislantes, banquetas o alfombras aislantes, vainas o caperuzas aislantes, comprobadores o discriminadores de tensión, herramientas aislantes, material de señalización (discos, barreras, banderines, etc.), equipos de puesta a tierra y en cortocircuito o pértigas aislantes.

## PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ELÉCTRICOS INDIRECTOS

Los sistemas de protección contra contactos eléctricos indirectos tratan de prevenir los contactos peligrosos de las personas con masas que accidentalmente se han puesto en tensión. Se basan 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.

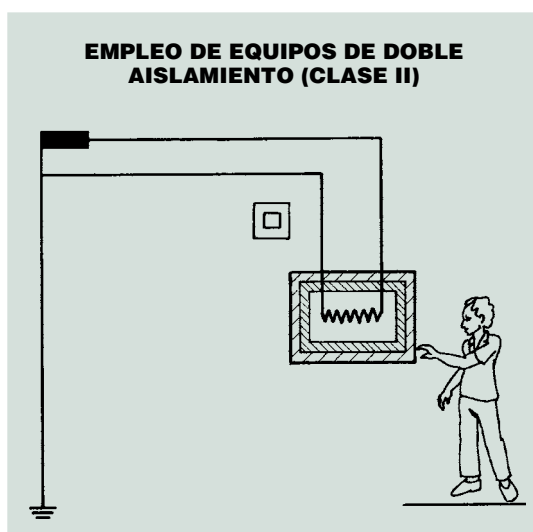
La ITC-BT-24 contempla los diversos “sistemas de protección”. A continuación se describen los de uso más corriente.

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. Baza su seguridad en que, por características constructivas, la probabilidad de que las masas accesibles queden en tensión es muy baja.

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 4.000 V). Se reconocen por el símbolo  $\square$  y deben ser acordes con las normas UNE 20460-4-41:1998 y UNE 20460-4-41/1M:2003 que describen sus características.

Se aplica a pequeños receptores, como electrodomésticos, cajas y cuadros eléctricos, máquinas de oficina, herramientas eléctricas manuales, etc.

### Doble aislamiento



### Separación de circuitos

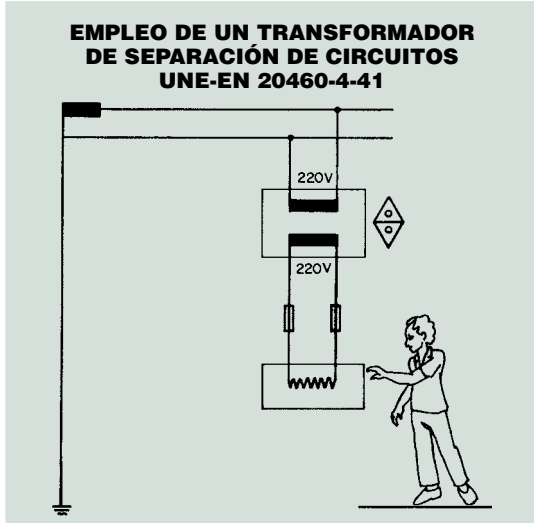
Este sistema de protección consiste en mantener separados el circuito de utilización y la fuente de energía, por medio de un transformador, manteniendo aislados de tierra a todos los conductores del circuito de utilización.

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

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.



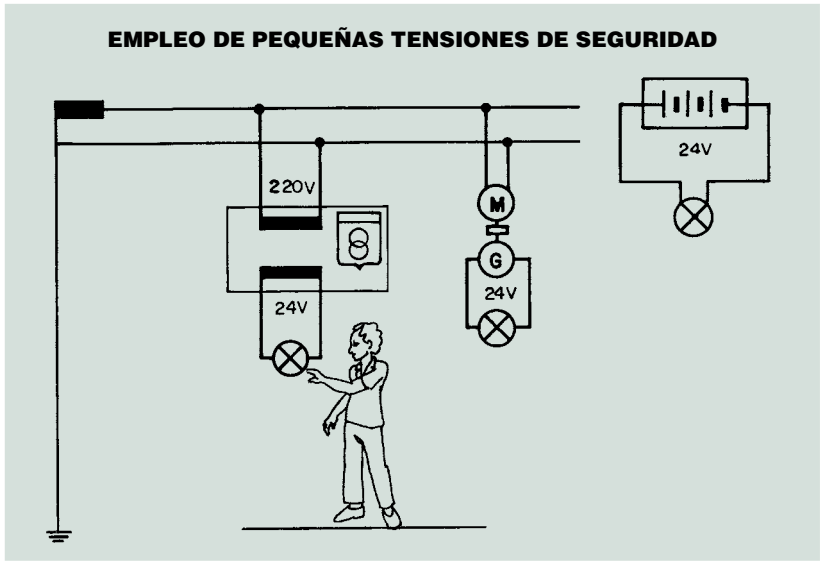
### Empleo de pequeñas tensiones de seguridad

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 un transformador de seguridad (que debe cumplir con las especificaciones de la norma UNE-EN 61558), baterías de acumuladores o un grupo motor generador.

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.

Los autotransformadores están prohibidos.



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

**Protección por corte automático de la alimentación**

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

Este es el sistema de protección de mayor implantación. Se basa en que la aparición de un primer defecto de aislamiento en las masas a proteger provoca:

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

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

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 tal que:

$$I_d > I_{\Delta N}$$

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 y 5 A. Se denominan diferenciales de alta sensibilidad si  $I_{\Delta N} \leq 30$  mA.

Basándose en los diferentes tipos y líneas de consumo (alum-

LA PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS ASOCIADAS A LOS DIFERENCIALES ES EL SISTEMA DE PROTECCIÓN MÁS COMÚN FRENTE A CONTACTOS ELÉCTRICOS INDIRECTOS

brado y fuerza) de una instalación general y para evitar que pueda quedar con relativa facilidad fuera de servicio ante una eventual fuga de corriente en la masa de un equipo, se subdivide tal instalación general en diferentes líneas, protegidas cada una de ellas con sus correspondientes diferenciales de sensibilidad adecuada, permaneciendo el suministro principal de entrada a su vez protegido con un diferencial de sensibilidad menor.

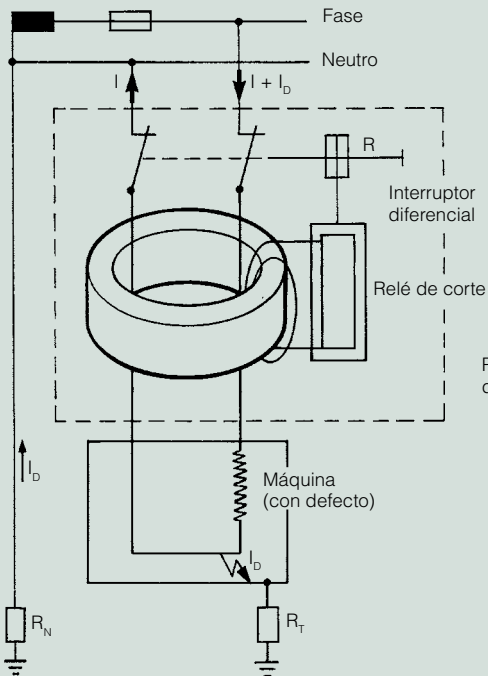
Este dispositivo provoca el

*Puesta a tierra de las masas y dispositivo de corte por tensión de defecto. (Esquema TT)*

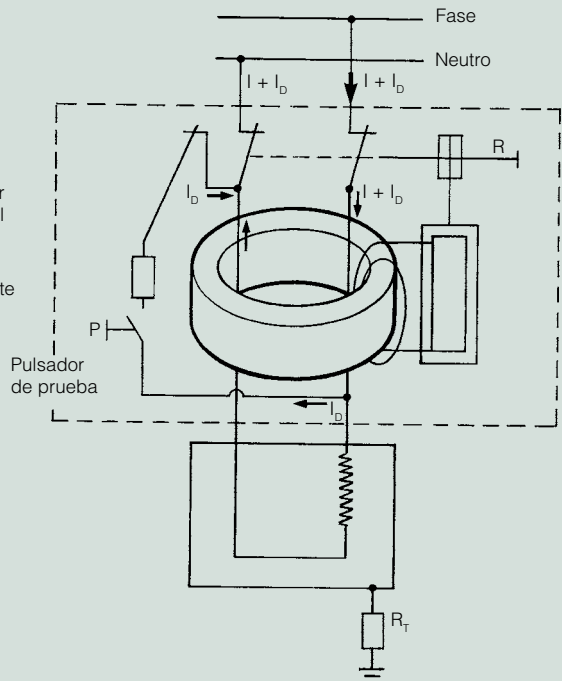
En este caso la protección se consigue por medio de un relé de tensión que tiene por finalidad evitar la persistencia de una tensión de contacto demasiado elevada en aquella zona de la instalación que no forma parte del circuito activo. Este dispositivo provoca el

#### CONEXIÓN DEL INTERRUPTOR DIFERENCIAL EN EL ESQUEMA TT

##### PROTECCIÓN MEDIANTE PUESTA A TIERRA E INTERRUPTOR DIFERENCIAL



##### MECANISMO DE PRUEBA DEL INTERRUPTOR DIFERENCIAL PROVOCANDO UNA CORRIENTE DERIVADA



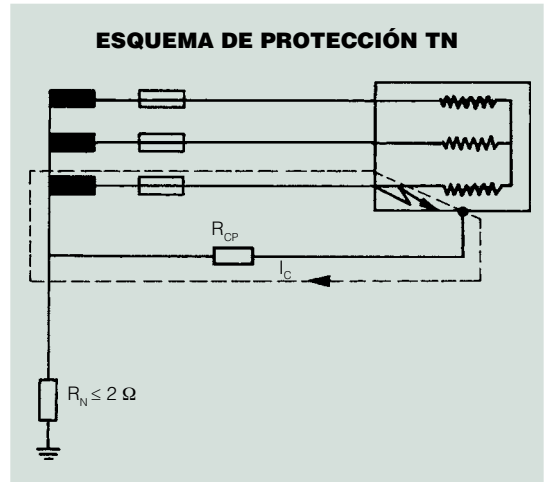
corte de suministro en todos los conductores activos al aparecer la tensión peligrosa. Actúa para una tensión de defecto con un valor máximo de 50 V en locales secos, o de 24 V en locales húmedos. La desconexión de los conductores activos tiene lugar en un tiempo inferior a cinco segundos, según el REBT. Las aplicaciones de este sistema están en desuso.

*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 en valores inferiores a la tensión de seguridad. Al primer defecto franco, la protección debe actuar antes de cinco 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 o 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.

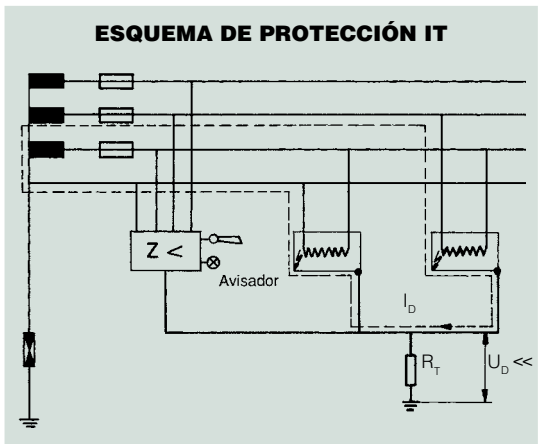


*Neutro aislado de tierra (Esquema IT)*

Cuando el neutro está 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 omnipolar. El conductor neutro deberá considerarse como activo a todos los efectos.

El sistema es incompatible en una misma red con esquema TT o TN. Es un sistema adecuado para proteger cualquier instalación siempre que se disponga de transformador propio y tiene la ventaja de que no detiene el proceso al primer defecto.

### FIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ELÉCTRICOS INDIRECTOS

Los sistemas de protección descritos en el apartado anterior se pueden ordenar en función de su fiabilidad como se muestra en el cuadro adjunto. Cuando todos los sistemas de protección funcionan correctamente 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

Sistemas de protección ordenados de mayor a menor fiabilidad		Símbolo
1	- Tensiones de seguridad	
2	- Separación de circuitos	
3	- Doble aislamiento	
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 tensión de defecto	
6	- Diferenciales de alta sensibilidad sin puesta a tierra. - Dispositivo de tensión de defecto sin puesta a tierra	

APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS					
TIPO DE RECEPTOR EMPLAZAMIENTO	FIJO	MÓVIL	PORTÁTIL	ALUMBRADO PORTÁTIL	
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					

emplazamientos secos). No obstante, en algunos sistemas existe la considerable posibilidad 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.

Para cada situación deberá adoptarse uno de los sistemas de protección indicados, no admitiéndose sistemas de menor fiabilidad salvo por exigencias técnicas insalvables como en el caso de que la potencia del receptor sea muy elevada. Los receptores deberán disponer, además, del grado de protección adecuado contra la penetración de sólidos y agua.

### PROTECCIÓN EN ATMÓSFERAS CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN

Hasta ahora se han expuesto las directrices para evitar el riesgo de electrocución. Para que la electricidad tampoco sea causa de un incendio o una explosión existen otro tipo de medidas que se exponen a continuación.

En la realización de trabajos en lugares con este riesgo se deben seguir las disposiciones del anexo VI del RD 614/2001.

Las prescripciones particulares para las instalaciones y equipos eléctricos en emplazamientos con atmósferas explosivas están reglamentadas en la ITC-BT-29. Existen dos clases de emplazamientos:

- I) Debido a la presencia o posible presencia de gases explosivos, vapores o nieblas.
- II) Debido a la presencia o posible presencia de polvo combustible.

Para las áreas con peligro debido a la presencia de gases explosivos, vapores o nieblas existen los siguientes modos de protección, cada uno de los cuales se representa con una letra en el marcado de los equipos:

- *Seguridad intrínseca* “i”. La protección por seguridad intrínseca de un circuito o una parte de él es aquella en la que cualquier chispa o efecto eléctrico que pueda producirse, normal o accidentalmente, es incapaz de provocar, en las condiciones de ensayo prescritas, la ignición de la mezcla inflamable para la cual se ha previsto dicho circuito o parte del mismo.
- *Seguridad aumentada* “e”. Es aquella en la que se toman cierto número de precauciones especiales para evitar arcos o chispas en aparatos que en servicio normal no las producen.
- *Envolvente antideflagrante* “d”. La protección es una envolvente del aparato eléctrico capaz de soportar la explosión interna de una mezcla inflamable que haya penetrado en su interior, sin

sufrir avería en su estructura y sin transmitir la inflamación interna, por sus juntas de unión u otras comunicaciones, a la atmósfera explosiva exterior compuesta por cualquiera de los gases o vapores para los que está prevista.

- *Sobrepresión interna “p”*. Es aquella en que las máquinas o materiales eléctricos están provistos de una envoltura o están instalados en una sala en la que se impide la entrada de los gases o vapores inflamables, manteniendo en su interior aire u otro gas no inflamable a una presión superior a la de la atmósfera exterior.
- *Aislante pulverulento “q”*. La protección es por relleno de arena de cuarzo de las partes del material eléctrico que están bajo tensión. El aislante cumple con determinadas condiciones.
- *Encapsulado “m”*. Es aquella en la que los elementos que hay que proteger están encerrados (envueltos) en una resina, de tal manera que una atmósfera explosiva no pueda ser inflamada ni por chispa ni por contactos con puntos calientes internos del encapsulado.
- *Inmersión en aceite “o”*. Es aquella en la que la protección del material eléctrico se realiza de forma que no puedan inflamarse los gases o vapores inflamables que se hallen por encima del nivel de aceite y en el exterior de la envoltura.
- *Protección “n”*. Aparatos que no generan arcos o chispas o temperaturas peligrosas en servicio normal.

El material eléctrico debe seleccionarse de tal modo que garantice que su temperatura superficial máxima no supere la temperatura

de autoignición de los gases, vapores o nieblas presentes. En función de la temperatura superficial máxima que alcanza, el material eléctrico se divide en seis clases de temperatura.

Para las áreas con peligro debido a la presencia de polvo combustible se tiene que impedir la entrada de polvo en el interior de los equipos eléctricos mediante los grados de protección IP cuya primera cifra característica sea 5 o 6. Los modos de protección en equipos eléctricos son: envoltura “tD”, presurización “pD”, seguridad intrínseca “iaD” y “ibD” y encapsulado “maD” y “mbD”.

CLASES DE TEMPERATURA DEL MATERIAL ELÉCTRICO	
Clases de temperatura	Temperatura superficial máxima
T1	450° C
T2	300° C
T3	200° C
T4	135° C
T5	100° C
T6	85° C

## HERRAMIENTAS PORTÁTILES

Según la ITC-BT-47, las herramientas portátiles utilizadas en obras de construcción de edificios, canteras y, en general, en el



exterior, deberán ser de clase II o de clase III. Las herramientas de clase I pueden ser utilizadas en los emplazamientos citados, debiendo, en este caso, ser alimentadas por medio de un transformador de separación de circuitos. Cuando estas herramientas se utilicen en obras o emplazamientos muy conductores, tales como en trabajos de hormigonado, en el interior de calderas o de tuberías metálicas u otros análogos, las herramientas portátiles a mano deben ser de clase III.

Los interruptores deben estar situados de forma que, depositadas las herramientas portátiles sobre un plano horizontal en todas las posiciones posibles, no haya riesgo de que se pongan en funcionamiento de una forma accidental y, por otra parte, de forma que pueda llevarse a la posición de abierto o funcionamiento por el operario sin que éste tenga que dejar de empuñar la herramienta.

Las herramientas portátiles eléctricas pueden presentar un posible deterioro en el cableado eléctrico, alterándose su aislamiento eléctrico, debido a sus condiciones de utilización. Para evitarlo hay que procurar que el uso de la herramienta no comporte posiciones forzadas de tal cableado ni su exposición a fricciones (ubicación a ras del suelo, cantos de máquinas o mobiliario, etc.). Para ello, considerando además los aspectos ergonómicos, puede ser una solución mantener la herramienta portátil colgada con resorte en lugares fijos de trabajo y el cableado eléctrico también dispuesto en posición vertical en una línea de distribución especialmente colocada para este fin. En todo caso se trata de evitar que los cables eléctricos, por una deficiente conexión a las fuentes de alimentación, puedan verse expuestos a un deterioro acelerado. La revisión periódica de las herramientas eléctricas debería tener en cuenta tales cuestiones.

La clasificación de los receptores en lo relativo a la protección contra choques eléctricos en las clases 0, I, II y III está expuesta en la ITC-BT-43 del REBT.



En todas las actividades industriales y agrícolas y también en los servicios y en la vida doméstica, se emplean gran cantidad de sustancias químicas de síntesis cuya producción ha aumentado vertiginosamente en las últimas décadas; solamente entre los años 1930 y 2000, las cantidades producidas se multiplicaron por 400. Existen en el mundo unos 7.000.000 de productos químicos registrados y aproximadamente unos 70.000 se emplean habitualmente en la industria, creciendo en número, de año en año. En la Unión Europea (UE) se considera que hay más de 30.000 sustancias que, solas o en mezclas, se emplean en cantidades superiores a una tonelada al año. Aunque existe la creencia de que uno de los principales problemas radica en los productos que cada año aparecen en el mercado desconociéndose sus efectos nocivos para la salud de la población y para el medio ambiente, la realidad es que la mayoría de los problemas provienen de los productos que llevan años usándose, de los que, con su uso, se han detectado nuevas o más importantes características de peligrosidad que afectan, tanto a los usuarios (trabajadores y público en general), como al medio ambiente.

En el ámbito de la UE está en marcha el Reglamento (CE) 1907/2006 REACH que prevé la reordenación completa de la gestión de los productos químicos, quedando bajo responsabilidad de los fabricantes, importadores y usuarios el control de los mismos, y que afecta a prácticamente todas las sustancias químicas peligrosas que hay o puede haber en el mercado europeo. Este reglamento, que fue posteriormente modificado mediante el Reglamento (CE) 1272/2008 CLP (Clasificación, etiquetado y envasado), que transponía y adecuaba a la UE la propuesta del SGA (Sistema globalmente armonizado, GHS en inglés), ha absorbido y modificado la anterior legislación sobre limitación de uso (RD1406/1989), sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias (RD 363/1995) y preparados (mezclas)

peligrosos (RD 255/2003), así como la evaluación de sustancias existentes (Reglamento (CE) 1488/1994), dejando en manos de la Agencia Europea de Productos Químicos (ECHA) la gestión y el control de los productos químicos en la UE.

Los puntos básicos de esta legislación se resumen a continuación:

- Todas las sustancias peligrosas, solas o en mezclas, son objeto del Reglamento
- Las sustancias fabricadas o importadas en más de 1 t/año son sometidas a un proceso obligatorio de registro con unos plazos preestablecidos
- Los fabricantes e importadores son los responsables de identificar los peligros de las sustancias, asociados a sus usos, y de establecer las condiciones adecuadas para la utilización segura por parte de los usuarios
- Los usuarios de las sustancias químicas deben comunicar a sus suministradores los usos previstos de las mismas para que aquéllos los contemplen al establecer sus condiciones de utilización
- La Ficha de Datos de Seguridad (FDS) se convierte en el documento principal de transmisión de la información
- Para los productos de mayor utilización (>10t/año) las FDS incluirán anexos con los escenarios de exposición previstos y las condiciones de utilización segura para cada uno de éstos
- Las sustancias contenidas en artículos también son objeto del Reglamento
- Las sustancias más peligrosas para la salud y el medio ambiente son sometidas a un riguroso proceso de autorización
- Se mantiene el mecanismo existente de limitación de uso
- Se mantiene el sistema de ensayos existente recogido en un nuevo reglamento específico
- La Agencia Europea de Productos Químicos (ECHA) es la entidad gestora del Reglamento
- Se establecen tres tipos de peligros (físicos, para la salud y para el medio ambiente) en lugar de las cuatro categorías de peligro (según propiedades fisicoquímicas y toxicológicas y efectos específicos para la salud y el medio ambiente)
- Los peligros físicos se subdividen en 16 clases y 45 categorías
- Los peligros para la salud se subdividen en 10 clases y 28 categorías
- Los peligros para el medio ambiente se dividen en 2 clases y 6 categorías
- Se establecen unos nuevos pictogramas
- Se establecen unas nuevas palabras de advertencia (peligro, atención) que sustituyen a las indicaciones de peligro
- Se establecen unas nuevas indicaciones de peligro (frases H) que sustituyen a las frases R

- Se establecen unos nuevos consejos de precaución (frases P) que sustituyen a las frases S
- El Ministerio de Sanidad y Política Social es la autoridad competente y en el ejercicio de estas competencias coordinará sus actuaciones con los Ministerios de Trabajo e Inmigración, de Ciencia e Innovación, de Fomento y de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Por otra parte, corresponde a los órganos competentes de las Comunidades Autónomas la vigilancia, inspección y control de las sustancias y mezclas comercializados en sus respectivos territorios, así como el ejercicio de la potestad sancionadora (Ley 8/2010).

La reglamentación anterior va dirigida a la protección de todos los usuarios de los productos químicos comercializados. Cuando además estos productos están presentes en el trabajo, tanto si dicha presencia está originada por la actividad laboral como si es propia de los locales o espacios en los que estén situados los lugares de trabajo, la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra riesgos relacionados con los agentes químicos está regulada por el RD 374/2001. Los riesgos relacionados con los agentes químicos se pueden subdividir en riesgos de accidente, si el efecto se produce tras una única exposición, y en exposición crónica a los mismos. Este RD establece que el empresario debe determinar si existen agentes químicos peligrosos en el lugar de trabajo. Si es así, se deberán aplicar las medidas generales de prevención, dar información y formación a los trabajadores y realizar la correspondiente evaluación. Si del resultado de la misma se concluye que el riesgo es leve, se continuarán aplicando las medidas básicas. En caso contrario, se aplicarán medidas específicas, entre las que se incluyen aspectos de vigilancia de la salud. También incluye medidas a tomar para evitar accidentes (explosiones, fugas, incendios, salpicaduras) y regula las actuaciones en caso de accidente, incidente o emergencia. Este último punto es el que se abordará en este capítulo, ya que el resto entra dentro del campo de la Higiene Industrial.

Los riesgos químicos son debidos a factores intrínsecos de los propios productos en sus condiciones de empleo, por tener determinadas propiedades fisico-químicas o reactividad química, determinantes de su peligrosidad, o bien a factores externos a los mismos por la manera con que éstos se utilizan, ya sea en su almacenamiento, transporte, manipulación o procesado. Los fallos pueden ser debidos a las instalaciones o equipos, a la organización o también al comportamiento humano inadecuado, debido este último básicamente al desconocimiento de la peligrosidad del producto o proceso químico en cuestión y a 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 fundamenta-

les de las mismas que nos permitan identificarlas, así como aquellas medidas preventivas básicas a tener en cuenta en la utilización de sustancias químicas y cuya omisión es causa frecuente de accidentes, especialmente en las operaciones manuales de trasvase y transporte. Se tratarán también las intervenciones en instalaciones peligrosas para realizar trabajos de mantenimiento y limpieza, así como unas nociones básicas sobre sistemas de medición ambiental para evaluar los riesgos de las atmósferas inflamables y tóxicas y sobre planes de emergencia.

## 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.

TIPOS DE PELIGROS, CLASES Y CATEGORÍAS	
<b>PELIGROS FÍSICOS</b>	<p><b>Explosivos</b> (7 cat.)</p> <p><b>Inflamables</b> (Gases, Aerosoles, Líquidos y Sólidos) (9 cat.)</p> <p><b>Comburentes</b> (Líquidos, Sólidos y Gases) (7 cat.)</p> <p><b>Gases a presión</b> (Gas comprimido, Gas licuado, Gas refrigerado, Gas disuelto) (4 cat.)</p> <p><b>Sustancias autorreactivas</b> (5 cat.)</p> <p><b>Pirofóricos</b> (Líquidos y Sólidos) (2 cat.)</p> <p><b>Sustancias que experimentan calentamiento espontáneo</b> (2 cat.)</p> <p><b>Sustancias/mezclas que en contacto con el agua desprenden gases inflamables</b> (3 cat.)</p> <p><b>Peróxidos orgánicos</b> (5 cat.)</p> <p><b>Corrosivos para metales</b> (1 cat.)</p>
<b>PELIGROS PARA LA SALUD</b>	<p><b>Toxicidad aguda</b> (4 cat.)</p> <p><b>Corrosión/irritación cutánea</b> (4 cat.)</p> <p><b>Lesiones oculares graves/irritación ocular</b> (2 cat.)</p> <p><b>Sensibilización respiratorio/cutánea</b> (2 cat.)</p> <p><b>Mutagenicidad en células germinales</b> (3 cat.)</p> <p><b>Carcinogenicidad</b> (3 cat.)</p> <p><b>Toxicidad para la reproducción/lactancia</b> (3/1 cat.)</p> <p><b>Toxicidad sistémica específica en órganos diana</b> (exposición única) (3 cat.)</p> <p><b>Toxicidad sistémica específica en órganos diana</b> (exposiciones repetidas) (2 cat.)</p> <p><b>Peligro por aspiración</b> (1 cat.)</p>
<b>PELIGROS PARA EL MEDIO AMBIENTE</b>	<p><b>Peligroso para el medio ambiente acuático</b> (5 cat.)</p> <p><b>Peligroso para la capa de ozono</b> (1 cat.)</p>

En el cuadro de la página anterior se han relacionado los distintos tipos de peligros físicos, para la salud y para el medio ambiente, basados en las propiedades físico-químicas, en las toxicológicas y en los efectos sobre el medio ambiente. Para ello se ha empleado la clasificación del Reglamento SGA-CLP (CE) 1272/2008 ya comentado, que, asimismo, establece unos nuevos pictogramas, indicaciones de peligro, (ver cuadros adjuntos) y consejos de precaución



<b>EJEMPLOS DE FRASES H, INDICACIONES DE PELIGRO</b>	
<b>Indicaciones de peligros físicos</b>	<b>H200</b> Explosivo inestable
	<b>H220</b> Gas extremadamente inflamable
	<b>H240</b> Peligro de explosión en caso de calentamiento
	<b>H280</b> Contiene gas a presión; peligro de explosión en caso de calentamiento
<b>Indicaciones de peligro para la salud humana</b>	<b>300</b> Mortal en caso de ingestión
	<b>315</b> Provoca irritación cutánea
	<b>340</b> Puede provocar defectos genéticos
	<b>350</b> Puede provocar cáncer
	<b>373</b> Puede provocar daños en los órganos XXX tras exposiciones prolongadas o repetidas por vía YYY
<b>Indicaciones de peligro para el medio ambiente</b>	<b>400</b> Muy tóxico para los organismos acuáticos
	<b>413</b> Puede ser nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos
<b>Información suplementaria sobre los peligros*</b>	<b>EUH 001</b> Explosivo en estado seco
	<b>EUH 070</b> Tóxico en contacto con los ojos
	<b>EUH 059</b> Peligroso para la capa de ozono
	<b>EUH 401</b> A fin de evitar riesgos para las personas y el medio ambiente, siga las instrucciones de uso

\* Se refiere a frases específicas en el ámbito de la UE que no existen en el SGA

(ver cuadro adjunto). La peligrosidad de los productos químicos se establece a partir de datos existentes, disponibles u obtenidos mediante métodos de ensayo normalizados según los Reglamentos (CE) 440/2008, 761/2009 y 1152/2010.

<b>EJEMPLOS DE CONSEJOS DE PRECAUCIÓN</b>	
<b>Consejos Generales</b>	<b>P 102</b> Mantener fuera del alcance de los niños
	<b>P 103</b> Leer la etiqueta antes del uso
<b>Consejos de Prevención</b>	<b>P 201</b> Pedir instrucciones especiales antes del uso
	<b>P 210</b> Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes. — No fumar
	<b>P 233</b> Mantener el recipiente herméticamente cerrado
	<b>P 244</b> Mantener las válvulas de reducción limpias de grasa y aceite
<b>Consejos de respuesta</b>	<b>P 284</b> Llevar equipo de protección respiratoria
	<b>P 304+340</b> EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar
	<b>P 310</b> Llamar inmediatamente a un CENTRO DE INFORMACION TOXICOLÓGICA o a un médico
	<b>P 330</b> Enjuagarse la boca
	<b>P 360</b> Aclarar inmediatamente con agua abundante las prendas y la piel contaminadas antes de quitarse la ropa
<b>Consejos de almacenamiento</b>	<b>P 380</b> Evacuar el área
	<b>P 370+P 380+P 375</b> En caso de incendio: Evacuar la zona. Luchar contra el incendio a distancia, dado el riesgo de explosión
	<b>P 403</b> Almacenar en un lugar bien ventilado
	<b>P 420</b> Almacenar alejado de otros materiales
<b>Consejos de eliminación</b>	<b>P 410+P412</b> Proteger de la luz del sol. No exponer a temperaturas superiores a 50°C/122°F
	<b>P 501</b> Eliminar el contenido/el recipiente en ...

### **Peligrosidad según las propiedades físico-químicas**

En función de determinados parámetros físico-químicos de las sustancias, éstas tendrán comportamientos que puedan ser peligrosos. La densidad relativa respecto al aire, la solubilidad en agua, la presión de vapor, etc. son algunos de los parámetros a conocer que, junto a otros directamente asociados al riesgo de incendio y explosión, permiten evaluar el riesgo intrínseco de las sustancias y productos.



### *Explosivos*

Son las sustancias y mezclas sólidas, líquidas pastosas o gelatinosas que, incluso en ausencia de oxígeno del aire, puedan reaccionar de forma exotérmica con rápida formación de gases y que, en determinadas condiciones de ensayo, detonan, deflagran rápidamente o, bajo el efecto del calor, en caso de confinamiento parcial, explotan.

### *Comburentes*

Son las sustancias y mezclas que, en contacto con otras sustancias, en especial con sustancias combustibles, pueden producir una reacción fuertemente exotérmica.

### *Inflamables*

Son las sustancias combustibles más peligrosas ya que arden con extraordinaria facilidad -con un aporte inicial de calor muy pequeño - 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 generar atmósferas inflamables. 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 inflamación o temperatura de destello ("flash point")* es el principal parámetro determinante de la peligrosidad, en especial de los líquidos, ya que es la temperatura mínima en condiciones normales de presión (101,3 kPa) 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 (foco de ignición), dando una idea clara sobre la susceptibilidad relativa de un líquido a la ignición.

Precisamente esa cantidad expresada como concentración mínima de vapores o gases en el aire capaz de inflamarse es el *límite inferior de inflamabilidad*. Entre éste y el límite superior de inflamabilidad queda delimitado el campo de concentraciones peligrosas o *rango de inflamabilidad*. 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.

En el caso de los gases, se consideran inflamables cuando presenten un rango de inflamabilidad a 20°C y 101,3 kPa. Por lo que se refiere a los líquidos, se consideran in-

EL PUNTO DE INFLAMACIÓN ES UN FACTOR DETERMINANTE DE PELIGROSIDAD PARA LOS LÍQUIDOS INFLAMABLES

flamables aquellos líquidos combustibles con punto de ebullición inicial igual o inferior a 60°C, clasificándose en distintas categorías en función de su punto de inflamación (<23 o ≥23°C). En este sentido, debe tenerse en cuenta que los líquidos, como tales, no arden, sino que lo hacen los vapores que desprenden; de ahí la importancia de su presión de vapor. Cuando se incrementa la temperatura de un líquido se incrementa su presión de vapor que, al coincidir con la presión atmosférica, alcanza su punto de ebullición.

Por lo que se refiere a los sólidos, se clasifican como tales cuando se inflaman con facilidad o pueden provocar fuego o contribuir a provocar fuego por fricción. También se consideran inflamables las sustancias sólidas pulverulentas, granulares o pastosas que son peligrosas en situaciones en las que es fácil que se inflamen por breve contacto con una fuente de ignición, tal como una cerilla encendida, y si la llama se propaga rápidamente.

Finalmente, los aerosoles se clasifican como inflamables cuando están formados por líquidos con un punto de inflamación ≤ 93 °C, (entre los que se incluyen los líquidos inflamables) o por gases o sólidos clasificados como tales.

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 ya sin 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 los líquidos combustibles.

#### *Otros tipos de peligrosidad*

La mayoría de las demás propiedades físico-químicas que se relacionan en el cuadro “Tipos de peligros, clases y categorías” son autoexplicativas. Cabe comentar que “pirofórico” se refiere a la propiedad de arder espontáneamente en contacto con el aire, que a veces se presenta en función de la forma física de la sustancia (por ejemplo, en algunos metales finamente divididos) y que los “corrosivos para metales” hace referencia a una categoría empleada en transporte de mercancías peligrosas, que se comenta en el apartado correspondiente al efecto corrosivo.

---

#### **Peligrosidad según las propiedades toxicológicas**

Se tratan a continuación aquellos tipos de peligrosidad derivados de la agresividad que las sustancias puedan ocasionar por la exposición de las personas a las mismas, afectando a órganos o tejidos del cuerpo humano.

## Tóxicos

Son aquellos productos que pueden ocasionar una pérdida de salud por efectos agudos o crónicos e incluso la muerte a toda persona que pueda verse expuesta a la acción contaminante de los mismos, y siempre que se disponga 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 los productos tóxicos 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 un producto son la dosis y la concentración letal en ratas.

### Toxicidad aguda

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 mg de producto tóxico por unidad de peso (kg) de los animales de la muestra. 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 productos químicos.

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, existe el parámetro  $CL_{50}$ : concentración letal del contaminante expresada en partes por millón (ppm) o  $mg/m^3$  de producto en el aire. En este caso no se referencia a la unidad de peso de los animales de la muestra. La concentración del  $CL_{50}$  va acompañada del tiempo de exposición en que se ha realizado el ensayo, que generalmente es de 4 horas. Según el grado de toxicidad aguda se clasifican en distintas categorías.

Tales parámetros son indicativos ante intoxicaciones accidentales. Se ha podido establecer para aproximadamente 25 sustancias con elevada toxicidad, tales como cloro, monóxido de carbono, amoníaco y ácido 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 llegan a diferenciar las dosis que producen efectos letales (mortales) de las que producen efectos funcionales en determinados órganos. Estas últimas se agrupan en la categoría de *toxicidad específica en determinados órganos (exposición única)* que se define como la toxicidad no letal que se produce en determinados órganos tras una única exposición a una sustancia o mezcla. Se incluyen todos los

LA DOSIS LETAL ( $DL_{50}$ ) ES UN FACTOR DETERMINANTE DE LA TOXICIDAD AGUDA DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS

efectos significativos para la salud que pueden provocar alteraciones funcionales, tanto reversibles como irreversibles, inmediatas y/o retardadas y que no se contemplan en otras clasificaciones. También se agrupan en distintas categorías.

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 además el denominado *Índice Inmediatamente Peligroso para la Vida y la Salud (IPVS)* que representa las concentraciones máximas ambientales de sustancias tóxicas en aire, que pueden ser inhaladas durante un máximo de tiempo de 30 minutos sin generar efectos irreversibles en las personas expuestas. Anteriormente se usó para fijar umbrales de referencia en los planes de emergencia interior en el sector químico ante posibles accidentes de muy graves consecuencias.

#### *Toxicidad específica en determinados órganos STOT (exposiciones repetidas)*

Se refiere a la toxicidad específica que se produce en determinados órganos tras una exposición repetida a una sustancia o mezcla. Se incluyen los efectos significativos para la salud que pueden provocar alteraciones funcionales, tanto reversibles como irreversibles, inmediatas y/o retardadas.

#### *Corrosivos*

Son las sustancias y mezclas que en contacto con tejidos vivos pueden ejercer una acción destructiva de los mismos. Los efectos corrosivos se establecen a partir de la capacidad del producto para destruir los tejidos, considerando el tiempo necesario para que se produzca el daño (minutos y horas). En el caso de la piel, se entiende por "corrosión cutánea" la aparición de una lesión irreversible en la piel, esto es, una necrosis visible a través de la epidermis que alcanza la dermis, como consecuencia de la aplicación de una sustancia de ensayo durante un período de hasta 4 horas. Las reacciones corrosivas se caracterizan por úlceras, sangrado, escaras sangrantes y, tras un período de observación de 14 días, por decoloración debida al blanqueo de la piel, zonas completas de alopecia y cicatrices.

Estos productos suelen ser ácidos o álcalis cuyo contacto dérmico incluso en tiempo muy corto provoca quemaduras químicas. Muchos son disoluciones líquidas como determinados ácidos tanto

inorgánicos (sulfúrico, clorhídrico, nítrico, fosfórico, etc.), como orgánicos (fórmico, acético, etc.). Existe también un amplio grupo de productos 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.

El carácter corrosivo dependerá del tipo de producto, 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  $[H_3O]^+$ . Los productos fuertemente alcalinos ( $pH \geq 11,5$ ) o fuertemente ácidos ( $pH \leq 2$ ) se consideran corrosivos. Los productos corrosivos se clasifican en tres subcategorías que coinciden con las de la APO-6: a) *muy corrosivos*, b) *corrosivos* y c) *menos corrosivos*. Todo ello en función del tiempo de contacto dérmico que ocasiona quemaduras: < 3 minutos, 3 - 60 minutos y hasta 4 horas. En el caso de los ojos, se considera una *lesión ocular grave* un daño en los tejidos del ojo o un deterioro físico importante de la visión, como consecuencia de la aplicación de una sustancia de ensayo en la superficie anterior del ojo, no reversible al menos en los 21 días siguientes a la aplicación.

El efecto corrosivo debe contemplarse también desde la perspectiva de los daños sobre los materiales, concretamente en recipientes, conductos, depósitos o envases, ya que puede producir no solamente escapes y derrames, sino también gases inflamables, como el hidrógeno, liberado por la reacción de los ácidos con el hierro u otros metales, con el consecuente riesgo de explosión u otras reacciones violentas.

### *Irritantes*

Son las sustancias y mezclas que en contacto breve, prolongado o repetido con la piel pueden provocar una reacción inflamatoria reversible. Los efectos irritantes por vía cutánea se establecen a partir del tamaño de los eritemas y escaras (costras) o bien de los edemas provocados en la piel de animales tras periodos de exposición de un máximo de 4 horas y cuyos efectos persisten al menos 24 horas. En el caso de los ojos, se define la *Irritación ocular* como la producción de alteraciones oculares como consecuencia de la aplicación de una sustancia de ensayo en la superficie anterior del ojo, totalmente reversible en los 21 días siguientes a la aplicación. La irritación por vía inhalatoria se valora a partir de observaciones de los efectos en las personas.

### *Sensibilizantes por inhalación o por contacto cutáneo*

Son las sustancias y mezclas que, por inhalación, inducen hi-

persensibilidad de las vías respiratorias o respuesta alérgica por contacto con la piel. Ello significa que una exposición posterior a esa sustancia o mezcla da lugar a efectos negativos característicos. Se clasifican según sean sensibilizantes respiratorios o cutáneos, considerándose más peligrosos los primeros. El carácter sensibilizante de un producto químico se establece generalmente a partir de datos epidemiológicos.

#### *Mutagenicidad (en células germinales)*

Una mutación es un cambio permanente en la cantidad o en la estructura del material genético de una célula. El término «mutación» se aplica tanto a los cambios genéticos hereditarios que pueden manifestarse a nivel fenotípico como a las modificaciones subyacentes del ADN cuando son conocidas (incluidos, por ejemplo, cambios en un determinado par de bases y translocaciones cromosómicas). Los términos «mutagénico» y «mutágeno» se utilizan para designar aquellos agentes que aumentan la frecuencia de mutación en las poblaciones celulares, en los organismos o en ambos.

Los términos más generales «genotóxico» y «genotoxicidad» se refieren a los agentes o procesos que alteran la estructura, el contenido de la información o la segregación del ADN, incluidos aquellos que originan daño en el ADN, bien por interferir en los procesos normales de replicación, o por alterar ésta de forma no fisiológica (temporal). Los resultados de los ensayos de genotoxicidad se suelen tomar como indicadores de efectos mutagénicos.

Se clasifican en dos categorías (1 y 2), estando subdividida la categoría 1 en dos subcategorías, A y B. Ver cuadro en la página siguiente.

#### *Carcinogenicidad*

Carcinógeno es una sustancia que por inhalación, ingestión o penetración cutánea induce cáncer o aumenta su incidencia. Las sustancias que han inducido tumores benignos y malignos en animales de experimentación, en estudios bien hechos, serán consideradas también supuestamente carcinógenos o sospechosos de serlo, a menos que existan pruebas convincentes de que el mecanismo de formación de tumores no sea relevante para el hombre.

Igual que los mutágenos, se clasifican en dos categorías, en función de la solidez de las pruebas y de otras consideraciones (peso de las pruebas). En ciertos casos, puede justificarse una clasificación en función de una vía de exposición determinada, si puede demostrarse de manera concluyente que ninguna otra vía de exposición presenta peligro. Ver cuadro en la página siguiente.

**CATEGORÍAS DE PELIGRO PARA MUTÁGENOS DE CÉLULAS GERMINALES**

Sustancias de las que se sabe o se considera que inducen mutaciones hereditarias en las células germinales humanas.

**Categoría 1A**

La clasificación en la categoría 1A se basa en pruebas positivas en humanos obtenidas a partir de estudios epidemiológicos

**Categoría 1B**

La clasificación en la categoría 1B se basa en:

**CATEGORÍA 1**

- Resultados positivos de ensayos de mutagenicidad hereditaria en células germinales de mamífero in vivo; o
- Resultados positivos de ensayos de mutagenicidad en células somáticas de mamífero in vivo, junto con alguna prueba que haga suponer que la sustancia puede causar mutaciones en células germinales. Esta información complementaria puede proceder de ensayos de mutagenicidad/genotoxicidad en células germinales de mamífero in vivo, o de la demostración de que la sustancia o sus metabolitos son capaces de interactuar con el material genético de las células germinales; o
- Resultados positivos de ensayos que muestran efectos mutagénicos en células germinales de personas, sin que esté demostrada la transmisión a los descendientes; por ejemplo, un incremento de la frecuencia de aneuploidía en los espermatozoides de los varones expuestos.

Sustancias que son motivo de preocupación porque pueden inducir mutaciones hereditarias en las células germinales humanas

La clasificación en la categoría 2 se basa en:

**CATEGORÍA 2**

- Pruebas positivas basadas en experimentos llevados a cabo con mamíferos o, en algunos casos, in vitro, obtenidas a partir de: ensayos de mutagenicidad en células somáticas de mamífero in vivo; u otros ensayos in vivo para efectos genotóxicos en células somáticas de mamífero siempre que estén corroborados por resultados positivos de ensayos de mutagenicidad in vitro.
- Las sustancias que resultan positivas en los ensayos de mutagenicidad in vitro, y que también muestran una analogía en cuanto a la relación estructura-actividad con mutágenos conocidos de células germinales se clasifican como mutágenos de la categoría 2.

**CATEGORÍAS DE PELIGRO PARA LOS CARCINÓGENOS**

Carcinógenos o supuestos carcinógenos para el hombre en base a datos epidemiológicos o datos procedentes de estudios en animales.

**Categoría 1A**

Se sabe que es un carcinógeno para el hombre, en base a la existencia de pruebas en humanos. Es decir, que existan estudios en humanos que permitan establecer la existencia de una relación causal entre la exposición del hombre a una sustancia y la aparición de cáncer (carcinógeno humano conocido).

**CATEGORÍA 1****Categoría 1B**

Se supone que es un carcinógeno para el hombre, en base a la existencia de pruebas en animales. Es decir, experimentos que demuestren suficientemente que la sustancia es un carcinógeno para los animales (supuesto carcinógeno humano).

**CATEGORÍA 2**

Sospechoso de ser carcinógeno para el hombre en base a pruebas procedentes de estudios en humanos o con animales, no lo suficientemente convincentes como para clasificarla en las categorías 1A o 1B. Es decir: se basa en la existencia de pruebas limitadas de carcinogenicidad en el hombre o en los animales

### *Toxicidad para la reproducción*

Se divide en dos grupos:

- Sustancias que pueden interferir en la función sexual y la fertilidad de hombres y mujeres adultos, mediante alteraciones del aparato reproductor masculino y femenino, o generando efectos adversos sobre el comienzo de la pubertad, la producción y el transporte de los gametos, el desarrollo normal del ciclo reproductor, el comportamiento sexual, la fertilidad, el parto, los resultados de la gestación, provocando la senescencia reproductora prematura o modificando otras funciones que dependen de la integridad del aparato reproductor.

- Sustancias que generan efectos adversos sobre el desarrollo de los descendientes (a excepción de los de base genética – los mutágenos), incluyendo cualquier efecto que interfiera en el desarrollo normal del organismo, antes o después del nacimiento, y sea una consecuencia de la exposición de los padres antes de la concepción o de la exposición de los descendientes durante su desarrollo prenatal o postnatal hasta el momento de la madurez sexual. Estos efectos pueden manifestarse en cualquier momento de la vida del organismo, siendo los principales signos de la toxicidad para el desarrollo: la muerte del organismo en desarrollo, las anomalías estructurales, la alteración del crecimiento y las deficiencias funcionales.

Igual que en los efectos mutágenos y cancerígenos se clasifican en 2 categorías.

#### **CATEGORÍAS DE PELIGRO PARA LOS TÓXICOS PARA LA REPRODUCCIÓN**

Sustancias de las que se sabe o se supone que son tóxicas para la reproducción humana. Se sabe que han producido efectos adversos sobre la función sexual y la fertilidad o sobre el desarrollo de las personas o cuando existen pruebas procedentes de estudios con animales que, apoyadas quizás por otra información suplementaria, hacen suponer de manera firme que la sustancia es capaz de interferir en la reproducción humana.

##### **Categoría 1A**

#### **CATEGORÍA 1**

Sustancias de las que se sabe que son tóxicas para la reproducción humana en base fundamentalmente a la existencia de pruebas en humanos.

##### **Categoría 1B**

Sustancias de las que se supone que son tóxicas para la reproducción humana en base fundamentalmente a la existencia de datos procedentes de estudios con animales. Estos datos deberán proporcionar pruebas claras de la existencia de un efecto adverso sobre la función sexual y la fertilidad o sobre el desarrollo, en ausencia de otros efectos tóxicos, o, si no fuera así, demostrar que el efecto adverso sobre la reproducción no es una consecuencia secundaria e inespecífica de los otros efectos tóxicos.

#### **CATEGORÍA 2**

Sustancias de las que se sospecha que son tóxicas para la reproducción humana en base a pruebas en humanos o en animales, apoyadas quizás por otra información suplementaria, de la existencia de efectos adversos sobre la función sexual y la fertilidad o sobre el desarrollo, que no son lo suficientemente convincentes como para clasificar la sustancia en la categoría 1. Si las deficiencias en un estudio hacen que las pruebas se consideren menos convincentes, la categoría 2 podría ser la clasificación más apropiada. Estos efectos se habrán observado en ausencia de otros efectos tóxicos, o, si no fuera así, se considera que el efecto adverso sobre la reproducción no es una consecuencia secundaria e inespecífica de los otros efectos tóxicos.



### *Efectos sobre la lactancia o a través de ella*

Se agrupan en una categoría única y diferente a los de la reproducción. Se reconoce que no existe información sobre los efectos adversos que, a través de la lactancia, muchas sustancias pueden originar en los descendientes. No obstante, las sustancias que son absorbidas por las mujeres y cuya interferencia en la lactancia ha sido mostrada o aquellas que pueden estar presentes (incluidos sus metabolitos) en la leche materna, en cantidades suficientes para amenazar la salud de los lactantes, deberán clasificarse y etiquetarse para indicar el peligro que representa para los bebés alimentados con la leche materna. Esta clasificación puede hacerse sobre la base de:

- a) pruebas en humanos que indiquen que existe un peligro para los lactantes; o
- b) resultados de estudios en una o dos generaciones de animales que proporcionen pruebas claras de la existencia de efectos adversos en los descendientes, transmitidos a través de la leche, o de efectos adversos en la calidad de la misma; o
- c) estudios de absorción, metabolismo, distribución y excreción que indiquen la probabilidad de que la sustancia esté presente en la leche materna, en niveles potencialmente tóxicos.

### *Sustancias CMR*

Bajo las siglas CMR se agrupan las sustancias Cancerígenas, Mutágenas y Reprotóxicas (tóxicas de la reproducción) por tener unas características específicas en cuanto a su acción adversa en el organismo. Básicamente, son dos: la relación dosis/exposición es de tipo probabilístico (a mayor dosis, mayor probabilidad de efecto) y sus efectos suelen tener carácter retardado. De ahí que se clasifiquen en categorías, dada la dificultad de establecer listas cerradas.

Por lo que se refiere a los mutágenos y cancerígenos, ambos efectos son consecuencia de procesos que se inician con una alteración genética a nivel celular (ADN) inducida por un agente (químico, físico o biológico). Si las células afectadas son germinales (encargadas de la reproducción -esperma, óvulos-), se producen cambios hereditarios que afectan la descendencia, lo que se denomina una "mutación", que es una alteración transmisible en el material genético del organismo que puede afectar a las siguientes generaciones. Si las células afectadas son somáticas (de un tejido del organismo), se produce un cáncer: las células sufren un cambio que las vuelve anormales (diferentes de las del tejido original) ya que carecen de la inhibición de contacto (capacidad de reconocer los límites y tamaño normales de su tejido específico) y sufren una reversión a un tipo menos especializado que el original, pudiendo invadir y destruir tejidos normales (tumor) y son capaces de des-

prenderse, emigrar y afectar a otros tejidos lejanos (metástasis).

Los tóxicos de la reproducción agrupan a sustancias con efectos muy diversos, por lo que su caracterización es muy difícil. A modo de resumen se puede afirmar que en este grupo se incluye cualquier sustancia que afecte de cualquier modo a la reproducción humana como efecto primario, no como consecuencia secundaria de una toxicidad general o determinada en otro órgano.

#### *Factores determinantes de la toxicidad de una sustancia*

La respuesta del organismo ante un producto tóxico, debido a sus propiedades toxicológicas o por sus efectos específicos sobre la salud, depende de las características del producto y de la propia persona, y de las condiciones de exposición.

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

#### **Peligrosidad según efectos sobre el medio ambiente**

Son productos peligrosos para el medio ambiente aquellas sustancias o mezclas que presenten o puedan presentar un peligro inmediato o futuro para el medio ambiente. Se consideran los efectos sobre el ecosistema acuático y para la capa de ozono.

Se consideran como peligrosas para el ecosistema acuático aquellas sustancias que pueden generar peligros agudos o crónicos para el medio ambiente acuático en base a su comportamiento (toxicidad para los organismos acuáticos, disponibilidad, bioacumulación y degradación en el medio).

Se clasifican como peligrosas para la capa de ozono aquellas sustancias que, según las pruebas disponibles sobre sus propiedades y su destino y comportamiento en el medio ambiente (predichos u observados), pueden suponer un peligro para la estructura o el funcionamiento de la capa de ozono estratosférico.

Existen productos químicos que, aparte de posibles efectos según los criterios anteriores, presentan otros riesgos a tener en cuenta.

**Otros tipos de peligrosidad**

*Oxidantes*

Son aquellas sustancias que pueden generar una reacción de oxidación-reducción peligrosa, ya sea por contacto con otra sustancia química fácilmente oxidable, ya sea por descomposición de la misma. El poder oxidante está en función del tipo de sustancia, 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.

*Reacciones exotérmicas*

Las reacciones exotérmicas requieren rigurosas medidas de control, encaminadas a limitar la entrada de reactivos y garantizar el enfriamiento necesario cuando se alcancen temperaturas excesivas.

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. Por ejemplo, los peróxidos orgánicos son muy inestables y reaccionan violentamente con cualquier ácido, por ello requieren rigurosas medidas preventivas en su almacenamiento, por ejemplo en locales refrigerados. Las sustancias muy oxidantes, como los ácidos concentrados, pueden reaccionar de manera muy peligrosa con los productos orgánicos.

*Reacciones que generan productos muy tóxicos*

Son las que liberan productos muy tóxicos al reaccionar.

*Reacciones peligrosas con el agua*

Hay productos que pueden reaccionar violentamente con el agua. Ello merece especial consideración ya que el agua, en

<b>EJEMPLOS DE REACCIONES QUÍMICAS PELIGROSAS QUE GENERAN PRODUCTOS MUY TÓXICOS</b>	
<b>REACTIVIDAD QUÍMICA PELIGROSA</b>	<b>GAS TÓXICO LIBERADO</b>
Nitritos + ácidos Nitratos + ácido sulfúrico Ácido nítrico + Cobre y metales pesados	Humos nitrosos (dióxido de nitrógeno)
Hipocloritos (lejía) + ácidos	Cloro o ácido hipocloroso
Cianuros + ácidos	Ácido cianhídrido
Sulfuros + Ácidos	Ácido sulfhídrico

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.

### *Radiaciones ionizantes*

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

## **IDENTIFICACIÓN Y ENVASADO DE PRODUCTOS PELIGROSOS**

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 aquéllas 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 productos peligrosos y las correspondientes fichas informativas.

El Reglamento (CE) 1272/2008 y su modificación 790/2009 establecen cómo deben ser identificadas una amplia relación de sustancias consideradas peligrosas, así como las correspondientes mezclas (antes denominadas “preparados”).

La *etiqueta de un producto químico peligroso* debe contener la siguiente información:

- a) el nombre, la dirección y el número de teléfono del proveedor o proveedores;
- b) la cantidad nominal de la sustancia o mezcla contenida en el envase a disposición del público en general, salvo que esta cantidad ya esté especificada en otro lugar del envase;
- c) los identificadores del producto, tal como se especifica en el artículo 18.
- d) cuando proceda, los pictogramas de peligro, de conformidad con el artículo 19.
- e) cuando proceda, las palabras de advertencia, de conformidad con el artículo 20.
- f) cuando proceda, las indicaciones de peligro, de conformidad con el artículo 21.
- g) cuando proceda, los consejos de prudencia apropiados, de conformidad con el artículo 22.

**EJEMPLO DE ETIQUETA DE UNA SUSTANCIA,  
SEGÚN EL REGLAMENTO (CE) 1272/2008 (Anexo VI)**



Peligro



Atención

# TOLUENO

H225, H316d, H304 ,H373, H315, H336  
 Líquido y vapores muy inflamables  
 Se sospecha que daña al feto si se inhala  
 Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias  
 Provoca irritación cutánea  
 Puede provocar somnolencia y vértigo  
 Puede provocar daños en el sistema nervioso central tras exposición repetida o prolongada por inhalación

SQS, S.L  
 C/Lipton 13-23  
 02033 Arjete  
 Tel. 928332451

nº CE: 203-625-9  
 ETIQUETA CE

h) cuando proceda, una sección de información suplementaria, de conformidad con el artículo 25.

La etiqueta estará escrita en la lengua o lenguas oficiales del Estado o Estados miembros en que se comercializa la sustancia o mezcla, a menos que el Estado o Estados miembros interesados dispongan otra cosa. Los proveedores podrán usar en sus etiquetas más lenguas de las exigidas por los Estados miembros, siempre que en todas ellas aparezca la misma información. (Ver un ejemplo en la figura adjunta).

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 los productos químicos peligrosos no se limita a las materias primas, sino que se extiende a los productos intermedios en curso de fabricación, los cuales deben ser identificados en sus envases, según se desprende del RD 485/1997, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

La misma obligatoriedad de identificación respecto a los *residuos* está contemplada en el RD 833/1988, Reglamentación para la ejecución de la Ley 20/1986 Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, modificado por el RD 952/1997.

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.

Complementariamente al etiquetado, los productos peligrosos requieren la *ficha de datos de seguridad*, a efectos de una utilización segura. Ésta debe ser facilitada obligatoriamente por el

fabricante o suministrador con la primera entrega de un producto químico peligroso y tiene que estar a disposición de los trabajadores sin ninguna restricción. Los trabajadores deben ser informados de esta disponibilidad y de la ubicación de las fichas para su consulta. Se compone de 16 secciones que incluyen la información disponible de acuerdo con las directrices indicadas en la normativa.

- 1) Identificación de la sustancia de la mezcla y de la sociedad o empresa.
- 2) Identificación de los peligros
- 3) Composición/información sobre los componentes
- 4) Primeros auxilios
- 5) Medidas de lucha contra incendios
- 6) Medidas en caso de vertido accidental
- 7) Manipulación y almacenamiento
- 8) Controles de exposición/protección individual
- 9) Estabilidad y reactividad
- 10) Información ecológica
- 11) Información toxicológica
- 12) Información ecotoxicológica
- 13) Consideraciones relativas a la eliminación
- 14) Información relativa al transporte
- 15) Información reglamentaria
- 16) Otra información

Complementariamente de la ficha de datos de seguridad (FDS) del producto dirigida a los usuarios profesionales y que el empresario deberá tener a disposición de los trabajadores, aquél, para facilitar una información comprensible y directamente aplicable en cada caso, debe preparar unas fichas de técnicas de actuación simplificadas. Para ello, podrá acudir, además de a las FDS, a otras fuentes de información sobre peligrosidad de los productos químicos, entre las que se encuentran las Fichas Internacionales de Seguridad Química (FISQ) elaboradas por un grupo de trabajo internacional, formado por representantes de la OIT, OMS, ONU y UE. El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo participa en el mismo y edita su versión en español. Ver un ejemplo de FISQ en las páginas siguientes

Con los dos sistemas expuestos de etiquetas y fichas no queda totalmente resuelta la identificación de productos peligrosos. 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 los productos químicos, actúen de forma segura.

MEDIANTE EL ETIQUETADO Y LAS FICHAS DE DATOS DE SEGURIDAD DEL PRODUCTO EL FABRICANTE INFORMA DE LA PELIGROSIDAD DE LOS PRODUCTOS SUMINISTRADOS Y DE LAS PRECAUCIONES BÁSICAS A SEGUIR

## Envasado

En cuanto al envasado, las sustancias y mezclas peligrosas sólo podrán comercializarse cuando sus envases se ajusten a las condiciones siguientes:

- Estarán diseñados y fabricados de forma que no sean posibles pérdidas de contenido. No se aplicará esta condición cuando se prescriban dispositivos especiales de seguridad.
- Los materiales con los que estén fabricados los envases y los cierres no deberán ser atacables por el contenido, ni formar con este último combinaciones peligrosas.
- Los envases y los cierres habrán de ser fuertes y sólidos con el fin de impedir aflojamientos y deberán responder de manera fiable a las exigencias de manipulación.
- Los recipientes con un sistema de cierre reutilizable habrán de estar diseñados de forma que pueda cerrarse el envase repetidamente sin pérdida de su contenido.
- Los envases, independientemente de su capacidad, destinados a la venta al público en general, que contengan una sustancia o mezcla clasificada como se indica a continuación, irán provistas de un cierre de seguridad para niños.
  - toxicidad aguda, categorías 1 a 3
  - toxicidad específica en determinados órganos (STOT) –exposición única, categoría 1.
  - toxicidad específica en determinados órganos (STOT) –exposiciones repetidas, categoría 1.
  - corrosiva cutánea, categoría 1
  - peligro por aspiración (salvo las sustancias o mezclas comercializadas en forma de aerosoles o en un recipiente con nebulizador sellado) que contenga  $\geq 3$  % de metanol o  $\geq 1$  % de diclorometano

La elección del recipiente adecuado para una sustancia química es la primera medida para su almacenamiento y transporte seguros. Hay que pensar en la idoneidad del material del recipiente para tener la resistencia física y química necesaria.





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

LOS ENVASES PARA SUSTANCIAS PELIGROSAS  
HAN DE ESTAR HOMOLOGADOS SEGÚN  
LA REGLAMENTACIÓN VIGENTE SOBRE  
TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

## FICHA FISQ DE UNA SUSTANCIA QUÍMICA

(Anverso)

<b>ISOCIANATO DE <i>n</i>-BUTILO</b>		<b>ICSC: 1642</b>	
		Abril 2007	
1-Isocianatobutano			
CAS:	111-36-4	$C_5H_9NO$ / $CH_3(CH_2)_3NCO$	   
RTECS:	NQ8250000	Masa molecular: 99,1	
NU:	2485		
CE / EINECS:	203-862-8		

TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS
<b>INCENDIO</b>	Altamente inflamable. El calentamiento intenso puede producir aumento de la presión con riesgo de estallido.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar.	Polvo. Espuma. Dióxido de carbono. NO utilizar agua.
<b>EXPLOSIÓN</b>	Las mezclas vapor/aire son explosivas.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosión.	En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua pero NO en contacto directo con agua. Combatir el incendio desde un lugar protegido.

EXPOSICIÓN		¡EVITAR TODO CONTACTO!	¡CONSULTAR AL MÉDICO EN TODOS LOS CASOS!
<b>Inhalación</b>	Tos. Dolor de garganta. Dificultad respiratoria. Sensación de quemazón.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo. Posición de semiincorporado. Respiración artificial si estuviera indicada. Proporcionar asistencia médica.
<b>Piel</b>	Enrojecimiento. Dolor. Quemaduras cutáneas.	Guantes de protección. Traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas. Aclarar con agua abundante o ducharse. Proporcionar asistencia médica.
<b>Ojos</b>	Enrojecimiento. Dolor. Quemaduras.	Gafas ajustadas de seguridad o protección ocular combinada con protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad). Proporcionar asistencia médica inmediatamente.
<b>Ingestión</b>	Dolor abdominal. Sensación de quemazón. Shock o colapso.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. NO provocar el vómito. Dar a beber uno o dos vasos de agua. Proporcionar asistencia médica inmediatamente.

DERRAMES Y FUGAS	ENVASADO Y ETIQUETADO
¡Evacuar la zona de peligro! Ventilar. Eliminar toda fuente de ignición. Protección personal complementaria: traje hermético de protección química, incluyendo equipo autónomo de respiración. Recoger el líquido procedente de la fuga en recipientes precintables. Absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro. NO verterlo en el alcantarillado. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente.	No transportar con alimentos y piensos. <b>Clasificación NU</b> Clasificación de Peligros NU: 6.1; Riesgos Subsidiarios de las NU: 3; Grupo de Envasado NU: I <b>Clasificación GHS</b> Peligro Líquido y vapores muy inflamables. Mortal si se inhala (vapor). Nocivo en caso de ingestión. Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares. Puede provocar una reacción cutánea alérgica. Provoca daño a los pulmones si se inhala.
RESPUESTA DE EMERGENCIA	ALMACENAMIENTO
Ficha de Emergencia de Transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)- 61S2485 o 61GTF1-I Código NFPA: H3; F3; R2; W	A prueba de incendio. Separado de oxidantes fuertes, alimentos y piensos. Mantener en lugar fresco. Ver Peligros Químicos. Almacenar en un área sin acceso a desagües o alcantarillas.

IPCS

International  
Programme on  
Chemical SafetyMINISTERIO  
DE TRABAJO  
E INMIGRACIÓN

Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2007

VÉASE INFORMACIÓN IMPORTANTE AL DORSO



(Reverso)

**ISOCIANATO DE *n*-BUTILO****ICSC: 1642****DATOS IMPORTANTES****ESTADO FÍSICO; ASPECTO:**

Líquido incoloro.

**PELIGROS FÍSICOS:**

El vapor se mezcla bien con el aire, formándose fácilmente mezclas explosivas.

**PELIGROS QUÍMICOS:**

La sustancia puede polimerizar debido al calentamiento intenso. La sustancia se descompone al arder, produciendo gases tóxicos, incluyendo óxidos de nitrógeno y ácido cianhídrico. Reacciona violentamente con oxidantes fuertes y con agua.

**LÍMITES DE EXPOSICIÓN:**

TLV no establecido.  
MAK no establecido.

**VÍAS DE EXPOSICIÓN:**

Efectos locales graves por todas las vías de exposición.

**RIESGO DE INHALACIÓN:**

La evaporación de esta sustancia a 20°C, producirá una concentración nociva de la misma en aire rápidamente.

**EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN:**

La sustancia es corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La inhalación puede originar edema pulmonar (ver Notas).

**EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA:**

El contacto prolongado o repetido puede producir sensibilización de la piel. Ver Notas.

**PROPIEDADES FÍSICAS**

Punto de ebullición: 115°C

Punto de fusión: &lt;-70°C

Densidad: 0,9 g/cm<sup>3</sup>

Solubilidad en agua, g/100 ml: reacciona

Presión de vapor, kPa a 20°C: 2,1

Densidad relativa de vapor (aire = 1): 3,4

Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 1,05

Punto de inflamación: 11°C c.c

Temperatura de autoignición: 425°C

Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 1,3-10

**DATOS AMBIENTALES**

Esta sustancia puede ser peligrosa para el medio ambiente; debe prestarse atención especial a los organismos acuáticos.

**NOTAS**

Es bien conocido que algunos isocianatos producen sensibilización respiratoria. Sin embargo, no hay ningún informe sobre sensibilización debida al isocianato de *n*-butilo o a otros monoisocianatos. Los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto, a menudo, hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son, por ello, imprescindibles.

**INFORMACIÓN ADICIONAL****Nota legal**

Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.

seguros. En ningún caso su periodo de uso superará los cinco años.

Los recipientes móviles deberán cumplir con las condiciones constructivas, pruebas y máximas capacidades unitarias establecidas en el Reglamento Nacional para el Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera y en el Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por carretera. Tales envases deben tener marcados en los mismos –no etiquetados– una serie de datos codificados como: la densidad máxima del producto a contener, su peligrosidad, la presión interior de prueba, la identificación del fabricante, la fecha de fabricación y el número y código de homologación.

## 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 y protección adecuados.

LOS REGLAMENTOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL REGULAN LOS ALMACENAMIENTOS DE USO EXCLUSIVO PARA PRODUCTOS PELIGROSOS

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.

En las áreas de almacenamiento los principios comunes de seguridad son: identificación y señalización de peligros, clasificación de productos en función de su peligrosidad, aislamiento de la zona por distancia o por separación física, control de injerencias externas agresivas, control de derrames mediante drenaje controlado y buena ventilación. Las conducciones de productos peligrosos, asociadas a depósitos de almacenamiento, no deberían ser enterradas salvo que tuvieran doble pared con control de posibles fugas.

Las sustancias inflamables o combustibles y las 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. No se almacenarán en la misma sala gases a presión ni gases licuados junto con líquidos tóxicos. No estará permitido el almacenamiento conjunto de productos que requieran agentes de extinción incompatibles con alguno de ellos.

Este tema está regulado por el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos (RD 379/2001, actualizado por el RD

105/2010), que es de aplicación obligatoria cuando las cantidades almacenadas superan los límites indicados. Tal reglamentación no afecta a los almacenamientos en áreas de proceso. Tiene 9 ITC (Instrucciones Técnicas Complementarias), en las que se establecen las prescripciones técnicas de seguridad a las que han de ajustarse las instalaciones de almacenamiento de productos químicos, unas de carácter general: APQ-1 Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles, APQ-5 Almacenamiento de botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión, APQ-6 Almacenamiento de líquidos corrosivos y APQ-7 Almacenamiento de líquidos tóxicos; y otras específicas para sustancias químicas determinadas: APQ-2 Almacenamiento de óxido de etileno, APQ-3 Almacenamiento de cloro, APQ-4 Almacenamiento de amoníaco anhidro, AP-8 Almacenamiento de fertilizantes a base de nitrato amónico con alto contenido en nitrógeno y APQ-9 Almacenamiento de peróxidos orgánicos. Asimismo, cada una de estas ITC dedica un capítulo a las instalaciones de carga y descarga, considerándolas integradas en la instalación de almacenamiento propiamente dicha.

Los *líquidos inflamables en recipientes móviles* requieren unos locales con las siguientes características básicas (ver también la figura adjunta):

- 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  $\text{m}^2$  de superficie como mínimo, pero no menos de  $4 \text{ m}^3/\text{min}$ , con alarma para el caso de avería en el sistema) cuando se efectúen trasvases.
  - Existencia de paramento débil controlado (por ejemplo: techo de material ligero) para la liberación de sobrepresiones en caso de incendio y explosión.
  - Medios de detección y protección contra incendios.
- En el almacenamiento de *líquidos inflamables en recipientes fijos* se tendrá en cuenta además la existencia de:

- Venteo normal en los recipientes para prevenir la deformación de los mismos como consecuencia de llenados, vaciados

## Líquidos inflamables



o cambios de temperatura ambiente, y venteo de emergencia para caso de incendio.

- Protección contra la corrosión.
- Protección contra inundaciones.
- Protección contra la generación de electricidad estática mediante puesta a tierra y conexiones equipotenciales entre todas las partes metálicas de la instalación.
- Tuberías de llenado que preferiblemente estarán conectadas por la parte inferior.
- Cubetos de retención ante posibles derrames, preferiblemente con drenaje a lugar seguro.
- Dispositivos para evitar un rebose por llenado excesivo. En caso de fallo de estos dispositivos, el rebose debe ser conducido a lugar seguro.
- Protección contra incendios en función del tipo de líquido, forma de almacenamiento, situación y distancia a otros almacenamientos.

---

### Óxido de etileno

Para el almacenamiento del *óxido de etileno*, además del riesgo de incendio y explosión por ser un producto muy inflamable, se añade el riesgo de polimerización, el de descomposición y el de carcinogénesis. Algunas medidas específicas de seguridad para su almacenamiento son las siguientes:

- Para evitar el riesgo de descomposición se evitará que se produzcan descargas de electricidad estática y se impedirá que acetiluros metálicos entren en contacto con el óxido de etileno. Para ello, se debe emplear como material constructivo el acero al carbono o el acero inoxidable preferiblemente. No se podrá emplear la fundición de hierro, ni aleaciones de aquellos metales susceptibles de formar acetiluros, tales como el cobre, el magnesio o el mercurio, entre otros.
- Es esencial que no llegue al óxido de etileno ningún producto de los conocidos como catalizadores de la polimerización. Al final de la limpieza debe garantizarse que no queda ningún residuo de la misma, pues existe el riesgo de polimerización posterior del óxido de etileno, catalizado por ácidos o bases. Las botellas y botellones transportables de óxido de etileno no podrán ser utilizados para ningún otro producto.
- Evitar instalaciones con zonas muertas en las que el óxido de etileno pueda quedar confinado, polimerizando y que puedan quedar obstruidas. El diámetro mínimo de las tuberías y conexiones será de 25 milímetros.
- Garantizar el drenaje de tuberías y proteger contra la corrosión.
- Debe evitarse cualquier flujo de retroceso.

- Cada recipiente estará provisto de medidores de nivel, de temperatura del líquido y de presión, asociados a su correspondiente alarma, de válvulas de control automáticas para la regulación de la presión en el interior del mismo y de válvulas de seguridad.
- El personal del almacenamiento deberá recibir formación específica y dispondrá de ropa de protección, que en ningún caso pueda generar cargas estáticas, y equipos de protección respiratoria adecuados.
- Antes de que el personal penetre en el interior de un recipiente que haya contenido óxido de etileno será necesario vaciarlo y lavarlo con agua, garantizándose que su atmósfera es respirable y no inflamable. El personal usará equipo de respiración autónomo en tanto no se garantice la completa eliminación del óxido de etileno, polímeros o hidratos en cualquier punto del recipiente, tubuladura o tubería asociada y será vigilado desde el exterior.

En cuanto al almacenamiento de *cloro*, las medidas más importantes a tener en cuenta, y que podrían ser extrapolables en general para almacenamientos de gases licuados tóxicos, son las siguientes:

- Distancia mínima de 20 m de lugares con riesgo de incendio y explosión y protegido del acceso de personas ajenas a la instalación.
- Instalación de ventilación y posterior absorción de gases para neutralizar posibles fugas, cuando se trate de almacenamientos en interiores.
- Control de la cantidad existente y especialmente no sobrepasar nunca el grado de llenado en botellas o depósitos.
- Inspección de depósitos cada cinco años.
- Disposición de cortinas de rociado de agua en el perímetro del cubeto de retención para aminorar la dispersión de fugas.
- Equipos de respiración autónomos próximos a las instalaciones.
- Depósitos resguardados contra elevación de la temperatura.
- Recipientes fijos con tuberías en su parte inferior que dispongan de cubetos de retención estancos de volumen no inferior a 2/3 del depósito mayor y de altura superior a 1 m.
- Depósito alternativo vacío al que poder trasvasar por completo desde cualquier depósito afectado por un siniestro.

En el capítulo 14 se tratan aspectos relativos al almacenamiento de gases.

El almacenamiento de *líquidos corrosivos* se atenderá a las medidas básicas siguientes:

- Si es en recipientes fijos, se preferirá en el exterior con cubetos de retención y drenaje a lugar seguro.

---

## Cloro

---

## Líquidos corrosivos

- Si es en recipientes móviles y en interiores, el local dispondrá de ventilación natural o forzada, un mínimo de dos accesos independientes señalizados, excepto para superficies menores de 25 m<sup>2</sup> y distancia a la salida menor de 6 m.
- 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.
- Sistemas de venteo o alivio de presión en recipientes fijos.
- Indicadores de nivel y alarma independiente de alto nivel para prevenir derrames por sobrellenado.
- Señalización del almacenamiento.
- Iluminación adecuada acorde con las prescripciones del tipo de producto almacenado.
- Duchas y fuentes lavaojos de emergencia a menos de 10 m de puestos de trabajo con riesgo.
- Seguridad contra incendios.
- Equipos de protección personal apropiados.
- Formación del personal en cuanto a los riesgos de la instalación y actuación en caso de fugas.
- Plan de revisiones, mantenimiento e inspecciones periódicas.
- Plan de emergencia obligatorio para todo almacenamiento.

---

### **Líquidos tóxicos**

El almacenamiento de *líquidos tóxicos* se atenderá a las siguientes medidas básicas:

- Cada recipiente deberá llevar, de forma permanente, visible y accesible, una placa de identificación.
- Todo recipiente deberá disponer de sistemas de venteo o alivio de presión para prevenir la formación de vacío o presión interna, de tal modo que se evite la deformación del mismo como consecuencia de las variaciones de presión producidas por efecto de los llenados, vaciados o cambios de temperatura. Este sistema deberá ser dirigido hacia un lugar seguro.
- Deberá evitarse, en general, la emisión a la atmósfera de vapores de líquidos tóxicos y, en todo caso, controlar los niveles de emisión para cumplir la normativa vigente.
- El acceso a las zonas de almacenamiento se restringirá, por medios eficaces, a las personas autorizadas.
- Los edificios estarán contruidos de manera que el líquido derramado no invada otras dependencias y tenga un sistema de drenaje a lugar seguro. Dispondrá de ventilación, natural o forzada, que garantice que no se alcancen concentraciones peligrosas para la salud.
- Las paredes del recipiente y sus tuberías se protegerán contra la corrosión exterior.

- Se dotara de seguridad contra incendios.
- Con respecto a otras instalaciones en ningún caso la distancia será inferior a 1,5 m.
- Los recipientes fijos para almacenamiento de líquidos tóxicos exteriores o dentro de edificios deberán disponer de un cubeto de retención, que podrá ser común a varios recipientes. En los cubetos deberán existir accesos normales y de emergencia, señalizados.
- Los almacenamientos en el interior de edificios dispondrán obligatoriamente de un mínimo de dos accesos independientes señalizados cuando la superficie de almacenamiento sea mayor de 25 m<sup>2</sup> o la distancia a recorrer para alcanzar la salida sea superior a 6 m.
- Las operaciones de trasvase se efectuarán en circuito cerrado, disponiendo el área de trabajo de un sistema que proporcione una ventilación adecuada. Cuando no se disponga de circuito cerrado, deberá disponerse, cuando sea necesario, de un sistema de extracción localizada en los puntos de posible emisión para garantizar la seguridad y la salud de las personas.
- En el almacenamiento y, sobre todo, en áreas de manipulación se colocarán, bien visibles, señales normalizadas que indiquen claramente la presencia de líquidos tóxicos. Sobre el recipiente fijo constará el nombre del producto.
- Se adoptarán medidas de prevención de derrames.
- Cada almacenamiento tendrá un plan de revisiones propias para comprobar la disponibilidad y buen estado de los elementos e instalaciones de seguridad, equipos e instalaciones y equipo de protección individual. Las revisiones interiores incluirán la comprobación visual del estado superficial del recipiente o del recubrimiento, así como el control de la estanqueidad del fondo, en especial de las soldaduras, y el correcto funcionamiento de las válvulas de seguridad o los sistemas de alivio de presión y sistemas que eviten la emisión de vapores.
- Cada almacenamiento o conjunto de almacenamientos dentro de una misma propiedad tendrá su plan de emergencia interior.

Estos productos presentan un elevado peligro de incendio y descomposición. Quedan afectados los almacenamientos de tales productos en estado sólido y con alto contenido en nitrógeno (más del 80% de nitrato amónico), a partir de 50 t a granel y 200 t envasado. Tampoco quedan afectados los almacenamientos en tránsito o propios con el fertilizante envasado y una capacidad inferior a 5 t. Se apuntan algunas medidas esenciales de seguridad:

- Las distancias de separación de tal almacenamiento deben ser considerables: de las viviendas, 200 m; de vías de comunicación,

---

### **Fertilizantes a base de nitrato amónico**

80 m, que podrían reducirse a la mitad cuando el almacenamiento no supere las 200 t.

- Se aplicarán con rigor las medidas de seguridad contra incendios reglamentarias en establecimientos industriales.
- Los edificios se proyectarán en una sola planta con cubierta ligera no combustible.
- Las fuentes lumínicas y de calor estarán protegidas para evitar el contacto con el producto. No se introducirán fuentes de calor que no estén autorizadas.
- Debe reducirse al mínimo la generación de polvo y se mantendrán separados de productos combustibles o corrosivos o sustancias que contengan metales.
- Estarán prohibidos los trabajos de soldadura y aporte de calor mientras las superficies no estén perfectamente limpias y los trabajos no estén autorizados.
- No se permitirán en las áreas de almacenamiento otras manipulaciones que no sean la carga y descarga del producto.
- Existirán duchas de emergencia y lavajos lo más próximos posible a las zonas de carga y descarga.
- Se usarán guantes adecuados (goma o pvc) cuando se maneje el producto durante tiempos prolongados.
- Se mantendrán estrictas medidas higiénicas y se lavarán las manos tras toda manipulación.
- Habrá implantado un plan de emergencia, realizándose dos simulacros anuales como mínimo.
- Cada almacenamiento tendrá un plan anual de revisiones de equipos contra incendios y de emergencias y de los epi's.

---

### **Peróxidos orgánicos**

Los peróxidos orgánicos se caracterizan por la presencia en su fórmula del grupo peróxido (-O-O-) unido a un radical orgánico. Debido a la debilidad de tales enlaces químicos son productos extremadamente peligrosos por su inestabilidad química, ya sea derivada de una exposición a calor o fricción, ya sea simplemente por auto descomposición. Se utilizan en pequeñas cantidades, muchas veces como agentes catalizadores de reacciones químicas. Se clasifican en función de cinco grupos de riesgo y la propia reglamentación aporta un listado de peróxidos. Un error en su manipulación puede acarrear graves consecuencias, por lo que deberán establecerse instrucciones de utilización que complementen las medidas de prevención de las instalaciones de almacenamiento. Se indican algunas medidas básicas para su almacenamiento seguro:

- Los almacenamientos serán de uso exclusivo para este fin, no permitiéndose otros productos ni manipulación, salvo si es de aprovisionamiento diario. Los materiales de construcción serán de clase A1 ante el grave peligro de incendio. Deben



existir techos ligeros o paredes que actúen como panel de descompresión.

- Las distancias de seguridad serán acordes a las características de peligrosidad del producto según prescripciones establecidas.
- Se mantendrá un control de la temperatura ambiental según las exigencias de los productos, y los sistemas de refrigeración cumplirán una serie de prescripciones para garantizar su fiabilidad.
- Habrá buena ventilación de los locales, manteniéndose los apilamientos de tal forma que permitan la circulación del aire. En ningún caso habrá de superarse el 20% del LII.
- Los derrames de peróxido y el agua utilizada en un posible incendio deben conducirse a una balsa estanca.
- Existirá un conjunto de medidas de lucha contra incendios, tanto de detección como de extinción, y la instalación eléctrica cumplirá lo establecido en la ITC-BT-29.
- Todos los recipientes de dosificación deberán disponer de control térmico con alarmas y sistema de venteo para poder descargar los vapores liberados durante una reacción de descomposición.
- Habrá un control de posibles vertidos de efluentes líquidos para su depuración.
- El personal dispondrá de ropa apropiada y equipos de protección de ojos, cara, manos, etc.
- Habrá duchas y lavaojos en las inmediaciones de los lugares de trabajo, a no más de 10 m.
- Existirá un plan de revisiones periódicas de las instalaciones de seguridad y equipos de protección individual.
- Antes de efectuar cualquier intervención de reparación o mantenimiento deberá disponerse de autorización según procedimiento establecido.
- Cada instalación tendrá su plan de emergencia con simulacros periódicos.
- Deberá realizarse una auditoría al menos una vez al año de las instrucciones e inspecciones, y procedimientos operativos para garantizar la disponibilidad de los medios de actuación.

## MANIPULACIÓN 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 con-

LA MANIPULACIÓN Y TRASVASE INSEGURO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS ES LA CAUSA MAYORITARIA DE ACCIDENTES DE ORIGEN QUÍMICO

taminarán el ambiente y, si se trata de una sustancia corrosiva, un vuelco del recipiente generará el consiguiente derrame peligroso. Las operaciones de manipulación (trasvases entre recipientes, alimentación de equipos, transporte de recipientes, toma de muestras, intervenciones en procesos químicos discontinuos, etc.) requieren la implantación de procedimientos escritos de trabajo.

Es preciso habituarse a cerrar siempre los recipientes una vez extraída la cantidad de producto necesaria, 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.

### Trasvases

El trasvase de sustancias peligrosas debería efectuarse siempre en instalaciones fijas, limitando las operaciones manuales a las mínimas posibles. Los trasvases por vertido libre deben evitarse. También es importante etiquetar el recipiente al que se ha trasvasado el producto, igual que el recipiente del que se ha trasvasado.

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. Los trasvases de sustancias inflamables y tóxicas deben efectuarse siempre en lugares bien ventilados y en lo posible bajo sistema de extracción localizada que capte los contaminantes en su mismo punto de emisión, de forma que la concentración ambiental de los mismos esté en todo momento por debajo del Límite Inferior de Inflamabilidad (LII) del producto, lo que se controlará mediante explosímetros. 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 la 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 estre-



cha debe efectuarse con embudo, salvo cuando el trasvase se efectúe desde recipientes de capacidad muy pequeña - inferior a 1 litro -, que son manejables con una sola mano, y que dispongan de pico prácticamente introducible en el recipiente que se llena.

Es imprescindible disponer de un sistema de visualización para saber cuándo 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. (Ver cuadro en la página siguiente).

El uso de guantes resistentes al producto químico trasvasado y protección ocular, bien por pantalla facial o gafas panorámicas, son además necesarios 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. Iguales 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 deberían verterse a la red general de desagües sustancias corrosivas sin neutralizar previamente, disolventes 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, es conveniente recoger las sustancias inflamables para su posterior eliminación por incineración y, en cambio, las corrosivas, como se ha comentado, hay que neutralizarlas previamente 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 mani-



## **ACCIDENTES FRECUENTES EN LA MANIPULACIÓN Y TRASVASE DE SUSTANCIAS PELIGROSAS**

### **MEDIDAS BÁSICAS DE PREVENCIÓN**

#### **CONTACTOS DÉRMICOS 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 EVAPORACIÓN INCONTROLADA DE SUSTANCIAS INFLAMABLES Y/O TÓXICAS**

- 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 efectúen trasvases.

#### **CONTACTOS DÉRMICOS CON SUSTANCIAS PELIGROSAS DERRAMADAS**

- 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 LÍQUIDOS INFLAMABLES POR LA ELECTRICIDAD ESTÁTICA**

- 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 DÉRMICOS EN TRASVASADO POR PIPETEADO CON LA BOCA, EN LABORATORIOS**

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

pulen sustancias peligrosas deben existir duchas de emergencia y fuentes lavaojos. Deberían situarse a no más de 10 m de los lugares de trabajo.

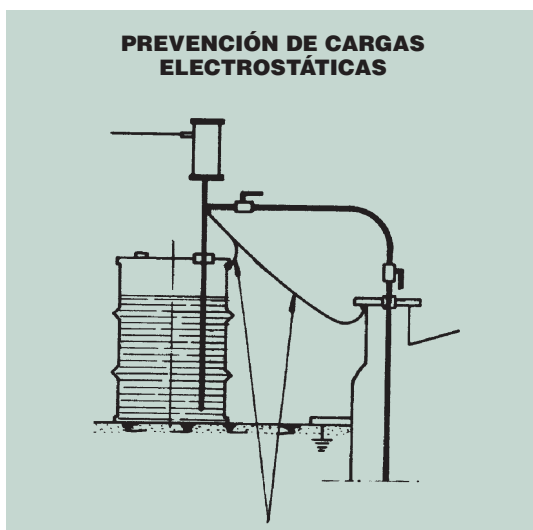
Las descargas electrostáticas constituyen un peligroso foco de ignición en los trasvases de líquidos o polvos inflamables. Las cargas electrostáticas se generan fundamentalmente en todas las operaciones de fricción y pulverización entre materiales diferentes. Los productos inflamables de baja conductividad, como por ejemplo los hidrocarburos aromáticos, son más peligrosos ya que dificultan la eliminación de las cargas generadas y por ello, al encontrarse en atmósferas inflamables, toda descarga entre partes metálicas o entre un elemento metálico como un muestreador y la propia superficie del líquido puede aportar energía suficiente para inflamar los vapores. En el anexo VI.B del RD 614/2001 se establecen las medidas preventivas que deben adoptarse en relación con la electricidad estática, para evitar las descargas peligrosas y, particularmente, la producción de chispas en emplazamientos donde exista riesgo de incendio y explosión.

Las medidas preventivas básicas son las tendentes a evitar la formación de atmósferas peligrosas eliminando la entrada incontrolada de aire en los recipientes y en último extremo aplicar sistemas de inertización. Por otra parte, es necesario limitar la formación de cargas mediante el trasvase a velocidades lentas y el llenado de los recipientes mediante tubo sumergido o por el fondo. Se usarán equipos de bombeo protegidos.

Las medidas de prevención se complementarán con medidas de protección destinadas a facilitar la eliminación de las cargas generadas. Tales medidas son básicamente la conexión equipotencial entre todas las partes metálicas, tanto de la instalación como del equipo de bombeo y demás recipientes a vaciar o llenar. El conjunto estará conectado a una puesta a tierra cuya resistencia no debería superar un millón de ohmios.

Es necesario controlar lo que se denomina “tiempo de relajación” al finalizar el trasvase o la agitación para que las cargas electrostáticas puedan disiparse a través del propio líquido y evitar posibles descargas en tales momentos críticos. Este tiempo depende de la resistividad del líquido; para líquidos inflamables de estructura polar suele ser de aproximadamente dos minutos (alcoholes) y para líquidos de es-

## Electricidad estática



ES NECESARIO EXTREMAR LA RIGUROSIDAD EN LA APLICACIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS FRENTE A LAS DESCARGAS ELECTROSTÁTICAS EN LA UTILIZACIÓN DE SUSTANCIAS INFLAMABLES

estructura no polar (hidrocarburos alifáticos o aromáticos como el tolueno) debería superar los cuatro minutos.

Es necesario también utilizar ropa de trabajo de algodón, no usar ropa de fibras sintéticas y utilizar calzado no aislante. El suelo debe permitir la disipación de las posibles cargas originadas. La humedad relativa mínima del 60% facilita la disipación de las cargas electrostáticas en el aire.

## TRANSPORTE INTERNO DE AGENTES QUÍMICOS PELIGROSOS. TUBERÍAS

Para transportar los agentes químicos en el lugar de trabajo se evitará en lo posible el transporte manual o mediante vehículos internos, así como el uso de conducciones y mangueras flexibles, que por su movilidad, están expuestas a un deterioro importante, procurando el empleo de conducciones fijas.

Respecto a las tuberías se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las tuberías por las que circulen agentes químicos peligrosos deben permitir la identificación de los mismos.
- Se protegerán frente a riesgos mecánicos (choques, golpes, etc.), especialmente en las zonas de circulación de equipos móviles.
- Se instalarán de modo que se eviten acumulaciones de líquidos en su interior, por lo cual, las horizontales deben tener una ligera pendiente para facilitar el drenaje, existiendo en los puntos de drenaje las correspondientes válvulas de purga.
- Dispondrán de válvulas de seguridad para alivio de presiones, si pueden estar sometidas a sobrepresiones que excedan en más del 10% la máxima admisible de trabajo. Si el producto evacuado pudiera ser peligroso, se evacuará a una instalación de tratamiento (antorcha, torre de neutralización, plantas de revalorización o de tratamiento térmico del aire residual, etc.) o, en todo caso, a una zona segura.
- Se evitarán las conducciones enterradas de líquidos inflamables, corrosivos y tóxicos. En caso de que excepcionalmente existan tramos de tubería enterrados o no visibles, se dotarán de la protección adecuada para poder detectar y contener los vertidos (por ejemplo: doble tubería, canal hacia arqueta, etc.). Se evitarán en esos tramos las uniones no soldadas y las juntas de expansión.
- Dado que las bridas y conexiones de las tuberías son puntos de posibles fugas, es necesario adoptar medidas tales como: emplear conexiones soldadas en ambientes interiores en los que las

fugas de gases inflamables o tóxicos puedan poner en peligro la salud de las personas; controlar en plazos programados su estado, visualmente y midiendo si es necesario.

- Ante la necesidad de aislar instalaciones y equipos es imprescindible utilizar bridas ciegas complementariamente al bloqueo de válvulas en puntos estratégicos, a fin de garantizar que no fluyen agentes químicos peligrosos.

- Se evitarán tramos de tubería excesivamente largos sin válvulas de seccionamiento, cuando el vaciado accidental de la misma pueda generar peligros sustanciales a los trabajadores. Atendiendo a la peligrosidad del agente químico y las circunstancias puede ser oportuno disponer de válvulas de seccionamiento accionadas mediante control remoto.

- Se procurará que las válvulas manuales de regulación se localicen en lugares accesibles y protegidas mediante apantallamiento cuando se puedan producir proyecciones o fugas. Con carácter general el apantallamiento se hará extensivo a todos aquellos puntos del sistema de tuberías en los que exista la posibilidad de proyección de líquido y se encuentren próximos a los puntos de operación y vías de circulación en donde las personas puedan verse expuestas.

## 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 garantizar la adopción de medidas preventivas debe 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 conforme 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 tales como soldadura y oxiacorte en zona peligrosa, entrada en espacios confinados, limpieza o modificaciones de equipos, etc que puedan entrañar riesgos graves.

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

MEDIANTE AUTORIZACIONES DE TRABAJO NORMALIZADAS SE GARANTIZA LA COMUNICACIÓN ENTRE TODOS LOS QUE DEBAN INTERVENIR EN OPERACIONES MUY PELIGROSAS

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 aislar totalmente.

Las operaciones de soldadura y oxicorte en instalaciones que pueden contener sustancias combustibles requieren no sólo una limpieza previa para eliminar restos de tales productos, sino que además es necesario asegurarse de 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. (Ver fig. adjunta).

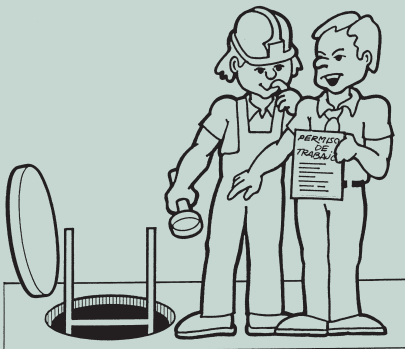
Este tipo de operaciones, además de realizarse siempre bajo autorización, exigen una clara especificación de las condiciones en que el trabajo debe ser realizado y medidas preventivas rigurosas tales como:

- Aislamiento total de la zona de intervención.
- Medición continua y evaluación del riesgo de la atmósfera interior.
- Garantías de limpieza y/o purgado y de ventilación suficiente.
- Vigilancia externa continuada y sujeción con arnés y cuerda entre el operario del interior y el del exterior.
- Medios adecuados ante posibles emergencias.
- Formación y adiestramiento de los trabajadores.

Debe procurarse que los trabajos de limpieza interior de depósitos puedan ser realizados desde el exterior. Es imprescindible que, previamente a cualquier intervención en un equipo en el que pueda existir sustancia peligrosa o estar a presión, aquél 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 fa-

**EJEMPLO DE OPERACIÓN QUE REQUIERE  
“PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL”**





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

Empresa _____	Fábrica _____ Instalación _____ Equipo _____
P.T. n° _____ Fecha _____	Trabajo a efectuar _____

PRODUCCIÓN	Sí	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"/>

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

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Aplicar normativa de trabajo n° \_\_\_\_\_

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.:

PERMISO VALIDO PARA  
EL DÍA \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_ HORAS A \_\_\_\_\_ HORAS

MANTENIMIENTO	Sí	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 señalizadores 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 n° _____			
Trab. en caliente <input type="checkbox"/> Trab. en frío <input type="checkbox"/> Entrada en recip <input type="checkbox"/>			

**EQUIPOS DE SEGURIDAD Y CONTRA INCENDIOS A EMPLEAR**

Gafas protectoras  Extintores CO<sub>2</sub>

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 efectuar 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.:

llos de los elementos fundamentales de control de las operaciones o procesos químicos.

Cuando los manómetros, termómetros, etc. adquieren, además de las funciones indicadoras, las de regulación y control, fundamentales para la seguridad de personas y bienes, deben preverse posibles fallos de respuesta y en tal sentido complementarse las medidas preventivas con el principio de redundancia. 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.

## EVALUACIÓN DEL RIESGO QUÍMICO

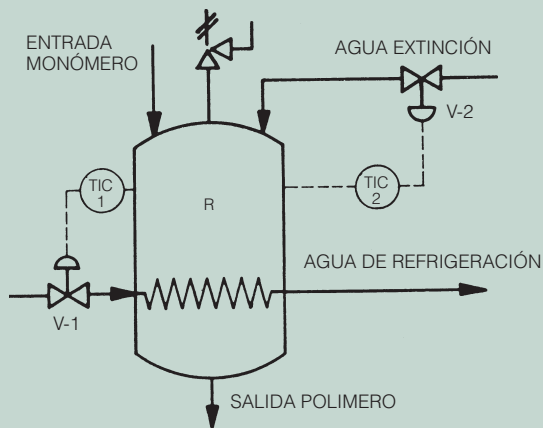
Aunque la identificación del riesgo químico es fundamental para la adopción de medidas preventivas, es preciso analizarlo para que éstas sean las más idóneas y efectivas. Cuando se trata de riesgos convencionales que generan accidentes frecuentes, como, por ejemplo, proyecciones y salpicaduras en operaciones 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 compleja y requiere un minucioso trabajo en equipo.

Un método de evaluación cualitativa que suele aplicarse en instalaciones de proceso es el *análisis de operabilidad y de peligros (Hazop)*. 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 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. En otras ocasiones también habrá que evaluar posibles fallos en las instalaciones que puedan afectar a la seguridad y salud de los trabajadores, como corrosión interna o externa de materiales, instrumentación de regulación y control poco fiable, puestas en marcha y paradas no procedimentadas o inexistencia de medios de control de fugas y derrames (cubetos de retención, protección frente a impactos mecánicos), mante-

LA EVALUACIÓN DEL RIESGO QUÍMICO EN  
INSTALACIONES DE PROCESO REQUIERE  
MÉTODOS ESPECÍFICOS

**MUESTRA DE ANÁLISIS POR EL MÉTODO "HAZOP"**



**UNIDAD DE PROCESO:**  
REACTOR QUÍMICO DE POLIMERIZACIÓN

**PARTE A ANALIZAR:**  
CONDUCCIÓN AGUA DE REFRIGERACIÓN

**PARÁMETRO A CONSIDERAR:**  
FLUJO

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

Palabra guía	Significado
NO	NEGACIÓN O AUSENCIA DE LAS ESPECIFICACIONES DE DISEÑO
MÁS MENOS	AUMENTO O DISMINUCIÓN CUANTITATIVA Se refiere a cantidades de medición como: Caudales, presión, temperatura o a actividades (calentar, reaccionar, etc.).
MÁS DE o ASÍ COMO	AUMENTO CUALITATIVO Si bien se realiza la función deseada, junto a ella tiene lugar una actividad adicional.
PARTE DE	DISMINUCIÓN CUALITATIVA Se realiza solamente una parte de la función deseada.
INVERSO	OPOSICIÓN A LA FUNCIÓN DESEADA Utilizable preferentemente para actividades (flujo de retroceso, inversión de reacción química, etc.)
DE OTRA FORMA	SUSTITUCIÓN COMPLETA DE LA FUNCIÓN DESEADA

Palabra guía	Desviación	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.

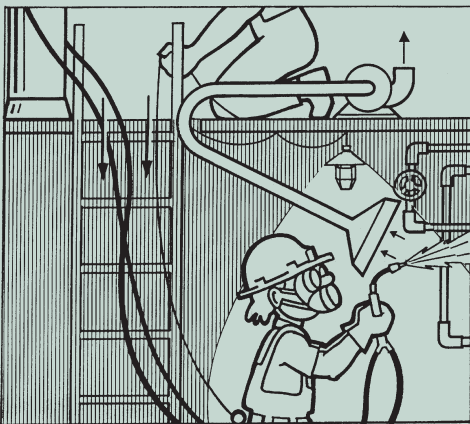
nimiento preventivo o dispositivos de seguridad (sobrepresiones, alarmas). El INSHT dispone de métodos simplificados basados en cuestionarios de chequeo que permiten identificar potenciales deficiencias y su importancia, y con ello evaluar el riesgo de accidente. Son de conveniente aplicación antes de acometer estudios más precisos. En todo caso, la evaluación del riesgo en instalaciones de proceso requiere la participación activa de los profesionales que allí trabajan, conocedores de su funcionamiento y de los peligros que comportan

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, como trabajos en espacios confinados. Por ejemplo, los detectores de atmósferas inflamables (explosímetros) son de este tipo, siendo recomendable que dispongan de avisador acústico para indicar cuándo 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, ya que una atmósfera pobre en oxígeno puede falsear las mediciones de inflamabilidad. Para obtener mediciones fiables, el porcentaje de oxígeno debe estar alrededor del 21%, aparte de ser esencial para respirar un nivel superior al 19,5%, por lo que este parámetro es el primero que debe determinarse. También hay que tener en cuenta que muchos gases inflamables son más densos que el aire, como el propano

y el butano, por lo que tienden a caer a la parte baja del espacio, y otros son más ligeros, como el metano y el hidrógeno, y se van hacia arriba.

Para la medición de atmósferas tóxicas se emplean equipos de lectura directa como las bombas de aspiración manual con tubos colorimétricos específicos, los cuales, en función 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 cloro, ácido sulfhídrico, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, amoníaco, etc., cuyo principio de funcionamiento puede ser otro.

#### TRABAJOS DE SOLDADURA Y OXICORTE EN LUGAR CONFINADO



Cuando se requieren mediciones más precisas, es necesario emplear muestreadores personales y ambientales que captan durante un periodo 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 nocivos crónicos.



Cada año los incendios provocan, en las empresas y en la sociedad, lesiones graves, pérdida 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.

El peligro de incendio se encuentra en todas las actividades y la presencia o aparición accidental de un foco de ignición es suficiente para que se produzca un incendio que, si no se extingue en su fase inicial, se propagará y ocasionará unas consecuencias desastrosas.

Las técnicas de actuación contra incendios pueden ser de prevención y de protección. La prevención está orientada a reducir al mínimo las posibilidades de inicio de un 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 garantizando la evacuación de las personas.

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 identificación y

una evaluación del riesgo, para lo cual es imprescindible tener en cuenta como mínimo la normativa vigente.

## **NORMATIVA SOBRE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

Es el conjunto de disposiciones legales destinadas a exigir unos requisitos mínimos de seguridad contra incendios. Para todos los edificios no industriales incluidos en las Normas Básicas de la Edificación NBE-CPI-82, NBE-CPI-91 y NBE-CPI-96 les ha sido de aplicación la que correspondía según las fechas de proyecto y construcción. Estas normas básicas contenían artículos de aplicación general y otros de carácter particular para diversos usos (hospitalario, comercial, docente, administrativo, garajes o aparcamientos, residencial y viviendas...). Cada NBE-CPI ha sido derogada y sustituida por la siguiente y la normativa actual para los edificios no industriales es el RD 314/2006 Código Técnico de la Edificación (CTE). Las medidas dirigidas a evitar las causas que pueden originar un incendio son materia propia de la reglamentación específica de las instalaciones y equipos susceptibles de iniciar un incendio o de las normas de seguridad aplicables a las actividades desarrolladas en los edificios.

Los nuevos establecimientos industriales que se construyan o implanten y los ya existentes que cambien o modifiquen su actividad, se trasladen, se amplíen o reformen, en la parte afectada por la ampliación o reforma deberán cumplir el Real Decreto 2267/2004, Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, que sustituye al RD 786/2001 que fue declarado nulo por defecto de forma. Las condiciones y requisitos que deben satisfacer los establecimientos industriales en relación con su seguridad contra incendios estarán determinados por dos aspectos:

- Su configuración y ubicación en relación con su entorno. Se distinguen cinco tipos esquematizados, tres para establecimientos industriales ubicados en un edificio (tipos A, B y C) y dos en espacios abiertos (tipos D y E).
- Su nivel o grado de riesgo intrínseco. Se determina por la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de un sector de incendio, de un edificio industrial o de un establecimiento industrial.

La determinación de los dos aspectos anteriores está expuesta en el Anexo I del Reglamento. En el Anexo II del Reglamento se indican los requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco. En el Anexo III se indican los requisitos de las instalaciones de protección contra incendios y en el Anexo IV se presen-



ta una relación de normas UNE de obligado cumplimiento en la aplicación del Reglamento.

En el RD 2267/2004 se hace referencia en muchos puntos a la NBE-CPI/96. Actualmente se debe entender que esas referencias se deben sustituir por el Documento Básico DB Seguridad en caso de incendio SI del CTE.

Los artículos 24, puertas y salidas, y del 71 al 82, prevención y extinción de incendios, de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo siguen vigentes para los edificios construidos en fechas anteriores a las de aplicación de las anteriores Normas Básicas de la Edificación y para los lugares de trabajo excluidos de su ámbito de aplicación y anteriores al Real Decreto 2267/2004 y que no tengan regulación específica, a no ser que por sus características de peligrosidad la administración autonómica competente exija la aplicación de medidas más exigentes.

Otra legislación ya existente y complementaria al RD 314/2006, Código Técnico de la Edificación y al RD 2267/2004, Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales es el Real Decreto 1942/1993, Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios, en el que se establecen las condiciones que deben cumplir los aparatos, equipos y sistemas de protección contra incendios, así como su instalación y mantenimiento. En éste se incluye un programa con las revisiones periódicas a realizar en los equipos. Este Real Decreto se complementa con la Orden de 16 de abril de 1998 sobre normas de procedimiento, desarrollo del mismo y una actualización de normas UNE referentes a esas instalaciones. En la NTP 680, del INSHT se han refundido las revisiones de estos equipos.

En el ámbito autonómico, además de lo anterior, se cumplirán las disposiciones dictadas sobre esta materia en las respectivas comunidades autónomas.

En el ámbito local, los municipios que dispongan de Ordenanza Provincial o Municipal de Condiciones de Protección contra Incendios se atenderán a esas normativas en los aspectos que regulen y complementen a las reglamentaciones anteriores.

EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA DEBERÍA  
COMPLEMENTARSE CON LA TECNOLOGÍA  
DISPONIBLE PARA MEJORAR EL NIVEL DE  
SEGURIDAD

## QUÍMICA DEL INCENDIO. FACTORES DEL RIESGO DE INCENDIO

El incendio es el resultado de una reacción química entre un combustible y el oxígeno (normalmente del aire) que, para su inicio, precisa 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 elimine 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 determinantes del riesgo de incendio. Se simbolizan con la figura del triángulo del fuego. Existe un cuarto factor que es la reacción en cadena que configura el fenómeno del incendio. Se representa como el tetraedro del fuego.

### Combustible

Es toda sustancia capaz de arder. Toda materia orgánica es, en mayor o menor grado, buen 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 12.

- Límites de inflamabilidad o explosividad.
- Temperatura o punto de inflamación (destello, “flash point”).
- Temperatura de autoignición o autoinflamación.
- Potencia calorífica (Poder calorífico, Calor de combustión, Entalpía de combustión).
- 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. Este valor establece la Concentración Límite de Oxígeno (CLO) por debajo de la cual falta oxígeno para activar la combustión. Es un valor que depende del combustible y del gas inerte utilizado para desplazar el oxígeno del aire. La inertización se basa en reducir el contenido de oxígeno por debajo del CLO.

Algunas sustancias químicas aportan el oxígeno bajo ciertas con-

diciones porque ya lo tienen en su composición, lo que les confiere una especial peligrosidad. Por ejemplo, el nitrato sódico ( $\text{NaNO}_3$ ) y el clorato potásico ( $\text{KClO}_3$ ).

Proporciona la energía mínima que necesita la mezcla de combustible-comburente para que se inicie la combustión. Dicha energía es aportada por los llamados focos o fuentes de ignición.

### **Calor**

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, 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 o una chispa de electricidad estática. Los focos de ignición pueden ser térmicos, eléctricos, mecánicos o químicos. Una lista completa de fuentes de ignición se detalla en la norma UNE-EN 1127-1

Es el proceso mediante el cual progresa la reacción en el seno de la mezcla comburente-combustible, siendo determinante en la propagación del incendio. Es un factor proporcionado por la propia reacción exotérmica de la combustión.

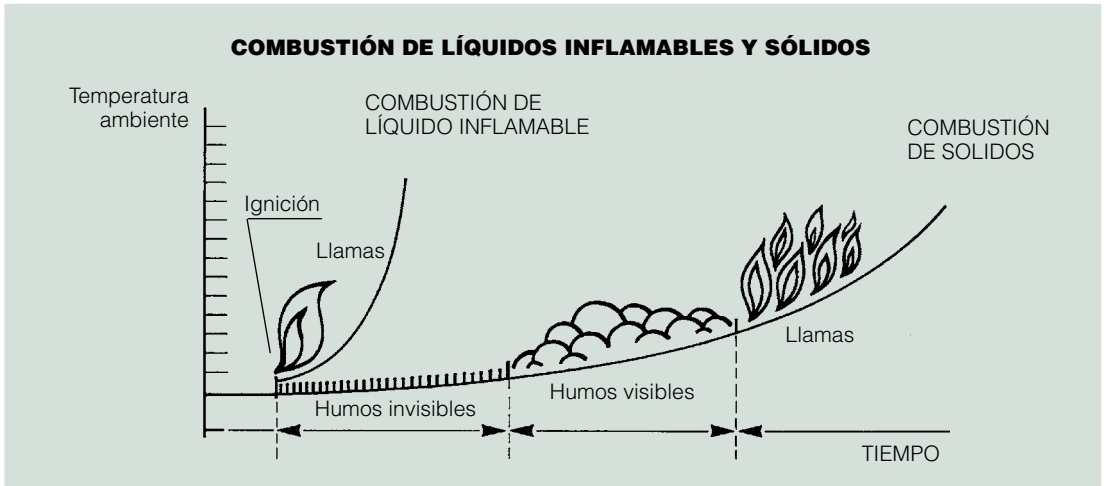
### **Reacción en cadena**

## **CADENA DEL INCENDIO**

Es el conjunto de fases o etapas en que se desarrolla un incendio. La ignición o inicio es la conjunción de los cuatro factores determinantes del fuego con intensidad suficiente para provocar la ignición del combustible.

La 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 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 ocurre 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 existe 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* o *carga de fuego*:

$$Q_t = \sum kg_i \cdot Pc_i/S$$

$Q_t$  = Carga térmica en megacalorías por metro cuadrado (Mcal/m<sup>2</sup>) o en megajulios por metro cuadrado (MJ/m<sup>2</sup>)

$S$  = Superficie del local en m<sup>2</sup>

$kg_i$  = Kilos de cada combustible ubicado en el local

$Pc_i$  = Potencia calorífica de cada combustible en Mcal/kg

Esta fórmula se transforma en la *carga de fuego ponderada* teniendo en cuenta la peligrosidad de los productos con el coeficiente de combustibilidad  $C_i$  y el riesgo de activación  $R_a$  según la actividad industrial, que son los parámetros necesarios para determinar el *nivel de riesgo intrínseco* utilizado en la normativa.

- 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.

### Tipos de combustiones

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 la zona en donde están los productos de la reacción. Según dicho parámetro las combustiones se clasifican en: simples, deflagrantes y detonantes.

En una *combustión simple* la velocidad de reacción es apreciable

visualmente. Normalmente se mantiene inferior a 1 m/s. Las reacciones que transcurren en los incendios normales son de este tipo, por ejemplo: las combustiones de sólidos, como papel y madera, y los de líquidos contenidos en recipientes.

En las *combustiones deflagrantes o deflagraciones* la velocidad de propagación del frente de llama es superior a 1 m/s e inferior a la velocidad del sonido en el medio ambiente en que tiene lugar la

**CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES INDUSTRIALES Y DE ALMACENAMIENTO, EN FUNCIÓN DE SU NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO\***

El método de clasificación establecido en la NBE-CPI-82, e incluida también en el Manual de Autoprotección (Orden 29.11.1984) 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)

$$Q_p = \frac{\sum K_{g_i} \cdot P_{c_i} \cdot C_i}{S} \cdot R_a$$

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

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

COEFICIENTE $R_a$	3	1,5	1
TIPOS DE PRODUCTOS	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. ...	Almacenes en general. Fabricación de bebidas sin alcohol. Fabricación de cerveza. Talleres de confección. Fabricación de conservas. Talleres mecanización. Tintorerías. ...

\* Para el nivel de riesgo intrínseco en establecimientos industriales: ver RD 2267/2004 y NTP-766, 831 y 832

reacción. La onda de presión va por delante del frente de llama. La formación rápida de productos gaseosos en la reacción ocasiona unos aumentos de presión con valores comprendidos entre 1 y 10 veces la presión inicial, aumentando el valor de la presión con la cantidad de mezcla inflamable y con el grado de confinamiento. Ejemplos: las deflagraciones de gases y de vapores de líquidos inflamables, las de mezclas aéreas de polvos combustibles, etc.

En las *combustiones detonantes o detonaciones* la velocidad de propagación del frente de llama es superior a la velocidad del sonido en el medio ambiente en que tiene lugar la reacción. El frente de llama y la onda de presión van juntas, ya que es la propia onda de presión la que provoca la autoignición de la mezcla inflamable. En este caso la onda de presión recibe el nombre de onda de choque. 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 polvos combustibles o mezclas de gases y vapores inflamables en especiales condiciones de temperatura y presión y también cuando se encuentran en conductos de gran longitud o espacios confinados interconectados.

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 y muertes de personas y los daños a los bienes, derivados del inicio y de la propagación del incendio. Las consecuencias en 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 de las llamas.

---

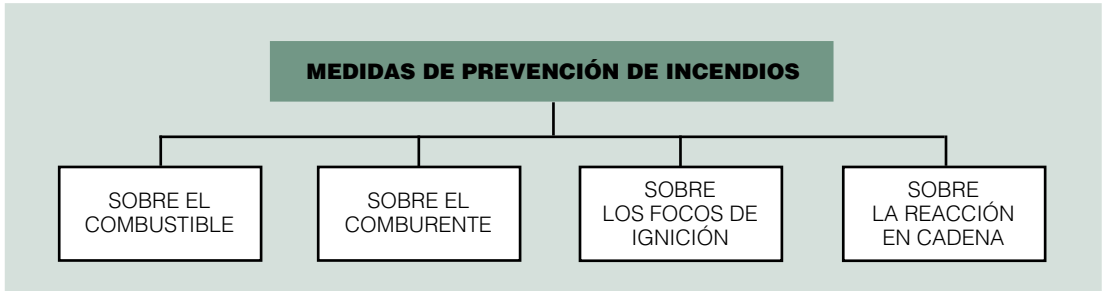
## PREVENCIÓN DE INCENDIOS

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

---

### Actuación sobre el combustible

Las primeras medidas son intentar la *sustitución o eliminación del combustible*, viendo la posibilidad de cambiarlo por productos de punto de inflamación superior o bien controlar la presencia de materias combustibles en zonas de peligro de incendio. Para ello se deben tener en cuenta aspectos importantes como: orden y limpie-



za; almacenamientos aislados y alejados de zonas de trabajo; utilización de recipientes herméticamente cerrados para almacenamiento, transporte y depósito de residuos; trasvases seguros con control de derrames; mantenimiento escrupuloso de instalaciones con posibles pérdidas o fugas, y autorización de permisos de trabajos especiales para intervenciones de mantenimiento o reparación de instalaciones que han contenido o por las que han circulado productos inflamables.

LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN ACTÚAN FUNDAMENTALMENTE SOBRE EL COMBUSTIBLE Y LOS POSIBLES FOCOS DE IGNICIÓN PARA EVITAR EL INICIO DEL FUEGO

Mediante una *extracción localizada* o general es posible eliminar concentraciones peligrosas en el aire ambiental. También es posible *refrigerar* manteniendo la temperatura del combustible por debajo de su punto de inflamación.

La *disolución o mezcla* consiste en la adición al combustible de otra substancia que aumente su temperatura o punto de inflamación. Ejemplo: adición de agua a los alcoholes.

El *recubrimiento* se puede conseguir mediante el 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.

Mediante la *utilización de las cantidades estrictamente necesarias* se trata de evitar la existencia de depósitos de inflamables provisionales y la acumulación de sustancias inflamables en el lugar de trabajo.

La *señalización* consiste en señalar adecuadamente los recipientes y conducciones que contengan o conduzcan líquidos inflamables para evitar errores involuntarios.

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

**Actuación sobre el comburente**

agente inertizante y si el depósito es pequeño puede recurrirse a su llenado con agua.

### **Actuación sobre los focos de ignición**

Las medidas de actuación dependen de que se trate de focos térmicos, eléctricos, mecánicos o químicos.

#### *Focos térmicos*

Se deben tener en cuenta los posibles focos térmicos y adoptar medidas tales como:

- 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 ignífugas en las proximidades de trabajos de soldadura. Además, empleo de extintores de incendios, bocas de incendio dispuestas para actuar, etc. y aplicación de permisos de trabajo para intervenciones peligrosas.
- En vehículos y máquinas con motor de combustión interna, colocación de malla apagallamas y calorifugado en tubo de escape o utilización de equipos de accionamiento eléctrico con protección antiexplosiva. Prohibición de tránsito por zonas de peligro.
- Protección con cubiertas opacas para rayos solares.
- Cámaras aislantes, ventilación, refrigeración según las condiciones térmicas ambientales.

#### *Focos eléctricos*

Entre las medidas fundamentales a tener en cuenta se deben considerar:

- Instalación eléctrica de seguridad según el riesgo (RD 842/2002 Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, particularmente la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-22 “Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobreintensidades”, la ITC-BT-23 “Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobretensiones” y la ITC-BT-29 “Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión”).
- Dimensionamiento de la instalación para evitar sobrecargas. Interruptores magnetotérmicos. Complementariamente están los interruptores diferenciales contra corrientes de defecto.
- Frente a cargas electrostáticas: puesta a tierra y conexiones equipotenciales, humidificación ambiental, dispositivos colectores, ionizadores, etc.(ver Capítulo 12. Productos químicos).



- Pararrayos para descargas eléctricas atmosféricas.

### *Focos mecánicos*

Las medidas más adecuadas contra estos focos son:

- Lubricación contra roces mecánicos.
- Herramientas antichispa. (cobre-berilio, aluminio-bronce, mazo de plástico)
- Eliminación de partes metálicas en calzado.
- Evitar golpes y fricciones.

### *Focos químicos*

Entre las medidas a tener en cuenta se indican las siguientes:

- 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.

Son medidas para evitar la propagación de un incendio en ciertos materiales, como adición de antioxidantes a plásticos o el empleo de tejidos ignifugados.

**Actuación sobre la reacción en cadena**

## **COMPORTAMIENTO ANTE EL FUEGO DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS. REACCIÓN AL FUEGO. RESISTENCIA AL FUEGO**

Los componentes de un edificio que no tienen una función sustentadora ni compartimentadora se denominan *materiales o productos de construcción*. Incluyen, entre otros, materiales de acabados y revestimiento (cerámica, parqué, moquetas, barnices, pinturas, etc.) y materiales de aislamiento térmico y acústico (capas de fibra de vidrio, lana de roca, placas de material sintético, mortero de vermiculita, etc.). Estos materiales se han clasificado desde el punto de vista de su *reacción al fuego*, mediante unos ensayos según la norma UNE-EN 23727, en cinco clases:

M0 = No combustible

M1 = Combustible pero no inflamable. Su combustión no se mantiene cuando cesa la aportación de calor desde un foco exterior

M2 = Inflamabilidad moderada

M3 = Inflamabilidad media

M4 = Inflamabilidad alta

Actualmente existe una nueva clasificación según su reacción al fuego que se determina por la norma UNE-EN 13501-1 y está reglamentada en el RD 312/2005, de 18 de marzo, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego (Modificación por RD 110/2008).

Esta clasificación se desglosa en siete clases: A1, A2, B, C, D, E y F con unos métodos de ensayo y criterios de clasificación específicos para cada clase.

Los productos de construcción para suelos o para el aislamiento térmico de tuberías requieren una clasificación específica en las mismas siete clases con los subíndices FL (de *floor*) y L (de *line*) y con algunas diferencias respecto de la clasificación básica. Los materiales de cubiertas y de recubrimientos de cubiertas llevan el subíndice ROOF y requieren ensayos y criterios de clasificación diferentes según su reacción ante un fuego exterior.

En esta nueva clasificación de los productos de la construcción según su reacción ante el fuego, se consideran propiedades tales como:

- Incremento de temperatura  $\Delta T$
- Pérdida de masa  $\Delta m$
- Duración de la llama  $t_r$
- Potencial calorífico superior PCS
- Velocidad de propagación del fuego FIGRA (*Fire Growth Rate*)
- Emisión total de calor  $THR_{600s}$  (*Total Heat Release*) en 600 segundos
- Propagación lateral de las llamas LFS (*Lateral Fire Spread*)
- Velocidad de propagación del humo SMOGRA (*SMOke Growth Rate*) en  $m^2/s^2$
- Producción total de humo  $TSP_{600s}$  (*Total Smoke Production*) en 600 segundos en grados crecientes s1, s2 o s3
- Propagación de las llamas  $F_s$  (*Fire Spread*). Indica la propagación vertical de la llama, que es el punto más alto alcanzado por la punta de la llama en mm en un tiempo determinado.
- Caída de gotas y partículas inflamadas. Indica si hay material que se separa de la muestra durante el ensayo al fuego y que sigue ardiendo durante un periodo mínimo. Se designa con los símbolos d0 (sin caída de gotas ni partículas inflamadas en 600 s), d1 (sin caída de gotas ni partículas inflamadas durante más de 10 s en 600 s) o d2 (ni d0 ni d1). La ignición de papel por caída de partículas inflamadas da lugar a d2. Ciertos plásticos dejan caer gotas inflamadas.

En esta normativa se establece una adaptación entre algunos materiales de revestimiento según las clases de la normativa anterior y la actual, pero en general no existe una correspondencia entre ellas.

Existe una serie de productos no combustibles que se consideran pertenecientes a las clases A1 y A1<sub>FL</sub> que no requieren ser ensayados (hormigón, cemento, yeso, lana mineral, etc.).

La legislación vigente (RD 314/2006, Código Técnico de la Edificación y el RD 2267/2004, Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales) limita la aplicación de cada clase según los usos a que están destinados.

Los *elementos constructivos* son aquellos que tienen una función sustentadora o compartimentadora, tales como pilares, vigas, forjados, muros, tabiques, cubiertas, ventanas, etc. La norma UNE-EN 13501 partes 1 a 5 tratan de la clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación y la norma UNE EN 1363 partes 1 a 3 trata de los ensayos de resistencia al fuego. En cuanto al comportamiento de estos elementos la legislación de las Normas Básicas de la Edificación establecía unas exigencias determinadas por ensayos según la Norma UNE 23 093, en la que se definían las condiciones siguientes:

- a) Estabilidad al Fuego (EF). Tiempo expresado en minutos que mantiene la estabilidad o capacidad portante.
- b) Ausencia de emisión de gases inflamables por la cara no expuesta al fuego.
- c) Estanqueidad. Impide el paso de gases calientes y llamas que provoquen la ignición de materiales combustibles en la otra cara.
- d) Resistencia o aislamiento térmico. Impide el paso de calor que provoque la ignición de materiales combustibles en la otra cara.

El requisito de *Resistencia al Fuego (RF)* se utilizaba en la protección estructural y exigía el cumplimiento de las cuatro condiciones anteriores. El requisito de *Parallamas (PF)* exigía el cumplimiento de las condiciones a), b) y c). El requisito de *Estabilidad al Fuego (EF)* se exigía a elementos sustentadores como los pilares a los que sólo se les exigía la condición a). En cambio, un elemento sustentador y compartimentador como es un muro cortafuegos debía tener una Resistencia al Fuego (RF) determinada, con la exigencia que comportaba.

Todos estos valores se expresaban en minutos y la escala de tiempos normalizada seguía este orden: 15, 30, 60, 90, 120, 180 y 240 minutos.

La nueva clasificación según la *Resistencia al fuego* que sustituye a la anterior se determina por la norma UNE-EN 13501-1 y está reglamentada en el RD 312/2005 y en su modificación por RD 110/2008.

En la normativa actual del Código Técnico de la Edificación y del Reglamento de protección contra incendios en los estableci-

mientos industriales, y de acuerdo con la normativa del párrafo anterior, las características del comportamiento de *Resistencia al Fuego* se dividen en tres fundamentales:

- **Capacidad portante R.** Es la capacidad del elemento constructivo de soportar, durante un periodo de tiempo y sin pérdida de la estabilidad estructural, la exposición al fuego en una o más caras, bajo acciones mecánicas definidas. Un ejemplo de elemento constructivo con esta sola característica es un pilar R60, que indica que durante 60 minutos, expuesto al fuego, debe mantener la estabilidad estructural y no hundirse a causa del peso de toda la estructura que pueda descansar sobre el pilar. Es obvio que esta característica no detiene la propagación del incendio en el local que contiene ese pilar.
  - **Integridad E.** Es la capacidad que tiene un elemento constructivo, con función separadora, de soportar la exposición solamente en una cara, sin que exista transmisión del fuego a la cara no expuesta debido al paso de llamas o de gases calientes que puedan producir la ignición de la superficie no expuesta o de cualquier material adyacente a esa superficie.
  - **Aislamiento I.** Es la capacidad del elemento constructivo de soportar la exposición al fuego en un solo lado, sin que se produzca la transmisión del incendio debido a una transferencia de calor significativa desde el lado expuesto al no expuesto. La transmisión debe limitarse de forma que no se produzca la ignición de la superficie no expuesta, ni de cualquier material situado en inmediata proximidad a esa superficie. El elemento también debe constituir una barrera para el calor, suficiente para proteger a las personas próximas a él.
- Existen otras características adicionales opcionales que se pueden exigir según reglamentaciones nacionales:

- **Radiación W.** Es la aptitud para reducir la posibilidad de transmitir calor por radiación a través del elemento o desde la cara no expuesta a los materiales adyacentes o a las personas próximas. La clasificación de W expresa el tiempo durante el cual el valor máximo de la radiación no excede de 15 kW/m<sup>2</sup>. Si el elemento cumple el aislamiento I, normalmente cumple el requisito de radiación W.
- **Acción mecánica M.** Es la aptitud de un elemento constructivo para soportar impactos después del periodo de tiempo de la clasificación R, E y/o I especificada
- **Cierre automático C.** Es la aptitud de una puerta o de un cierre de un hueco para cerrar automáticamente. Se aplica a elementos que normalmente se mantienen abiertos y que deben cerrarse en caso de incendio. El cierre automático debe funcio-

EL DISEÑO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS  
Y EQUIPAMIENTO DE LOCALES DEBERÍA  
CONSIDERAR SUS CARACTERÍSTICAS DE  
RESISTENCIA AL FUEGO

nar en todos los casos, con independencia de la operatividad de la fuente primaria de energía. Una puerta cortafuegos que se mantiene abierta mediante un enclavamiento electromagnético, para facilitar un tránsito frecuente de personas, camillas, carretillas, etc., se desbloquea automáticamente si hay un fallo o corte del suministro eléctrico y se cierra automáticamente con un sistema diseñado para ello (muelle, inclinación de puerta). La C de cierre automático puede estar complementada con los dígitos 0 a 5 según el uso previsto para la puerta (UNE EN 14600).

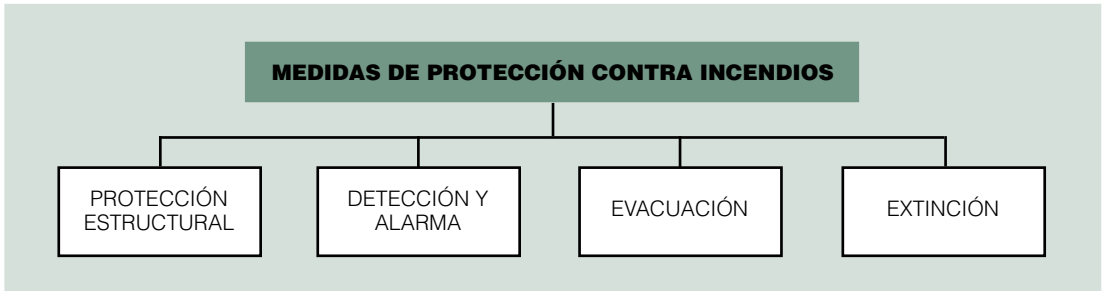
- Estanquidad ante el humo S. Es la aptitud de un elemento constructivo (puertas, compuertas, conductos) para reducir o eliminar el paso de gases o del humo de un lado a otro del elemento. Puede ser:  $S_a$  estanquidad a temperatura ambiente, o  $S_m$  estanquidad a temperatura ambiente y a 200°C. Se especifica para cada elemento constructivo al que se le exija esta condición, en un volumen de fugas máximo en  $m^3/(m^2 \cdot h)$ . Es una característica que se puede añadir a una puerta cortafuegos y se consigue con un producto intumescente que ayuda a sellar la ranura entre puerta y marco.

- Resistencia al fuego de hollín G. Es la capacidad de elementos tales como chimeneas y asociados para resistir a fuegos de hollín en su interior y, si están dentro o adyacentes a un edificio, disponer de un aislamiento que no supere una temperatura de 100°C, bajo una temperatura ambiente de 20°C, a una distancia determinada. Una chimenea G50 indica que la chimenea resiste un fuego de hollín y que la superficie debe cumplir un requisito de aislamiento, según el cual la temperatura máxima de los materiales adyacentes a 50 mm no debe exceder de 100°C, bajo una temperatura ambiente de 20°C.

- Aptitud de protección ante el fuego K. Es la aptitud que tiene un revestimiento de pared o de techo para proporcionar protección frente a la ignición, carbonización y otros daños del material que se encuentra detrás del revestimiento, durante el tiempo especificado.

A estas características se pueden añadir algunas otras que se pueden encontrar en las especificaciones de los elementos constructivos, con los símbolos que las representan:

- Continuidad de la alimentación eléctrica o de la transmisión de la señal. En cables eléctricos y de fibras ópticas y accesorios, y en conductos y sistemas de cables resistentes al fuego se designa con la letra P seguida de la resistencia en minutos. En cables o sistemas de cableado de pequeño diámetro utilizados para la alimentación eléctrica o la transmisión de señal (de un diámetro inferior a 20 mm y conductores inferiores a 2,5 mm<sup>2</sup>) se designa con las letras PH seguidas de la resistencia en minutos.



- En la evaluación de la clasificación de la integridad E se debe indicar si el criterio de comportamiento se satisface por el fuego interior o exterior o en ambos casos (fuego en el interior  $i \rightarrow o$ ; fuego en el exterior  $o \rightarrow i$ , en ambos casos " $i \leftrightarrow o$ "), y si se aplica a orientación vertical "ve", horizontal "ho", o ambas "ve y ho". Por ejemplo una compuerta con clasificación EI30 (ve ho  $i \leftrightarrow o$ ) indica que es capaz de satisfacer 30 min de integridad E y aislamiento I, por fuego del interior al exterior y por fuego del exterior al interior, tanto en aplicaciones horizontales como verticales.

## 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 ocurra, logrando su aislamiento en sectores de incendio controlados. Esta actuación se llama sectorización o compartimentación. En general un sector de incendios en un edificio no industrial, según la NBE-CPI-96, debía tener una superficie construida menor que 2500 m<sup>2</sup>, aunque la propia normativa permitía ampliar la superficie delimitadora de un sector de incendio cuando se cumplían ciertas condiciones (rociadores automáticos, menor carga térmica, mejor disipación o transmisión térmica, recinto diáfano, fachada amplia, etc.) como era el caso de polideportivos, hipermercados, pabellones para ferias y exposiciones, iglesias, terminales de transporte, etc. El vigente RD 2267/2004, Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, establece, en la Tabla 2.1 de su Anexo II, la máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio según el nivel de riesgo intrínseco y la configuración del establecimiento.

Actualmente en los edificios no industriales la normativa vigente es el RD 314/2006, Código Técnico de la Edificación, y la

compartimentación en sectores de incendio está desarrollada en la Sección SI 1 Propagación interior, según las condiciones que se establecen en la Tabla 1.1 de esa Sección. La superficie máxima de un sector de incendio depende del uso previsto del edificio o establecimiento. Dicha superficie máxima puede duplicarse cuando estén protegidos con una instalación automática de extinción que no sea exigible conforme al DB Documento Básico SI Seguridad en caso de incendio, constituido por las Secciones SI 1 a SI 6.

El Código Técnico de la Edificación trata de la actuación contra la propagación del incendio en la Sección SI 1 Propagación interior y en la SI 2 Propagación exterior.

Se consigue mediante las medidas siguientes:

- 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. Están construidas con doble chapa de acero con aislante de lana mineral o producto similar en su interior. Las puertas de paso entre sectores de incendio, según el Código Técnico de la Edificación, SI 1, Tabla 1.2, tendrán una resistencia al fuego EI<sub>2</sub> t-C5 siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un vestíbulo de independencia y de dos puertas. I<sub>2</sub> indica un aislamiento que limita la elevación de la temperatura en el marco a 360°C (UNE-EN 13501-2:2009, 5.2.3 Aislamiento térmico I + A1:2010).
- Diques o cubetos de retención para contener el líquido inflamable derramado en una fuga o rotura de un depósito. Ver: RD 379/2001 APQ 1, Art. 20. Cubetos de retención y RD 2085/1994, Reglamento de Instalaciones Petrolíferas, ITC-MI-IP01 Refinerías, Art. 21. Cubetos; ITC-MI-IP 02 Parques de almacenamiento de líquidos petrolíferos, Art. 19. Cubetos de retención; RD 1523/1999, Modificación del RD 2085/1994, ITC-MI-IP 03 Instalaciones de almacenamiento para su consumo en la propia instalación, Cap. III, Instalación de tanques, 13. Almacenamiento en recipientes fijos; RD 919/2006, Reglamento Técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus ITC ICG 01 a 11. ITC-ICG 03 Instalaciones de almacenamiento de gases licuados del petróleo (GLP) en depósitos fijos (norma UNE 60250), ITC-ICG 04 Plantas satélite de gas natural licuado (GNL) de capacidad geométrica conjunta no superior a 1000 m<sup>3</sup> (norma UNE 60210).

---

### **Actuación contra la propagación horizontal del incendio**

### **Actuación contra la propagación vertical del incendio**

Para evitar que un incendio se propague de una planta a otra se pueden adoptar una serie de medidas a modo de barreras, tales como cortafuegos, techos resistentes al fuego, sectorización de huecos verticales, etc. Actualmente el Código Técnico de la Edificación y el Reglamento de protección contra incendios en los establecimientos industriales exigen unos requisitos, tanto en comportamiento ante el fuego como en resistencia al fuego.

*Cortafuegos.* Se trata de elementos a modo de compuertas de cierre automático accionados por fusible o a distancia y que, dispuestos en los conductos de ventilación o climatización del aire, 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 ignifugante en caso de riesgo de incendio.

*Huecos verticales.* Es necesaria la sectorización de los huecos de escaleras, ascensores y otras aberturas verticales mediante puertas o cerramientos incombustibles como los vestíbulos previos o de independencia con alta resistencia al fuego y que además sean estancos al humo. Las puertas de los vestíbulos de independencia deben abrir hacia el interior del vestíbulo. La distancia mínima entre los contornos de las superficies barridas por las puertas del vestíbulo debe ser al menos 0,50 m. En Uso Hospitalario, cuando esté prevista la evacuación de zonas de hospitalización o de tratamiento intensivo, será de 3,5 m como mínimo.

*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 resistente al fuego o armado que, aunque rompa, no deje 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.

### **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. Las exigencias de protección contra el humo en los establecimientos industriales están establecidas en

MEDIANTE LA PROTECCIÓN ESTRUCTURAL DE LOS EDIFICIOS SE CONTROLARÁ LA PROPAGACIÓN DE LOS POSIBLES INCENDIOS



el RD 2267/2004, Anexo II, punto 7. Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en los edificios industriales. En los establecimientos no industriales, el Código Técnico de la Edificación exige esta protección en el Documento Básico, Sección SI 3, punto 8. Control del humo de incendio.

## DETECCIÓN Y ALARMA

Las exigencias por normativa en cuanto a sistemas de detección y alarma están establecidas en el CTE, Sección SI 4 y en el RD 2267/2004, Anexo III puntos 3, 4 y 5. El RD 1942/1993 y la Orden 16.4.1998 describen las características e instalación de los aparatos, equipos y sistemas de protección contra incendios y presentan unas tablas con las revisiones de mantenimiento así como un listado de normas UNE sobre cada una de las instalaciones.

Se entiende por detección de incendios la acción de descubrir lo antes posible la existencia de un incendio en un lugar determinado. Puede ser automática o humana.

La *detección automática* se realiza mediante unos dispositivos llamados detectores de incendios que transmiten una señal desde el lugar en que ocurre el incendio hasta una central de control y señalización.

La *detección humana* se comunica mediante unos pulsadores (sistemas manuales de alarma de incendio), que transmiten una señal a una central de control y señalización permanentemente vigilada, de tal forma que sea fácilmente identificada la zona en que ha sido activado el pulsador. La distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no debería ser superior a 25 metros y en establecimientos industriales, cuando sea requerida su instalación, se situará junto a cada salida de evacuación del sector de incendio.

La *alarma* consiste en la transmisión de la situación a los ocupantes de forma que se ponga en marcha la evacuación de las personas y la extinción del incendio. El sistema de comunicación de alarma permitirá transmitir una señal diferenciada audible, aviso por megafonía o señal óptica visible cuando haya un nivel de ruido superior a 60 dB(A), para dar la alarma y las instrucciones de evacuación del personal en caso necesario. El sonido de una señal de evacuación acústica deberá ser continuo.

La detección automática 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, los cuales deben estar normalmente localizados y distribuidos en el techo del local a proteger y conectados a la central de control y señalización. Existen sistemas avanzados de detección mediante la combina-

ción de detectores de humos y térmicos, asistidos con programa informático que mejoran la fiabilidad reduciendo al mínimo las falsas alarmas. Los detectores que se deban instalar en zonas clasificadas con riesgo de incendio y explosión deberán cumplir la ITC-BT-29. Los principales tipos de detectores de incendios son los iónicos, los térmicos y los ópticos.

---

**Detectores iónicos**

Detectan los gases y humos de la combustión. 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 del aire.

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). Se pueden aplicar para todo tipo de fuegos, desde fuegos latentes hasta los de llama, tanto con combustibles sólidos como con líquidos.

---

**Detectores ópticos de humos**

Detectan humos visibles. Su funcionamiento se basa en la absorción o difusión de la luz por los humos producidos en el incendio. Su sensibilidad es media. El principal efecto perturbador es el polvo. Es 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 de su buen funcionamiento son las 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 y con dobles sensores que operan a distinta longitud de onda para diferenciar entre radiaciones de llama y cualquier falsa alarma.

Son adecuados para proteger grandes espacios (hasta 1000 m<sup>2</sup>) y están situados a gran altura, especialmente si se trata de fuegos rápidos de líquidos inflamables (por ejemplo, hangares de aviación, etc.). También son recomendados para locales con humos propios de trabajo, en que la efectividad de los detectores de humos es muy limitada. Un detector óptico de llama protege lo que "ve" por lo que no debe haber obstáculos en su campo de protección.

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. Están indicados en zonas donde se puede producir un aumento rápido de temperatura en caso de incendio o también donde no se pueden instalar otros tipos de detectores por la presencia de humos, vapores, etc.

### **Detectores de temperatura o térmicos**

Este sistema analiza muestras de aire que se aspiran de forma continua a través de varios conductos de pequeño diámetro, uno de cuyos extremos se sitúa en las zonas a proteger. Cuando el analizador del sistema detecta una cantidad de humo generada en un incendio, envía la señal de alarma a la central de señalización y control, la cual puede dar las órdenes de actuación a equipos y sistemas fijos de extinción.

### **Detectores de humo por aspiración**

MEDIANTE LA DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE INCENDIOS ASOCIADA A UN SISTEMA DE ALARMA SE CONTROLARÁN ÁREAS DE PELIGRO DE INCENDIO EN DONDE NO HAYA PRESENCIA CONTINUADA DE PERSONAS

## **EVACUACIÓN**

La normativa sobre evacuación está descrita en el Código Técnico de la Edificación, Sección SI 3 Evacuación de ocupantes y en el RD 2267/2004, Anexo II, punto 6 Evacuación de los establecimientos industriales.

“Evacuación” es la acción de desalojar un local o edificio en el que se ha declarado un incendio u otro tipo de emergencia. La evacuación se efectúa a través de las vías de evacuación horizontales (pasillos y puertas) y verticales (rampas y escaleras).

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 tener marcado un límite.

El tiempo propio de la evacuación depende del tipo de ocupación laboral y de la capacidad de paso de las vías de evacuación. Para industrias se estima 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. La NTP 436, Cálculo estimativo de vías y tiempos de

evacuación, trata ampliamente esta materia con la normativa de las NBE-CPI. Se debería revisar en algún punto que pueda estar afectado por el CTE y el RD 2267/2004.

A efectos de proyecto, el cálculo de la ocupación se determina mediante los valores de densidad de ocupación que se indican en la normativa para distintas actividades. En el caso de una actividad existente se consideraría la ocupación real.

Las condiciones sobre evacuación en la normativa anterior para establecimientos no industriales se establecían en el artículo 7 de la NBE-CPI 96 y para los establecimientos industriales en el Anexo II, punto 6 del RD 2267/2004. La evacuación de los establecimientos industriales ubicados en un edificio (los tipos A, B y C) deben satisfacer las condiciones establecidas en la NBE-CPI 96 (actualmente en el CTE) con algún requisito añadido por el RD 2267/2004, y los ubicados en espacios abiertos (tipos D y E) serán conforme a lo dispuesto en el RD 486/1997 de Lugares de trabajo. Los establecimientos industriales anteriores a la fecha de entrada en vigor del RD 2267/2004 y los no industriales anteriores a las NBE debían cumplir el art. 24, Puertas y salidas, de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. La señalización en todos los edificios deberá cumplir el RD 485/1997 de Señalización de seguridad y salud en el trabajo.

---

**Número y  
disposición de las  
salidas**

Es fundamental tener un número de salidas suficiente, ubicadas de forma que la distancia a recorrer desde cualquier punto del local a una de ellas sea razonable (función del fenómeno esperado). Es norma de seguridad disponer de dos o más salidas opuestas con el fin de conseguir una evacuación segura de las personas en el caso de que el fuego, humo o circunstancia peligrosa bloquee o dificulte una de las vías de evacuación. Para recintos de poca ocupación y cortos recorridos de evacuación, en actividades de riesgo bajo, se puede admitir una única salida.

Los edificios que debían cumplir la NBE-CPI-96 habían de atenerse a lo siguiente, si bien la norma establecía requisitos particulares para diversos usos y ocupaciones:

1. Un recinto podía disponer de una única salida cuando cumplía las tres condiciones siguientes:
  - a) Su ocupación es inferior a 100 personas.
  - b) No existen recorridos para más de 50 personas que precisen salvar, en sentido ascendente, una altura de evacuación superior a de 2 m.
  - c) Ningún recorrido de evacuación hasta la salida tiene una longitud superior a 25 m en general, o mayor que 50 m cuando la ocupación sea inferior a 25 personas y la salida comunique directamente con un espacio exterior seguro.

2. Una planta podía disponer de una única salida si, además de cumplir las condiciones anteriores, su altura de evacuación no es mayor que 28 m. Para las plantas de salida de un edificio se considera la propia ocupación del mismo y se aplica el apartado 1 para ver si precisan más de una salida. También se exige más de una salida cuando el edificio precisa más de una escalera para evacuación descendente o ascendente.

3. Cuando una planta o recinto deban tener más de una salida según los apartados anteriores, éstas cumplirán las condiciones siguientes:

- a) La longitud del recorrido desde todo origen de evacuación hasta alguna salida será inferior a 50 m.
- b) La longitud del recorrido desde todo origen de evacuación hasta algún punto desde el que partan al menos dos recorridos alternativos, hacia sendas salidas, no será mayor que 25 m.
- c) Si la altura de evacuación de una planta es superior a 28 m o si más de 50 personas precisan salvar en sentido ascendente una altura de evacuación superior a 2 m, al menos dos salidas de planta conducirán a dos escaleras diferentes.

4. En toda zona cuya evacuación deba realizarse a través de puntos de paso obligado, aunque no constituya un recinto, dichos puntos verificarán las prescripciones relativas al número, a la disposición y a las dimensiones definidas para las salidas de recinto (ver anchuras mínimas de vías de evacuación en NBE-CPI-96, 7.4.3).

La evacuación de ocupantes, en establecimientos anteriores a la NBE-CPI-96, debía cumplir lo establecido en las normativas anteriores NBE-CPI-82 y 91.

El número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación están estructurados en el CTE, Sección SI 3 Evacuación de ocupantes, Tabla 3.1. En general exige las mismas condiciones que la NBE-CPI-96, pero descrito de distinta forma para los diferentes usos y con alguna observación a pie de página. En la Tabla 2.1 se indican las densidades de ocupación para los diferentes usos previstos.

Los ascensores y las escaleras mecánicas no se considerarán a efectos de evacuación.

La anchura libre en puertas, pasos y huecos previstos como salida de evacuación será igual o mayor que 0,80 m. La anchura de la hoja será igual o menor que 1,20 m y en puertas de dos hojas, igual o mayor que 0,60 m. Entre otras exigencias, las puertas previstas para la evacuación de más de 100 personas abrirán en el

---

**Número y anchura mínima de las vías de evacuación**

LA EVACUACIÓN DE UN CENTRO DE TRABAJO SE REALIZARÁ POR LAS VÍAS ESTABLECIDAS AL EFECTO Y PROCURANDO UN TIEMPO MÍNIMO

sentido de la evacuación. Debe tenerse en cuenta que dichas puertas no invadan las zonas de tránsito de evacuación (pasillos y mesetas de escaleras) mediante un retranqueo. Un sistema que facilita la apertura en estos casos se consigue con las “barras antipánico”. La anchura libre de las escaleras y de los pasillos previstos como recorridos de evacuación será igual o mayor a 1 m. La normativa NBE-CPI-96 indicaba excepciones para Usos Hospitalario, Docente y Comercial. En el Código Técnico de la Edificación también se indican excepciones para Usos Hospitalario, Docente, Comercial y Pública Concurrencia. Se acepta una anchura mínima de 0,80 m para evacuaciones de hasta 10 perso-

### ANCHURAS MÍNIMAS DE VÍAS DE EVACUACIÓN SEGÚN LA NORMA BÁSICA DE LA EDIFICACIÓN NBE-CPI-96

#### PUERTAS, PASOS, PASILLOS\*

Se debe cumplir la relación:

$$A = P/200$$

*A = Anchura mínima en metros (puertas, pasos y huecos = 0,80 m; pasillos = 1 m)*

*P = Nº de personas asignadas*

*\*excepción: puertas de salida de recintos de escalera protegida a planta de salida de edificio = 80% anchura calculada de la escalera*

#### ESCALERAS NO PROTEGIDAS

La anchura mínima debe cumplir la relación:

$$A = P/160 \text{ (evacuación descendente)}$$

$$A = P/(160-10h) \text{ (evacuación ascendente)}$$

*A = Anchura mínima en metros (escalera = 1 m)*

*P = Nº total ocupantes asignados a la escalera en el conjunto de todas las plantas situadas por encima del tramo considerado para evacuación prevista descendente, o por debajo cuando esté prevista ascendente*

*h = Altura evacuación ascendente en metros*

#### ESCALERAS PROTEGIDAS O ESPECIALMENTE PROTEGIDAS

Deben cumplir la relación:

$$P < 3S + 160 A$$

*P = Ocupantes asignados a la escalera en la planta considerada + ocupantes asignados a las plantas situadas por debajo de ella hasta la planta de salida del edificio (evacuación descendente).*

*P = Ocupantes asignados a la escalera en la planta considerada + ocupantes asignados a las plantas situadas por encima de ella hasta la planta de salida del edificio (evacuación ascendente).*

*Para esta asignación de ocupantes sólo será necesario aplicar la hipótesis de bloqueo de salidas de planta en una de las plantas, bajo la hipótesis más desfavorable.*

*S = Superficie útil del recinto de la escalera en m<sup>2</sup>*

*A = Anchura del arranque de la escalera en la planta de salida del edificio, en m.*

nas si son usuarios habituales. Los detalles del dimensionado de los elementos de evacuación están descritos en la Tabla 4.1 de la Sección SI 3 Evacuación de ocupantes. En establecimientos industriales el RD 2267/2004, Anexo II, punto 6. Evacuación de los establecimientos industriales, 6.3, apartado 4, remite a la NBE-CPI-96 (actualmente debe ser al CTE).

Son instalaciones fijas de iluminación, provistas de fuente propia de energía, que deben entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal de las zonas en que es exigido por la normativa.

Deben proporcionar una iluminancia mínima de 1 lux en el nivel del suelo, en los recorridos de evacuación, y de 5 lux en los puntos o locales en los que estén situados: los equipos de las instalaciones manuales de protección contra incendios, los cuadros del alumbrado, los cuadros, centros de control o mandos de las instalaciones técnicas de servicios o de los procesos y los equipos centrales o los cuadros de control de los sistemas de protección contra incendios.

Las exigencias completas sobre esta materia de la NBE-CPI-96 estaban indicadas en el Art. 21. Instalación de alumbrado de emergencia. Las correspondientes al Código Técnico de la Edificación están en el Documento Básico de Seguridad de Utilización SU 4 Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada, en su punto 2 Alumbrado de emergencia, en donde se indican: la dotación de esta iluminación, la posición y características de las luminarias, las características de la iluminación y la iluminación de las señales de seguridad.

Los establecimientos industriales deben cumplir el RD 2267/2004, Anexo III, punto 16 Sistemas de alumbrado de emergencia.

---

### **Instalaciones de alumbrado de emergencia**

Se deberán señalar las salidas de uso habitual y de emergencia, así como los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida, teniendo en cuenta lo dispuesto en el RD 485/1997 Reglamento de señalización de los centros de trabajo.

Las exigencias completas sobre esta materia de la NBE-CPI-96 estaban indicadas en el Art. 12 Señalización e iluminación. En el punto 12.2 se indicaba que deben señalizarse los medios de protección contra incendios de utilización manual, que no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida por dicho medio, de forma tal que desde dicho punto la señal resulte fácilmente visible.

---

### **Señalización**

Las correspondientes al Código Técnico de la Edificación están en el Documento Básico de Seguridad contra Incendios, Sección SI 3 Evacuación de ocupantes, punto 7 Señalización de los medios de evacuación y en la Sección SI 4 Detección, control y extinción del incendio, punto 2 Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios. Actualmente se indica que los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 con unas exigencias de tamaño según distancias de observación.

## 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:

- **ELIMINACIÓN** del combustible.
- **SOFOCACIÓN**: eliminación del comburente.
- **ENFRIAMIENTO**: eliminación del calor.
- **INHIBICIÓN**: eliminación de la reacción en cadena.

Las instalaciones para extinción de incendios se dividen en dos grandes grupos: *extintores*, que generalmente son portátiles, e *instalaciones fijas*, como las bocas de incendio equipadas o los hidrantes. A su vez, estas instalaciones pueden llevar diferentes tipos de agente extintor.

### CLASIFICACIÓN DE FUEGOS

Materiales que pueden arder		Clasificación
SÓLIDOS CON BRASA	Madera. Papel. Telas. Gomas. Corcho. Trapos. Caucho.	<b>A</b>
LÍQUIDOS INFLAMABLES Y SÓLIDOS LICUABLES	Gasolina. Petróleo. Aceites. Grasas. Pinturas. Barnices. Disolventes. Gas-oil. Alcohol. Cera.	<b>B</b>
GASES INFLAMABLES	Propano. Butano. Metano. Hexano. Gas ciudad. Gas hulla. Acetileno.	<b>C</b>
METALES Y PRODUCTOS QUÍMICOS REACTIVOS	Magnesio. Titanio. Sodio. Potasio. Uranio.	<b>D</b>



A fin de seleccionar el agente extintor, los fuegos se clasifican según la Norma UNE EN 2-1992, en la cual se definen las clases de fuego según la naturaleza del combustible y no prevé una clase particular para los fuegos que presentan riesgo eléctrico.

Para extinguir los incendios en instalaciones eléctricas se recomienda primero desconectar la fuente de energía eléctrica y luego proceder a la extinción con el agente extintor adecuado al material en combustión. En caso de no poderse desconectar, aplicar el agente extintor permitido según las propias indicaciones escritas sobre los extintores.

## Clases de fuego

## 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. Se consideran portátiles los extintores concebidos para ser llevados y utilizados a mano, con una masa (carga de agente extintor más tara del extintor) igual o inferior a 20 kg. Los extintores móviles de mayor peso van sobre un chasis y ruedas o sobre un carrito. Las cantidades en los extintores más usuales de polvo son 25 kg, 50 kg y 100 kg.

El extintor, como primer elemento de intervención, debe estar en buen estado y el personal debe estar adiestrado en su manejo. Su emplazamiento será visible y accesible, próximo a los puntos de mayor probabilidad de incendio, a ser posible próximos a las salidas de evacuación y preferentemente sobre soportes fijados a paramentos verticales, de modo que la parte superior del extintor quede como máximo a 1,70 m sobre el suelo. Según se indica en el CTE, Sección SI 4, punto 2 Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios, los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1, con unas determinadas dimensiones. Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo del suministro eléctrico. Cuando sean fotoluminiscentes, deben cumplir la norma UNE 23035-4:1999.

Según la sustancia extintora que empleen los extintores se clasifican en:

## Clasificación

a) *Extintores de agua* (pulverizada y chorro). La impulsión se realiza mediante un gas a presión incorporado al cuerpo de la

botella o con botellín auxiliar. Se aplican en fuegos de clase A y tienen el inconveniente de no ser utilizables en fuegos de instalaciones eléctricas, excepto en el caso de extintores de agua pulverizada homologados que expresamente lo indiquen en sus instrucciones, ni en la extinción de fuegos de metales ligeros.

b) *Extintores de polvo*. La impulsión del polvo se produce al actuar la presión del anhídrido carbónico ( $\text{CO}_2$ ) o el nitrógeno contenidos 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 nitrógeno. La presión está indicada en la placa de Industria y normalmente es de 15 a 20 kg/cm<sup>2</sup>. Un extintor de 6 kg de polvo tiene un peso total aproximado de 9,75 kg. Se fabrican en tres modalidades: de polvo seco, de polvo antibrasa y de polvo especial. Los extintores de *polvo seco* son apropiados para su aplicación en fuegos de clase B (líquidos inflamables, como aceites lubricantes, gasolina, grasas, fuel,

etc.) y fuegos de clase C (metano, propano, gas natural, etc.). Pueden emplearse sobre fuegos de tipo eléctrico. Son recomendables para refinerías, destilerías, instalaciones eléctricas, etc. Los extintores de *polvo polivalente o antibrasa* tienen aplicación en la protección de lugares donde la naturaleza del fuego es difícilmente previsible. Eficaces contra fuegos clases A, B, C, incluso en instalaciones eléctricas hasta 1000 V. Según el RD 1942/1993, la utilización para la extinción de un fuego bajo tensión eléctrica debe estar indicada para los extintores que superen el ensayo dieléctrico normalizado en UNE 23.110-2:1996. Los extintores de *polvo especial* se aplican 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 de *espuma química* 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 anhídrido carbónico 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 espumígeno. La presión se obtiene de un botellín de anhídrido carbónico o son de presión



permanente incorporada por un gas. Los extintores de espuma se aplican en fuegos de clase B, líquidos combustibles, grasas, aceites, pinturas, etc., y son aceptables para madera, papel, tejidos, etc.

d) *Extintores de anhídrido carbónico*. Llamados también de nieve carbónica o de  $\text{CO}_2$ . La impulsión está generada por la propia presión del anhídrido carbónico, gas licuado a presión, contenido en la botella. Van provistos de un disco de seguridad o de rotura tarado a una presión de  $190 \text{ kg/cm}^2$ . Estos extintores llevarán troqueladas las inscripciones reglamentarias para las botellas de gases, según la ITC-MIE-AP 7 del RD 1244/1979 Reglamento de Aparatos a Presión. La normativa actual de estos extintores, que son botellas de gas transportables, es la ITC-EP 6 Recipientes a presión transportables, perteneciente al RD 2060/2008 Reglamento de equipos a presión, que deroga al RD 1244/1979 y sus ITC, excepto la ITC-AP 3 de generadores de aerosoles derogada y sustituida por RD 1381/2009. Los extintores de  $\text{CO}_2$  se aplican para pequeños fuegos de clase B y fuegos en instalaciones eléctricas. Son recomendables para protección de máquinas, transformadores, laboratorios, equipos electrónicos, garajes (se combinan con extintores de polvo ABC), etc. Sus ventajas son: es limpio, no deja residuos y es económico; y sus inconvenientes: es ineficaz en fuegos de clase A, poco efectivo en exteriores e incompatible con fuegos especiales de ciertos metales ligeros.

e) *Extintores con agentes alternativos y sustitutivos del halón* (hidrocarburos halogenados). Desde el descubrimiento del deterioro de la capa de ozono atmosférica y la posterior firma del Protocolo de Montreal en 1987 se han ido adoptando medidas para restringir su utilización de forma que, según el Reglamento (CE) N° 2037/2000 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de junio de 2000 (DOCE 29.9.2000), ha quedado prohibida la producción, el uso y la puesta en el mercado de los halones y, salvo para unos usos expresamente enumerados en un anexo, los sistemas de protección contra incendios y los extintores de incendios que contengan halones ya deben haber sido retirados del servicio desde el 31 de diciembre de 2003. Los halones se deben recuperar para su destrucción por medios técnicos aprobados por las Partes (Estados u organizaciones de integración económica firmantes del Protocolo de Montreal) o me-



diante cualquier otro medio técnico de destrucción aceptable de acuerdo con la Ley 10/1998 de Residuos. La recuperación se debe hacer a través de Agentes Autorizados.

Estos agentes se emplean principalmente para sistemas fijos automáticos de extinción

Los agentes alternativos son gases inertes.

Los agentes sustitutivos suelen ser gases licuados denominados Sistemas NAF (Hidroclorofluorocarbonos HCFC), Sistema FE (Hidrofluorocarbonos HFC), Sistema FM (Hidrofluorocarbonos HFC) y Sistema PFC (Perfluorocarbonos FC)

La impulsión de algunos de los agentes sustitutivos de halón se realiza normalmente con nitrógeno a presión, en caso de que su propia presión de vapor sea insuficiente para una expulsión rápida. Su poder extintor es superior al anhídrido carbónico. Su aplicación es excelente para fuegos eléctricos. Son adecuados para fuegos de clase B y aceptables para fuegos de clases A y C. Son 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. Otras ventajas son: es limpio, no deja residuos y no mancha. El inconveniente es: incompatibilidad con los fuegos especiales de clase D.

Algunos como el NAF-S III tienen ligero efecto sobre la capa de ozono y están dentro de los que tienen fecha límite de retirada.

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, como los indicados en el texto.

---

### **Placas y revisiones obligatorias**

Según el RD 769/1999 los extintores, como aparato a presión, deben ir provistos del marcado CE, acompañado del número de identificación del organismo notificado encargado de la certificación, y de una etiqueta de características. Tras la aparición de este RD ya no es obligatoria la fijación de la placa de timbre, pero los extintores pueden sustituirla por una indicación o serigrafado con cuatro espacios para registrar las pruebas periódicas de retimbrado, que se deberán realizar cada cinco años por los fabricantes o entidades autorizadas por la Consejería de Industria de las comunidades autónomas. Al final de los cinco años después del tercer retimbrado, es decir, a los veinte años de vida útil, se desechará el extintor. La primera prueba se realizará por el fabricante o entidad colaboradora de la administración, antes de su puesta en servicio.

Las pruebas periódicas incluyen la realización de una prueba hidráulica de presión y una revisión anual por una entidad auto-

rizada, 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. Si el extintor se hubiera utilizado o no está en condiciones, se deberá realizar la recarga correspondiente. La periodicidad de las revisiones de los extintores y operaciones que comportan, igual que las de los otros equipos de protección contra incendios, está indicada en el RD 1942/1993 Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, completado con la Orden de 16 de abril de 1998. La Nota Técnica de Prevención 680, del INSHT, presenta de forma esquemática el plan de revisión de los equipos de lucha contra incendios.

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.
- Eficacia
- Clase de fuego a que puede aplicarse y, en caso de peligro, a los que no debe aplicarse.
- Instrucciones de empleo.

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 según Norma UNE 23110-1:1996. Para los fuegos de clase A, el número indica la longitud en decímetros de un lado de un entramado de madera, en forma de paralelepípedo ardiendo de sección transversal constante y sobre un pedestal metálico, que el extintor es capaz de apagar, según se establece en el ensayo normalizado. La letra A indica la clase de fuego: sólidos. Los códigos de eficacia son: 8A, 13A, 21A, 27A, 34A, 55A,...

Para los fuegos de clase B el número indica los litros de combustible normalizado (gasolina de aviación), ardiendo sobre bandejas circulares de diámetro especificado, que el extintor es capaz de apagar. La letra B indica la clase de fuego: líquidos. Códigos de eficacia: 8B, 13B, 21B, 34B, 55B,...

Para los fuegos de clase C (gases inflamables), carece de número identificativo de eficacia. Para estos fuegos se recomienda cerrar la válvula de cierre más cercana, aguas arriba de la fuga. Una fuga de gas sin quemar puede originar una acumulación y posterior ignición dando lugar a una deflagración.

La legislación indica la eficacia mínima de los extintores y su

---

### **Eficacia y localización de los extintores portátiles**

localización en función de las características del local que hay que proteger.

#### *Distancia a un extintor*

En todo edificio, excepto en los de vivienda unifamiliar, el recorrido desde cualquier punto al extintor adecuado no superará los 15 metros. Existen exigencias particulares para uso vivienda, hospitalario y comercial.

Los extintores se situarán siempre que sea posible en los paramentos, de forma que el extremo superior del extintor no supere 1,70 metros de altura. La eficacia mínima será de 21A-113B. La eficacia depende del tipo de agente extintor, por lo que existen extintores de menor capacidad, que poseen la misma eficacia que otros mayores.

Para los edificios en los que era de aplicación la NBE-CPI-96, la distancia a recorrer horizontalmente desde cualquier punto de un local o zona protegida al extintor adecuado más próximo, incluido el situado en el exterior, próximo a la puerta de acceso, no será superior a 15 metros en locales de riesgo medio o bajo, o a 10 metros en locales o zonas de riesgo alto, con superficie menor que 100 m<sup>2</sup>. Para superficies de más de 100 m<sup>2</sup> la distancia de 10 metros se cumplirá con respecto a algún extintor instalado en el interior del local o zona. En grandes recintos en los que no existan paramentos o soportes para colgarlos, se dispondrá un extintor por cada 300 m<sup>2</sup>, convenientemente distribuidos.

Con relación a los ámbitos en que era aplicable la NBE-CPI-96 se consideraban los locales de riesgo especial divididos en riesgo alto, medio y bajo; los extintores debían ser de eficacia mínima 21A o 55B según la clase de fuego previsible y se tenían en cuenta las distancias indicadas anteriormente.

La división de los locales de riesgo especial en uso comercial se hacía según la carga de fuego total:

- Riesgo Alto: carga de fuego total > 1.500.000 MJ (358.000 Mcal)
- Riesgo Medio: 1.500.000 MJ (358.000 Mcal) > Carga de fuego total > 500.000 MJ (119.400 Mcal)
- Riesgo Bajo: 500.000 MJ (119.400 Mcal) > Carga de fuego total > 50.000 MJ (11.940 Mcal)

En uso comercial, toda zona en la que existía una agrupación de locales de riesgo medio o alto, que sumasen más de 1000 m<sup>2</sup>, debía contar además con extintores móviles de 50 kg de polvo distribuidos a razón de un extintor por cada 1000 m<sup>2</sup> que superase dicho límite o fracción.

La normativa actual para los establecimientos no industriales es el Código Técnico de la Edificación. Las exigencias de toda la

dotación de instalaciones de protección contra incendios están incluidas en el Documento Básico SI Seguridad en caso de incendio, Sección SI 4. Son prácticamente idénticas a las de la NBE-CPI-96. Las exigencias para locales o zonas de riesgo especial remite al capítulo 2 de la Sección SI 1 Propagación interior.

En los *establecimientos industriales*, según el RD 2267/2004, en su Anexo III y de la misma forma que en el anulado RD 786/2001, para fuegos de clase A, se exige una eficacia mínima de 21A para riesgo intrínseco bajo y medio, y 34A para alto. El área máxima protegida por uno de esos extintores en riesgo bajo llega hasta 600 m<sup>2</sup> (se requiere un extintor más por cada 200 m<sup>2</sup>, o fracción, en exceso). En riesgo medio, hasta 400 m<sup>2</sup>. En riesgo alto, hasta 300 m<sup>2</sup>. Para los extintores adicionales en riesgo medio y alto, se sigue el mismo criterio que en riesgo bajo.

Para fuegos de clase B, con volumen máximo de combustibles líquidos de hasta 50 litros, se exige una eficacia mínima de 113B. Para más de 50 litros y hasta 100 litros, 144B. Para más de 100 y hasta 200 litros, 233B. Cuando más del 50% del volumen de los combustibles líquidos esté contenido en recipientes metálicos perfectamente cerrados, la eficacia mínima del extintor puede reducirse a la inmediatamente anterior de lo exigido anteriormente. Cuando el volumen de combustibles líquidos (V) en el sector de incendio supere los 200 litros, se incrementará la dotación de extintores portátiles con extintores móviles sobre ruedas, de 50 kg de polvo BC, o ABC, a razón de un extintor, si el volumen es menor de 750 litros y dos extintores, si el volumen está entre 750 litros y 2000 litros. Si el volumen de combustibles clase B supera los 2000 litros, se determinará la protección del sector de incendio de acuerdo con la reglamentación sectorial específica que le afecte. Para almacenamientos en recipientes móviles, el RD 379/2001 en su APQ1 Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles, exige extintores de eficacia mínima 144B, normalmente corresponde a extintores de 12 kg polivalentes 34A 144B, con el requisito de que la distancia a recorrer desde el punto protegido al extintor más próximo no exceda de 15 m.

La protección de aparatos, cuadros, conductores y otros elementos eléctricos bajo tensión eléctrica superior a 24 V se realizará con extintores de anhídrido carbónico, polvo seco BC o polvo polivalente ABC con una carga mínima de 5 kg de anhídrido carbónico o 6 kg de polvo.

### *Zonas de almacenamiento de gases inflamables*

La normativa RD 379/2001 (Reglamento de almacenamiento de productos químicos), en la ITC-MIE APQ-5: Almacenamiento de botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a

presión, establece una clasificación de los almacenes en cinco categorías según las cantidades almacenadas, y en función de esta clasificación indica el número y la eficacia mínima de los extintores.

<b>AGENTES EXTINTORES Y SU ADECUACIÓN A LAS DISTINTAS CLASES DE FUEGO</b>				
<b>AGENTE EXTINTOR</b>	<b>CLASE DE FUEGO (UNE EN 2-1992)</b>			
	<b>A (Sólidos)</b>	<b>B (Líquidos)</b>	<b>C (Gases)</b>	<b>D (Metales especiales)</b>
Agua pulverizada	(2)XXX	X		
Agua a chorro	(2) XX			
Polvo BC (convencional)		XXX	XX	
Polvo ABC (polivalente)	XX	XX	XX	
Polvo específico metales				XX
Espuma física	(2) XX	XX		
Anhídrido carbónico	(1) X	X		
Hidrocarburos halogenados	(1) X	XX		

*Siendo: xxx: Muy adecuado. xx: Adecuado. x: Aceptable.*

*Notas:*

*(1) En fuegos poco profundos (profundidad inferior a 5 mm) puede asignarse xx.*

*(2) En presencia de tensión eléctrica no son aceptables como agentes extintores el agua a chorro ni la espuma; el resto de los agentes extintores podrán utilizarse en aquellos extintores que superen el ensayo dieléctrico normalizado en UNE 23.110.*

## **INSTALACIONES FIJAS DE EXTINCIÓN**

La dotación de instalaciones de protección contra incendios en los edificios no industriales está especificada en el CTE, Sección Si 4, Detección, control y extinción del incendio, Tabla 1.1.

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 algunas de ellas, su utilización periódica en simulacros y prácticas para garantizar su eficacia.

Las instalaciones fijas con agua pueden ser de los siguientes tipos: bocas de incendio equipadas, hidrantes de incendios, monitores, columna seca y rociadores automáticos.

Normalmente la sustancia extintora es el agua, aunque existen también instalaciones que emplean polvo, anhídrido carbónico u otros gases y espuma.



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. 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 llevar mangueras de 25 mm o 45 mm de diámetro interior. Las de 25 mm son de trama semirrígida y su longitud es de 15, 20 o 30 m. La lanza-boquilla será al menos de triple efecto (cierre, chorro y pulverización); algunas también tienen el efecto de cortina de ángulo variable. Es de fácil manejo y no necesita el desenrollado total para su utilización. Las de 45 mm tienen una longitud de 15 o 20 m y pueden ir enrolladas sobre una devanadera o plegadas en zigzag sobre un soporte, con una boquilla o lanza que, al menos, también permita la salida del agua en forma de chorro y pulverizada. Al estar plegadas de forma aplastada, se deben extender en toda su longitud para su utilización. Se sitúan generalmente en un armario empotrado o de superficie con una tapa de cristal para su visibilidad y orificios de ventilación y desagüe. Deben disponer de un manómetro con escala de 0 a 16 bar, clase 2,5 (tolerancia de error 2%) o mejor precisión, para la lectura de la presión estática. Para facilidad de manejo por el propio personal son preferibles las mangueras de 25 mm. En establecimientos no industriales, según el CTE, las de 45 mm se exigen en zonas de riesgo especial alto, excepto en edificios de uso Residencial Vivienda, en los que serán de tipo 25 mm. En aparcamientos se exigen BIE si la superficie construida excede de 500 m<sup>2</sup> y los equipos serán de 25 mm.

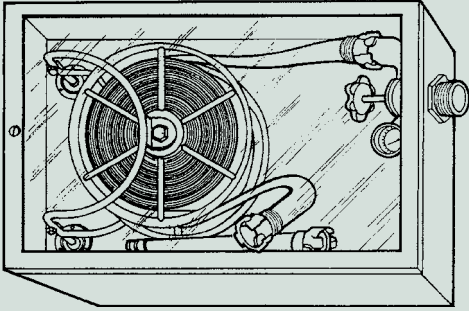
En establecimientos industriales el RD 2267/2004, en su Anexo III, punto 9 exige BIE de 45 mm para nivel de riesgo intrínseco medio y alto y de 25 mm para riesgo bajo. Para facilidad de manejo se admitirá BIE de 25 mm como boca adicional de las de 45. El caudal unitario de una BIE será el correspondiente a aplicar, a la presión dinámica disponible en la entrada de la BIE (medible con un tubo de Pitot) cuando funcionen simultáneamente el número de BIE indicado (dos en nivel de riesgo bajo y medio y tres en alto), el factor "K" del conjunto proporcionado por el fabricante del equipo. Los diámetros equivalentes mínimos serán: 10 mm para las BIE de 25 mm y 13 mm para las de 45 mm. Se deberá comprobar que la presión dinámica en la boquilla no sea inferior a 2 bar ni superior a 5 bar y, si fuera necesario se dispondrán dispositivos reductores de presión.

Una expresión muy utilizada del caudal Q es:

$$Q = 66d^2 \cdot \sqrt{P_v} = K \cdot \sqrt{P_v}$$

siendo Q el caudal en l/min, d el diámetro en cm y P<sub>v</sub> la presión de velocidad o dinámica en kg/cm<sup>2</sup>. En unidades anglosajonas Q se

## **Bocas de incendios equipadas (BIE)**

**BOCA DE INCENDIO EQUIPADA**

da en galones por minuto y  $P_v$  en psi (libras por pulgada cuadrada). El factor  $K$  debe ser el adecuado a estas unidades y se debe indicar si incluye el coeficiente de descarga  $c_d$ .

Las BIE deben ir montadas o alojadas en un receptáculo o soporte rígido y su centro debe quedar como máximo a 1,50 m sobre el nivel del suelo o más si se trata de BIE de 25 mm, pero con la boquilla y la válvula de apertura manual a esa altura. La instalación debe estar prevista para que, durante una hora como mínimo y con funcionamiento simultáneo de las dos BIE hidráulicamente más desfavorables, se tenga una presión dinámica mínima de 2 bar en el

orificio de salida de cualquier BIE. Los caudales serán suficientes para extinguir el posible incendio y mantenerse durante tiempo suficiente.

El emplazamiento de las BIE estará, siempre que sea posible, a una distancia máxima de 5 m de las puertas o salidas de cada sector de incendio y la distancia entre bocas no dejará zonas sin protección. Se considera como radio de acción la longitud de la manguera incrementada en el alcance del agua proyectada, estimado en 5 m. La separación máxima entre cada BIE y su más cercana será de 50 m. La distancia desde cualquier punto del local protegido hasta la BIE más próxima no deberá exceder de 25 m.

La normativa vigente indica los edificios, establecimientos y zonas que deberán estar protegidas con BIE. En los establecimientos industriales el RD 2267/2004 establece: el tipo de 25 mm y un tiempo de autonomía de 60 minutos con dos BIE simultáneas para riesgo bajo, de 45 mm y un tiempo de autonomía de 60 minutos con dos BIE simultáneas para riesgo medio y de 45 mm y un tiempo de autonomía de 90 minutos con tres BIE para riesgo alto. Se deberá comprobar que la presión dinámica en la boquilla no sea inferior a 2 bar, para tener un alcance mínimo, ni superior a 5 bar, para que sea manejable, disponiendo, si fuera necesario, de dispositivos reductores de presión. La presión estática no debe sobrepasar los 12 bar.

En la normativa para edificios no industriales, el Código Técnico de la Edificación, se indica que las bocas de incendio equipadas en las zonas de riesgo especial alto, en las que el riesgo se deba principalmente a materias combustibles sólidas, serán de 45 mm excepto en Edificios de Uso Residencial Vivienda, en los que serán de 25 mm. En los demás usos, indica que los equipos serán de tipo 25 mm.

Estas instalaciones también poseen en los extremos de su red unas tomas de agua pero no equipadas. La diferencia con las bocas de incendio equipadas se basa en su mayor diámetro y en que generalmente son exteriores al edificio que deben proteger.

En edificios cuya protección no es posible desde el exterior, como grandes superficies cubiertas o edificios de varias plantas, es necesario recurrir a hidrantes interiores. Estos últimos se sitúan en rellanos o vestíbulos y proceden de una red de conducciones que va a cada planta del edificio. La instalación completa de la red de estos hidrantes interiores recibe el nombre de “columna mojada” si dispone permanentemente de agua a presión desde el abastecimiento de agua del edificio, y de “columna seca” cuando no se disponga de un abastecimiento exclusivo de agua para uso de incendios. Se comentan en apartado aparte.

Según la propiedad se debe distinguir entre hidrantes propios del establecimiento e hidrantes públicos para el Servicio de Extinción de Incendios y previstos en los planes urbanísticos. Los primeros también pueden utilizarse por los bomberos para la alimentación de sus vehículos o directamente si disponen de presión suficiente.

El hidrante exterior propiamente dicho puede ser de tres tipos: hidrante de boca, que es una simple boca de toma de agua provista de un racor de conexión para mangueras; hidrante en arqueta, que puede tener una única boca de salida de agua de 100 mm o dos de 70 mm, y columna hidrante al exterior (CHE), provista de un mínimo de tres bocas de salida de agua. Los diámetros nominales de estos equipos pueden ser de 80, 100 o 150 mm y las bocas de salida de 45, 70 o 100 mm para efectuar conexiones de mangueras en función de los caudales necesarios de agua de extinción, para abastecer a los vehículos autobomba del servicio público de extinción de incendios y, en ocasiones, para el abastecimiento de agua a la red general de incendios mediante aquellos vehículos. La columna hidrante y el hidrante en arqueta pueden ser del tipo húmedo o seco en previsión de heladas. Los equipos para su utilización deben alojarse en casetas de madera o armarios metálicos situados en su proximidad.

La NBE-CPI-96 indicaba que deben estar distribuidos alrededor del edificio que deben proteger de forma que la distancia entre ellos, medida por espacios públicos, no sea superior a 200 m y que el agua lanzada con mangueras acopladas a ellos alcance cualquier zona a proteger. Con el fin de protegerse del derrumbamiento de construcciones y de la acción del calor o del humo, la distancia mínima entre cada hidrante y el edificio o estructura protegida debe ser de 15 m. En los establecimientos industriales el RD 2267/2004 establece que la distancia entre el emplazamiento de cada hidrante y el límite exterior del edificio o zona protegidos,

## **Hidrantes de incendios**

medida perpendicularmente a la fachada, debe ser al menos de 5 m y la zona protegida por cada uno de ellos es la cubierta por un radio de 40 m, medidos horizontalmente desde el emplazamiento del hidrante. La propia Norma Básica en su Apéndice 2 indicaba los edificios o establecimientos no industriales que deben contar con al menos un hidrante. También se indicaba que los hidrantes deberán estar razonablemente repartidos por su perímetro, ser accesibles para los vehículos del servicio de extinción de incendios y, al menos, uno de ellos debe estar situado a no más de 100 m de distancia de un acceso al edificio.

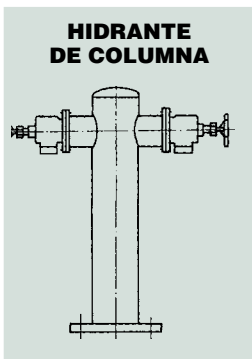
La normativa actual, el Código Técnico de la Edificación, exige la instalación de hidrantes exteriores, según las alturas de evacuación, densidad de ocupación y superficie construida, con variaciones según los usos.

La NBE-CPI-96 indicaba que el abastecimiento de agua debe permitir el funcionamiento simultáneo de dos hidrantes consecutivos durante dos horas, cada uno de ellos con un caudal de 1000 l/min y una presión dinámica mínima de 10 m.c.a. equivalentes a 1 bar.

El RD 2267/2004 exige que la presión mínima en las bocas de salida de los hidrantes será de 5 bar cuando se estén descargando los caudales indicados según la configuración del establecimiento industrial y el nivel de riesgo intrínseco.

La normativa (RD 786/2001) para los establecimientos industriales, que fue derogada y sustituida por el RD 2267/2004, exigía la instalación de hidrantes exteriores propios en función del tipo de configuración del establecimiento, la superficie de los sectores de incendio y el riesgo intrínseco. El número de hidrantes se determinará considerando que la zona protegida por cada uno de ellos abarca un radio de 40 m, medidos horizontalmente desde su emplazamiento, y que su distancia al límite exterior del edificio o zona protegidos, medida normalmente, debe estar comprendida entre 5 y 15 m, a menos que existan viales de tránsito que justifiquen otras distancias. La presión mínima en las bocas de salida será de 7 bar cuando se estén descargando los caudales que se exigen en función del tipo de configuración del establecimiento industrial y el nivel de riesgo intrínseco.

Comparando las presiones exigidas, se observan variaciones al comparar las diferentes normativas desde la NBE-CPI-82 al RD 2267/2004, incluyendo el RD 1942/1993. El CTE no indica presiones, ya que remite al RD 1942/1993 y en su Apéndice 1, punto 5 Sistemas de hidrantes exteriores remite a normas UNE. En los hidrantes se requiere mayor presión por la necesidad de la conexión de mayor longitud de tramos de mangueras. La presión mínima se refiere a la dinámica y, si es baja, requiere el empleo de bombas y, si es demasiado alta, la utilización de reductores de presión.



Los hidrantes de la red pública se pueden considerar a efectos de protección de un establecimiento o edificio si son accesibles a los vehículos del Servicio de Extinción de incendios y al menos uno de ellos está a no más de 100 m de distancia de un acceso al edificio.

Son unos aparatos fijos para lanzar a distancia grandes cantidades de agua (de 800 l/min a 8000 l/min). Normalmente permiten una rotación de 360° y movimiento vertical para dirigir el chorro según se requiera. 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 pueden servir para espuma utilizando un equipo adjunto de suministro y dosificación y unas lanzas especiales.

---

## **Monitores**

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 siamesa o bifurcación de alimentación de 2 x 70 mm 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.

---

## **Columna seca**

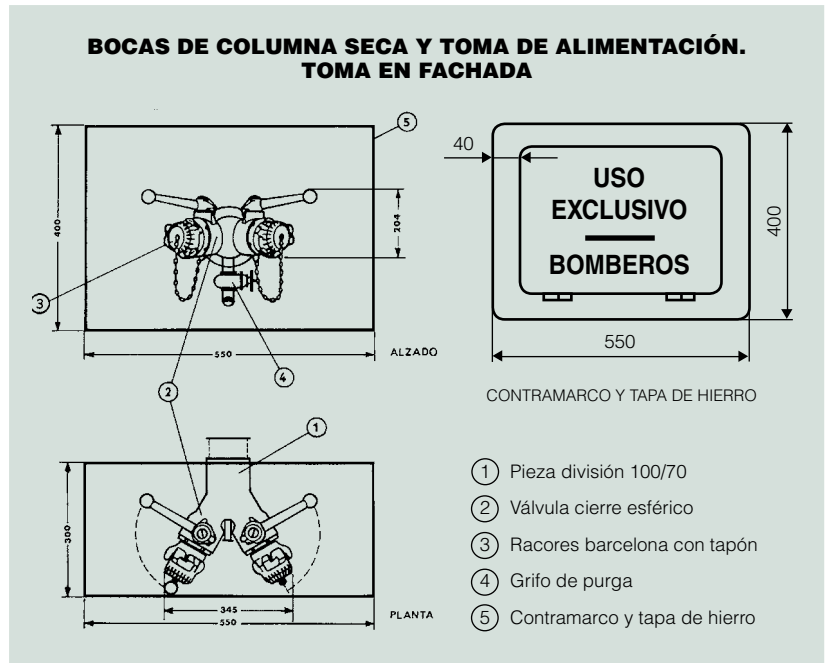
La toma de alimentación en la fachada estará alojada en una hornacina provista de caja metálica pintada de blanco con la inscripción "USO EXCLUSIVO BOMBEROS" en letra roja y situada junto al acceso principal del edificio.

Las bocas de salida en los pisos, provistas de conexión siamesa de 2 x 45 mm, se dispondrán en los rellanos de escalera de las plantas pares hasta la octava y en todas a partir de ésta, en donde el Servicio de Extinción de Incendios conectará sus mangueras para atacar el incendio en su proximidad. El número de bocas de salida o de conexión a las mangueras se determinará de forma que la distancia hasta cualquier origen de evacuación sea inferior a 60 m.

La NBE-CPI-96 establecía la obligatoriedad de una instalación de columna seca en los edificios y establecimientos cuya altura de evacuación sea superior a 24 m o 15 m en establecimientos hospitalarios. También es exigible en garajes o aparcamientos con más de tres plantas bajo rasante o más de cuatro por encima. Los mu-

nicipios podrán sustituir esta exigencia por bocas de incendio equipadas cuando se den condiciones que no garanticen su utilidad. El Código Técnico de la Edificación mantiene las mismas exigencias.

En establecimientos industriales se exigirán si son de riesgo intrínseco medio o alto y su altura de evacuación es de 15 m o superior. Se situarán en recintos de escaleras o en vestíbulos previos a ellas.



### 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, accionados por el calor que alcanza el techo y que abre el paso del agua. Esta apertura se produce, según el elemento termosensible que incorpora el rociador, de tres formas: por rotura de una pequeña ampolla de vidrio con líquido fácilmente dilatado, por fusión de un elemento metálico de bajo punto de fusión a unas temperaturas determinadas por fabricación y por la actuación de un elemento bimetálico. Según las distintas aplicaciones se puede elegir la temperatura de tarado entre 59°C y 343°C.

Los dos tipos principales de rociadores según el tipo de deflector y descarga son: los *convencionales*, que producen la descarga en forma esférica (una cantidad entre el 40% y el 60% del agua descargada se dirige hacia la cubierta, cayendo posteriormente en

forma de gotas de gran tamaño) y los de *pulverización*, que producen una descarga parabólica arrojando casi toda el agua hacia el suelo, sin mojar la cubierta. La distribución y el tamaño de gota son mucho más regulares que en el convencional.

Según la posición, existen tres tipos: el *rociador montante*, en el que la boquilla dirige el agua hacia arriba, siendo el que más se utiliza en la protección de locales industriales o públicos en que no existen falsos techos o para la protección de los espacios entre la cubierta y el falso techo; el *rociador colgante*, en el que la boquilla dirige el chorro de agua hacia abajo, siendo utilizado en los locales con falso techo, y el *rociador horizontal* situado en pared. Los rociadores colgantes tienen una serie de desventajas respecto a los montantes tales como: exposición a recibir golpes, que una fuga de agua afecta al elemento termosensible y obturaciones por impurezas y cuerpos sólidos.

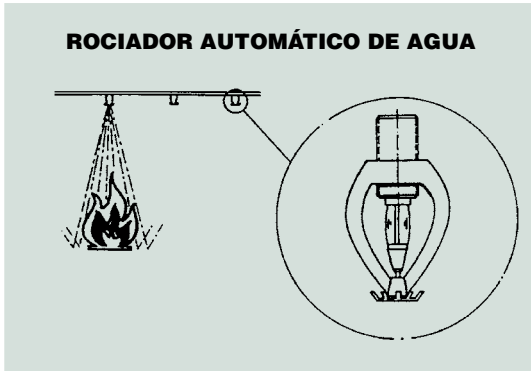
Los tipos de sistemas de rociadores son:

- *Sistemas húmedos*. Es el más empleado. Las tuberías están llenas de agua a presión, de forma que al abrirse el rociador se produce instantáneamente la descarga de agua. Disponen de una válvula de alarma que acciona un dispositivo hidráulico de alarma y una alarma eléctrica.
- *Sistemas secos*. Se deben instalar en los lugares en que puedan ocurrir heladas. Las tuberías están llenas de aire a presión, de forma que al abrirse el rociador se produce la descarga de aire. En esa situación disminuye la presión en las tuberías hasta que dicha presión se hace insuficiente para mantener cerrada la válvula de alarma. Se abre esta válvula y el agua penetra en las canalizaciones, y al llegar al rociador abierto, se inicia la descarga de agua. El tiempo desde que se abre el rociador hasta el comienzo de la descarga no debe ser superior a 60 segundos.

La norma UNE-EN 12845: 2005 + adendum A2: 2010. "Protección contra incendios. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de rociadores automáticos. Diseño, instalación y mantenimiento" especifican los requisitos y dan recomendaciones para el diseño, instalación y mantenimiento de estos sistemas. Se complementa con la UNE-EN 12259-1: 2002 con los adenda A2: 2005 y A3: 2007 sobre los componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada.

Una instalación de rociadores engloba tres acciones simultáneas: detección, alarma y extinción. Comprende los rociadores propiamente dichos, la red de tuberías, la unidad de control y el abastecimiento de agua.

Su aplicación es imprescindible en locales en que la propagación del incendio pueda ser rápida y se precise una intervención inmediata. Ejemplos: almacenes de productos acabados, grandes almacenes comerciales, hangares, industria petrolífera, transformadores, embarcaciones, etc.



En el Código Técnico de la Edificación los rociadores automáticos están considerados como instalación automática de extinción. Se exige según alturas de evacuación y superficies construidas.

En los establecimientos industriales, según el RD 2267/2004, su exigencia está indicada en su Anexo III, punto 11. Sistemas de rociadores automáticos de agua. Hace distinción entre: a) Actividades de producción, montajes, transformación, reparación u otras distintas de almacenamiento y b) Actividades de almacenamiento. Otro tipo

de instalación automática de extinción son los sistemas de agua pulverizada que están considerados en el punto 12.

### **Instalaciones fijas y automáticas de extinción con 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, o por extintores de descarga automática situados sobre el equipo o material a proteger. Un ejemplo típico de esta última aplicación son los extintores automáticos con boquilla tipo “sprinkler” de 12 kg de carga de polvo suspendidos a una altura de 2 m a 2,5 m del posible foco 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.

Sus aplicaciones son: salas de calderas, salas de almacenamiento de líquidos inflamables, etc.

Este tipo de instalaciones para los establecimientos industriales están consideradas en el RD 2267/2004, Anexo III, punto 14.

En los edificios no industriales estaban consideradas en la NBE-CPI-82, punto 4.2.2.5 Sistemas fijos de extinción, y para sus detalles remitía a unas normas UNE que han sido sustituidas por las UNE-EN 12416-1 y 2 Sistemas fijos de extinción por polvo. En la NBE-CPI-91 y 96 no se consideraba este tipo de instalaciones. En la normativa actual del CTE, para este tipo de instalaciones se considera de modo genérico como Instalación automática de extinción, para algunos usos y sin especificar el tipo. En los casos en que sea obligatoria su instalación, se debe realizar según las normas anteriores.

En determinadas instalaciones puede que este tipo de sistema fijo sea obligatorio si lo indica una normativa específica. Por ejemplo, en calderas de vapor la ITC-MIE-AP 1, Art. 19 remitía a la UNE 9-310.



En el RD 1942/1993, están consideradas dentro de los sistemas fijos de extinción. Indica que se ajustarán a las normas correspondientes.

Consisten en instalaciones automáticas de extinción por inundación del local con anhídrido carbónico procedente de una batería de botellas o bien están compuestas por extintores fijos de anhídrido carbónico orientados al elemento a proteger y de funcionamiento automático mediante fusible. En la descarga a presión atmosférica el gas licuado se vaporiza y un porcentaje aproximado del 25% se transforma en nieve carbónica o hielo seco. Esta baja temperatura se debe tener en cuenta en la protección de equipos electrónicos mediante la aplicación local. La descarga de la fase líquida de anhídrido carbónico puede generar cargas electrostáticas en accesorios, tuberías y boquillas metálicas, que pueden originar descargas de chispas peligrosas en ambientes con vapores y gases inflamables. Para protegerse de ese riesgo todos los elementos metálicos del equipo de extinción en contacto con el agente extintor se deben conectar a tierra.

Su activación quedará reflejada en lugar adecuado, mediante una señal audible o visible.

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 al personal antes de descargar el anhídrido carbónico. El disparo también puede producirse por fusibles, termocontactos y termostatos. Se dispondrá al menos de un disparo manual en lugar accesible. Estos sistemas sólo serán utilizables cuando quede garantizada la seguridad y la evacuación del personal que ocupe el local y la protección del medio ambiente. Las exigencias anteriores también se aplicarán a los agentes extintores gaseosos sustitutivos de los halones.

Existen diversas normas de la serie UNE-EN 15004, para distintos agentes sustitutivos de los halones, dedicadas a las propiedades físicas y al diseño de estos sistemas fijos con agentes gaseosos.

Las instalaciones de anhídrido carbónico según el tipo de almacenamiento se clasifican en:

- *Sistemas de alta presión.* El anhídrido carbónico como gas licuado está almacenado en baterías de botellas a la presión de vapor que corresponde a la temperatura ambiente (60 bar a 20°C). Es el sistema más utilizado.
- *Sistemas de baja presión.* El anhídrido carbónico como gas licuado está almacenado en tanques a baja presión y refrigerados a baja temperatura (21 bar a -18°C).

Según el modo de aplicación del agente extintor se clasifican en:

- *Sistemas de inundación total.* Instalaciones fijas con contene-

---

### **Instalaciones fijas y automáticas de extinción con anhídrido carbónico u otros gases**

dores, tuberías y boquillas que descargan la concentración requerida del agente extintor en un recinto cerrado que se desea proteger durante un tiempo suficiente.

- *Sistemas de aplicación local.* Instalaciones fijas con contenedores, tuberías y boquillas que descargan el agente extintor directamente sobre los equipos que quieren ser protegidos en espacios abiertos o cerrados de poca estanqueidad en que es difícil mantener una concentración de extinción eficaz.

- *Sistemas de mangueras manuales.* Instalaciones fijas con contenedores, tuberías y mangueras flexibles de alta presión conectadas a lanzas difusoras para aplicación manual en el lugar del incendio.

Sus aplicaciones son: petroleros, bodegas de buques, transformadores en locales cerrados, cuadros eléctricos, archivos de documentación, 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.

La norma sobre este agente extintor es la UNE-EN 25923 Protección contra incendios. Agentes extintores. Dióxido de carbono.

---

### **Sistemas de espuma física**

La espuma para extinción de incendios es un agregado estable de burbujas. Se forma a partir de un agente espumógeno, que puede tener diferentes composiciones; se mezcla con agua en un dosificador dando lugar a una disolución espumante que pasa a un generador de espuma que actúa por aspiración de aire a través de la disolución anterior y descarga una espuma expandida en la zona a proteger.

El grado o coeficiente de expansión es la relación entre el volumen final de la espuma y el inicial de la disolución espumante. Según el grado de expansión, la norma UNE 23 603 clasifica las espumas en:

- *Espumas de baja expansión.* Entre 3 y 30. Se aplican en tanques atmosféricos de líquidos inflamables y combustibles, de techo fijo y flotante; extinción de incendios en cubetos y derrames, etc. Se pueden accionar de forma manual y automática mediante un sistema de detección adecuado para emplazamientos en atmósferas potencialmente explosivas según la ITC-BT-29 del Reglamento electrotécnico para baja tensión. También se pueden accionar con sistemas de detección neumáticos mediante elemento fusible.

- *Espumas de media expansión.* Entre 31 y 250. Se aplican en incendios de sólidos y líquidos que requieren inundación total de recintos con máquinas, celdas de transformadores, etc.; para cubrir derrames de líquidos inflamables, combustibles y tóxicos,

para evitar la formación de vapores, y en incendios de sólidos combustibles, líquidos inflamables y combustibles.

- *Espumas de alta expansión*. Entre 251 y 1000. Son recomendables para la inundación total de grandes volúmenes con incendio en diversos puntos y niveles, principalmente en recintos cerrados, ya que en ambientes exteriores están afectadas por el viento y la inexistencia de paredes de contención.

Según las características de extinción se clasifican en:

- *Espuma convencional*. Extingue mediante la propia capa de espuma aplicada.
- *Espuma formadora de película acuosa (Aqueous Film Forming Foam AFFF)*. Forma una fina película que se extiende rápidamente sobre la superficie del combustible.
- *Espuma antialcohol*. Forma una película que protege la capa de espuma descargada frente a la acción de disolventes polares, o bien contienen sustancias insolubles en esos disolventes que, al entrar en contacto con ellos, crean un precipitado que protege a la propia espuma.

EL BUEN MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS Y LA ADECUADA FORMACIÓN DEL PERSONAL ASIGNADO PUEDEN EVITAR QUE UN PEQUEÑO INCENDIO SE CONVIERTA EN CATÁSTROFE

## PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN 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, una explosión es un fenómeno originado por un súbito cambio físico o químico en el estado de una masa que produce una gran liberación de energía y un aumento de volumen de un gas o vapor (aire, vapor de agua, gases de combustión, etc.) en un medio (recipiente, atmósfera, local, etc.) que opone resistencia a dicho aumento. Genera onda de presión y ruido.

La normativa sobre protección contra este riesgo está diversificada en reglamentaciones particulares, posteriores a la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo del año 1971, en que el riesgo de explosión apenas se citaba. Se puede enunciar una lista no exhaustiva:

- RD 842/2002 Reglamento Electrotécnico para baja tensión

**Normativa sobre protección contra explosiones**

(REBT) y su ITC-BT 29 para locales con riesgo de incendio y explosión

- RD 379/2001 Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus ITC-APQ1 a APQ7. RD 2016/2004 APQ8 Almacenamiento de fertilizantes a base de nitrato amónico y RD 105/2010 APQ9 Almacenamiento de peróxidos orgánicos.
- RD 1254/1999 sobre medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas
- RD 1215/1997 Reglamento de utilización de los equipos de trabajo
- RD 2060/2008 Reglamento de equipos a presión que deroga y sustituye al RD 1244/1979 Reglamento de aparatos a presión
- RD 2085/1994 Reglamento de instalaciones petrolíferas con sus modificaciones y 6 ITC

Actualmente, aparte de estas normas específicas, ha entrado en vigor el RD 681/2003 sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de la formación de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.

Una normativa complementaria a la anterior es el RD 400/1996, sobre aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.

El RD 681/2003 excluye expresamente algunas instalaciones especiales, tales como: la instalación eléctrica de quirófanos, regida por la ITC-BT 38 del REBT; los aparatos de gas, según la ITC-ICG 10 del RD 919/2006 Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus 11 ITC, el RD 230/1998 Reglamento de explosivos y sus 25 ITC; las industrias extractivas a cielo abierto o subterráneas, reguladas por el RD 1389/1997 y el RD 863/1985 Reglamento General de Normas básicas de Seguridad Minera, modificado por el RD 150/1996 y sus ITC. También se excluye el transporte de mercancías peligrosas por carretera, ferrocarril, vía marítima y aérea, reguladas por el ADR, RID, IDMG y OACI, respectivamente.

El RD 681/2003 está dedicado a la protección del riesgo de las explosiones ocasionadas por la reacción química de combustión de atmósferas explosivas formadas por la mezcla de aire con gases, vapores o nieblas inflamables o con polvos combustibles. Atmósfera explosiva es equivalente a atmósfera inflamable. El fenómeno producido será una explosión o una inflamación según la cantidad y el grado de confinamiento de la mezcla aire-combustible. Una explosión en un recipiente o recinto cerrado es más violenta que en un entorno abierto en que la resistencia al aumento de volumen de la mezcla en combustión rápida es menor. En polvos se utiliza más el término “combustibles”, pero, si el polvo está en suspensión en el aire, se comporta como polvo inflamable.

En la normativa igual que en el tratamiento del fenómeno y la descripción de las propiedades se hace una diferenciación entre los gases, vapores y nieblas, por un lado, y los polvos, por otro. La mezcla de aire con gases, vapores y nieblas puede llegar a ser muy homogénea a nivel molecular. En cambio, la mezcla de aire con polvo en suspensión es la de gas aire con partículas sólidas de dimensiones muy grandes respecto al tamaño molecular del gas o del vapor. Las partículas sólidas, si no están en un régimen turbulento con aire, tienen un tiempo limitado de residencia o flotación en el aire que hace que se sedimenten en forma de polvo depositado. Las nieblas están consideradas en el grupo de los gases y vapores, aunque están en fase líquida de pequeñas gotas en suspensión en el aire.

El RD 681/2003 exige una serie de obligaciones al empresario con objeto de prevenir las explosiones y de proteger a los trabajadores en el caso de que ocurran. Para ello se debe impedir la formación de atmósferas explosivas o, cuando la naturaleza de la actividad no lo permita, evitar su ignición y, si ocurre, atenuar los efectos perjudiciales. Requiere la elaboración de un documento de protección contra explosiones, en el que se incluya la evaluación del riesgo de explosión, la clasificación de áreas de riesgo y la aplicación de una serie de medidas organizativas y de protección. Los aparatos y sistemas de protección para uso en las áreas clasificadas deben cumplir una serie de requisitos, establecidos por el RD 400/1996. Se hace una distinción entre equipos eléctricos y no eléctricos y entre equipos anteriores y posteriores al 30 de junio de 2003, para adaptarse a estos reales decretos. En la Guía Técnica del RD 681/2003 editada por el INSHT se desarrolla ampliamente el articulado y sus anexos para el cumplimiento de las obligaciones exigidas y se detalla una relación de normas técnicas y documentación de ayuda para su ejecución.

Según su forma de desarrollarse pueden ser: *confinadas*, cuando suceden dentro de un recipiente o recinto determinado, como la explosión de un reactor químico; o *no confinadas*, cuando suceden al aire libre y generalmente requieren una cantidad considerable de masa combustible para que sea significativo el aumento de presión. Ejemplo: deflagración de una nube de vapor inflamable.

Según su origen pueden ser:

- *Químicas*: producidas por reacciones químicas de combustión violenta. Ejemplo: combustión de nitroglicerina, nitrocelulosa, dinamita, gases y vapores inflamables, etc. Las explosiones químicas, según su velocidad de combustión, se dividen en: detonaciones y deflagraciones.
- *Físicas o mecánicas* (neumáticas, si es aire): producidas por la

---

## Clases de explosiones

rotura de un recipiente a causa de la presión interior. Ejemplos: reventón de un neumático, estallido de una caldera de vapor, etc. El contacto de un metal en fusión con agua o humedad en un molde vaporiza de forma súbita el agua a fase vapor con un aumento repentino de volumen que al mismo tiempo proyecta metal fundido. Este fenómeno se puede considerar explosión física. Con temperatura muy alta puede descomponer el agua en hidrógeno y oxígeno, en cuyo caso el hidrógeno a su vez podría dar lugar a una combustión que sería una explosión química.

- *Eléctricas*: producidas por la descarga de un arco eléctrico, vaporización brusca de conductores, efectos producidos por calentamiento de los mismos. Ejemplo: la descarga de un rayo.
- *Nucleares*: producidas por procesos de fusión o fisión de núcleos atómicos.

---

### **Explosivos**

Son aquellas sustancias capaces de provocar una reacción de explosión química. Se considera que existen dos clases:

- *Explosivos industriales*: son aquellos cuya finalidad es provocar la explosión, como los explosivos para voladuras, el fulminato de mercurio, TNT, ANFO, etc.
- *Explosivos accidentales*: son aquellas sustancias combustibles cuando la combustión está controlada, pero que, en determinadas 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, al eliminar uno de los tres factores se evita la explosión. Se consigue, por ejemplo, reemplazando el oxígeno del aire por un gas inerte. Este método se llama *inertización* y para ello se suele emplear nitrógeno.

Manteniendo una mezcla explosiva por debajo de una concen-

tración mínima, denominada “límite inferior de inflamabilidad o explosividad”, se evita la explosión. Esta condición se consigue con una buena *ventilación natural o forzada*. La medición de tal concentración peligrosa, en el caso de los gases y vapores inflamables, se realiza con el explosímetro. Además, existen analizadores y medidores continuos para el control de las concentraciones de diversos gases.

Otra forma de prevención es la *eliminación del foco o fuente de ignición*, evitando golpes, frotamientos, chispas eléctricas, fumar y encender fuego y manteniendo la distancia adecuada a quemadores, hornos, etc. Revisar fuentes de ignición según UNE-EN 1127-1.

MEDIANTE VENTILACIÓN ADECUADA  
O INERTIZACIÓN SE PUEDE EVITAR LA  
FORMACIÓN DE ATMÓSFERAS INFLAMABLES

Es el conjunto de medidas destinadas a minimizar las consecuencias de las explosiones una vez ocurridas.

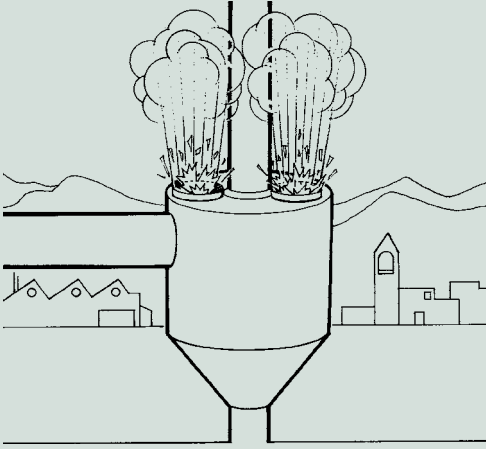
*Contención de la presión de la explosión.* Este sistema casi siempre es prohibitivo por su coste, excepto en recipientes pequeños o con productos muy caros o altamente tóxicos. Se consigue mediante el diseño de los llamados recipientes “resistentes a la presión de explosión” y los “resistentes al choque de presión”. Los primeros resisten la presión generada sin rotura y los segundos sufren una ligera deformación.

*Separación o aislamiento* 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 combustibles se utilizan válvulas rotativas y transportadores de tornillo helicoidal. Otros dispositivos basados en el mismo principio son las válvulas de acción rápida o tajaderas, las cuales actúan con una compuerta accionada por un gas a presión, cuya descarga es activada por un sensor o detector de la explosión ocurrida en las cercanías de la válvula. El sensor detecta la onda de presión antes de que llegue el frente de llama y da tiempo a que actúe la válvula y evite la propagación de la explosión. Dentro del grupo de protección por aislamiento se pueden considerar los *filtros apagallamas*. Son dispositivos formados por un arrollamiento de una lámina corrugada que permite el paso de un gas o vapor, pero evita el paso de una llama debido a la gran superficie metálica que presenta, la cual provoca su enfriamiento y extinción antes de que pueda pasar al otro lado y provocar la propagación.

*Respiraderos o venteos de alivio de explosiones.* Este término incluye, en sentido amplio, todos los dispositivos que sirven para aliviar la presión en un aparato o equipo de proceso cerrado, mediante la apertura, por un tiempo corto o permanentemente, y en una

## Protección contra explosiones

### VENTEOS DE ALIVIO DE EXPLOSIONES



dirección no peligrosa después de iniciarse una explosión y 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. Los discos de ruptura y los paneles de venteo de alivio de presión están calibrados de forma que abran o rompan a una presión determinada llamada "presión estática de activación", de tal forma que la presión alcanzada en el recinto protegido, llamada "presión reducida", sea inferior a la presión de diseño. Estos dispositivos deben abrir hacia zonas seguras sin presencia ni paso de personas. La explosión se puede conducir hacia zonas exteriores no peligrosas mediante conducciones lo más rectas

posibles. Deben evitarse longitudes superiores a 6 m y curvas que creen una contrapresión o freno a la salida de los gases de la combustión. En estos casos se precisa un área mayor de venteo. A la salida de un venteo de explosión se puede aplicar un apagallamas, formando un conjunto que evita la salida del chorro de llamas y productos de la combustión.

Otros dispositivos de protección de explosiones son los *supresores de explosiones* que se basan en una extinción muy rápida. El equipo completo consta de un detector o sensor de membrana que detecta la onda de presión en la fase inicial del proceso de la deflagración (o un detector óptico que detecta la señal luminosa de la combustión) y transmite una señal eléctrica a una central

de control que la amplifica y acciona un detonador que rompe una válvula de paso que mantiene a presión al agente extintor (polvo extintor) y al agente gaseoso impulsor (nitrógeno). El tiempo de detección y extinción es inferior al necesario para que tenga lugar la combustión completa. De esta forma la presión alcanzada en el equipo

protegido (presión reducida) es muy inferior a la presión de diseño y el equipo no sufre daños mecánicos. En caso de actuación de un supresor de explosiones se requiere la detención del proceso para la limpieza del equipo, reinstalación y puesta a punto del supresor, ocasionando la posible pérdida del producto procesado. Los supresores se pueden emplear en combinación con paneles de venteo de explosiones.

EN PROCESOS CON GASES O POLVOS COMBUSTIBLES ES IMPRESCINDIBLE CONTROLAR LOS POSIBLES FOCOS DE IGNICIÓN Y UTILIZAR DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN FRENTE A EXPLOSIONES



En la actividad laboral de una empresa se pueden presentar circunstancias inesperadas y súbitas que tengan como consecuencia la aparición de situaciones de peligro para la colectividad total o parcial de los trabajadores y, en ciertos casos, la población externa. Todo ello podría ir unido a un riesgo de daño a las instalaciones y al medio ambiente. Cuando ocurre alguna de estas circunstancias, se dice que hay una situación de emergencia.

Según establece el artículo 20 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL), el empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, debe analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias para evitar sus consecuencias, fundamentalmente en relación con los primeros auxilios, la lucha contra incendios y la evacuación de los trabajadores.

Para cada una de las posibles situaciones de emergencia en una empresa, debe existir un plan de actuación, una organización y unos medios de lucha. Para ello, debe realizarse en primer lugar una evaluación de riesgos que oriente sobre el nivel de gravedad de estas situaciones de emergencias.

En base a los resultados de esta evaluación previa, deben adoptarse las medidas preventivas correspondientes y redactar un plan de actuación ante todas las posibles emergencias. El conjunto de estas actividades es lo que garantiza una adecuada prevención y protección ante las emergencias, tanto para las personas como para las instalaciones. Sería inútil realizar un Plan de Emergencia en un establecimiento que no tuviera las medidas mínimas preventivas de protección contra incendios, explosiones y otras emergencias.

Si el establecimiento es pequeño y el riesgo de emergencias es mínimo, el Plan de

TODO PLAN DE EMERGENCIA DEBE PREVER LAS SITUACIONES CRÍTICAS CON EL FIN DE ADOPTAR LAS MEDIDAS PARA EVITARLAS Y EN TODO CASO OPTIMIZAR LOS RECURSOS DISPONIBLES PARA MINIMIZAR SUS CONSECUENCIAS

Emergencia debe ser simple y adecuado al nivel de riesgo considerado. En definitiva, en cualquier tipo de establecimiento donde se realice una actividad laboral, ante una situación de emergencia, lo principal es salvaguardar a los trabajadores y a la posible población afectada.

Por tanto, todas las empresas deben evaluar las situaciones de emergencia y planificar las actuaciones a seguir, cumplimiento con las obligaciones que emanan de los artículos 14, 16 y 20 de la LPRL. En el caso concreto de determinadas actividades industriales existe normativa específica en materia de emergencias, como el caso de las industrias químicas obligadas por el Real Decreto 1254/1999, por el que se aprueban las medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.

Además, se tendrán en cuenta siempre las ordenanzas municipales y normativa de las comunidades autónomas que pueden marcar exigencias y criterios en referencia a este tema.

Tras la publicación del Real Decreto 393/2007, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección (NBA) de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia, determinadas empresas, o más bien los titulares de ciertas actividades, están obligados a organizar unos recursos materiales y humanos de la forma establecida en dicho Real Decreto, con el fin de responder eficazmente ante las situaciones de emergencia y garantizar así la seguridad y la salud de los trabajadores.

Dicha organización deberá plasmarse en un documento que se denomina "Plan de Autoprotección" (PA) y cuyos datos principales deberán remitirse a un registro administrativo para su inscripción. Además, este PA deberá entregarse a la administración competente junto con los restantes documentos requeridos, para obtener las licencias, permisos o autorizaciones necesarias para la apertura de una actividad económica.

## **NORMA BÁSICA DE AUTOPROTECCIÓN (NBA)**

Esta norma contempla no sólo la elaboración, sino también la implantación y el mantenimiento de estos Planes de Autoprotección.

### **Ámbito de aplicación de la Norma Básica de Autoprotección**

Antes de proceder a la elaboración del PA de una determinada empresa, es un requisito indispensable comprobar que ésta se encuentre dentro del ámbito de aplicación de la norma.

La NBA es de aplicación obligatoria a las actividades que aparecen en el Anexo I del Real Decreto. Esta obligación será:

- Total, en el caso de las actividades recogidas en el punto 2 del Anexo. Es decir, cumplirán con todo lo establecido en la NBA.
- Con carácter supletorio, en el caso de actividades que constan en el punto 1 del Anexo, las cuales ya disponen de una normativa sectorial específica. Es decir, se regirán por su propia normativa, pero además se aplicará la NBA en todos aquellos aspectos que no se encuentren regulados concretamente por dicha normativa (por tanto, cuando la empresa ya disponga de un PA previo a la entrada en vigor de la NBA, éste se completará con todos aquellos puntos del Anexo II que no se encuentren regulados por su normativa y que no estén contemplados en el PA existente en la empresa).

No obstante, hay que tener presente que las administraciones públicas competentes podrán exigir la elaboración e implantación de PA a los titulares de actividades no incluidas en el Anexo I, cuando presenten un especial riesgo o vulnerabilidad.

Debe redactarse el PA en un documento único, el cual dispondrá de la estructura y contenido del Anexo II del Real Decreto 393/2007. Para su elaboración se seguirán los criterios del apartado 3.3 de este Real Decreto.

---

**Elaboración del PA según la Norma Básica de Autoprotección**

El contenido mínimo del PA será el siguiente:

1. Datos referentes a la empresa, tales como: denominación y ubicación de la actividad, identificación y localización de los titulares de la actividad y directores del PA y de actuación en emergencias.
2. Descripción de cada actividad y del medio en que se desarrollan, mediante un resumen de las actividades, centros, usuarios, entorno, accesos, etc. Se adjuntarán los planos correspondientes.
3. En referencia a los posibles riesgos que puedan provocar situaciones de emergencia, se detallarán todos aquellos peligros susceptibles de producirlas o contribuir a que se originen, se analizarán y evaluarán teniendo en consideración las posibles personas afectadas ya sea de la actividad o ajenas a ésta. Se adjuntarán los planos correspondientes.
4. En referencia a las medidas y medios de autoprotección, se recogerán tanto los equipos humanos de emergencias como los recursos materiales (inventario de medios técnicos para la autoprotección) que sean necesarios para afrontar las posibles situaciones de emergencia, incluyendo aquellos que se dispongan de acuerdo con la normativa específica que resulte de aplicación a la empresa objeto del PA. Se adjuntarán los planos correspondientes.

5. Programa de mantenimiento preventivo, tanto de las instalaciones de riesgo, como de las de protección, que estará debidamente documentado y reflejará todas las operaciones de mantenimiento realizadas, así como las inspecciones de seguridad que se requieran.

6. Plan de actuación en caso de emergencias en el que se prevé la organización de la respuesta ante situaciones de emergencias clasificadas, las medidas de protección e intervención a adoptar, y los procedimientos y secuencia de actuación para dar respuesta a las posibles emergencias de forma que se garantice la alarma, evacuación y socorro en cada situación. (El cumplimiento de este punto también viene recogido explícitamente en los Art. 14 y 20 de la LPRL).

7. Formas de notificación de la emergencia, coordinación y colaboración para la integración del PA en otros de ámbito superior.

8. Programas informativos y formativos, así como programas de adecuación de medios y recursos necesarios para proceder a la implantación del PA. (De acuerdo también con los Art. 18 y 19 de la LPRL).

9. Programas de reciclaje de formación e información, de sustitución de medios y recursos, de auditorías y de revisión de la documentación del PA, así como de simulacros necesarios para mantener la eficacia del PA y garantizar su actualización.

Una vez finalizado el documento, será suscrito por el titular de la actividad, si es una persona física, o por la persona que le represente, si es una persona jurídica.

En aquellas empresas en las que preceptivamente deban redactarse documentos referentes a los planes de autoprotección y las emergencias según la normativa sectorial que les sea de aplicación, con el fin de evitar duplicaciones innecesarias y la repetición de trabajos realizados, estos documentos podrán fusionarse con el PA desarrollado por la NBA, en un único documento, siempre que se cumplan todos los requisitos esenciales de esta norma.

Cuando dichos documentos ya estuvieran redactados en la empresa antes de que les fuera de aplicación la NBA, deberán añadirle aquella parte del Anexo II que no esté contemplada en ellos.

En el siguiente cuadro se resumen las actividades principales a llevar a cabo y su frecuencia, para elaborar e implantar el PA de acuerdo con las indicaciones que se desprenden de la propia NBA.

A las empresas con actividades a las que no les resulte de aplicación el Real Decreto 393/2007 les siguen siendo exigibles los artículos 14, 16 y 20 de la LPRL. Estas empresas (públicas o privadas) deben disponer del documento en materia de emergencias derivado de estos artículos, en el marco de las obligaciones del artículo 23 de la citada LPRL, que les permita acreditar ante la autoridad laboral el cumplimiento de sus obligaciones legales.

<b>PRINCIPALES ACTIVIDADES PARA ELABORAR UN PLAN Y SU FRECUENCIA</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA</b>
Designar: Técnico para la redacción PA, Director del PA, Director del Plan de actuación de Emergencias.	Inicialmente
Reunir la información necesaria para la redacción del PA (proyectos, planos, manuales, procedimientos, listado de medios de protección contra incendios, etc.).	Inicialmente
Visitas, inspecciones, reuniones para el estudio, comprobación, elaboración de la documentación necesaria para proceder a la redacción del PA.	Inicialmente
Redacción del PA, preparar y adjuntar la documentación requerida en los anexos.	Inicialmente
Aprobación por parte del titular de la actividad y consulta sobre la designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia propuestos en el PA.	Inicialmente
Programar y ejecutar las actividades para llevar a cabo la divulgación e implantación, incluida la información y formación referente al PA, a todos los posibles afectados y emitir la certificación correspondiente.	Inicial y periódicamente
Programar los medios y recursos materiales y económicos necesarios y llevar a cabo su mantenimiento.	Inicial y periódicamente
Programar y realizar simulacros.	Periodicidad mínima anual o menor de acuerdo con la normativa sectorial específica
Programar y realizar la revisión del PA*.	Una periodicidad mínima no superior a tres años
Programar y realizar auditorías e inspecciones.	Inicial y periódicamente
Facilitar información referente al PA a la administración para su registro.	Tras la redacción del PA
Facilitar información referente a los cambios que afecten al PA a la Administración.	Cuando se den cambios
Colaborar con las autoridades competentes de la Administración, en referencia a las normas de protección civil que le sean de aplicación a la empresa.	Continuamente
<i>*Hay que diferenciar estas revisiones programadas de las que se efectuarán de forma inmediata ante la existencia de cambios en la actividad, instalaciones, medios, personal, etc., que afecten a la operatividad del PA y por tanto se requiera la actualización del mismo.</i>	

Para facilitar el cumplimiento de las obligaciones de la LPRL en materia de actuaciones ante las emergencias, puede seguirse lo establecido en la Orden de 29.11.1984 cuyo objetivo es el de orientar a los responsables de preparar, redactar e implantar un Plan de Emergencia. A pesar de que esta Orden ha sido explícitamente derogada por el Real Decreto 393/2007 y de que no fue nunca de obligado cumplimiento (su aplicación fue siempre voluntaria como

así se regula en la disposición primera de la misma), con criterio técnico, puede seguirse utilizando a modo de guía para cumplir con las obligaciones emanadas de la LPRL ante las situaciones de emergencias.

El Manual de Autoprotección que recoge la citada Orden Ministerial de 1984 tiene por objeto la preparación, redacción y aplicación del Plan de Emergencia, que comprende la organización de los medios humanos y materiales disponibles para la prevención del riesgo de incendio o de cualquier otro equivalente, así como para garantizar la evacuación y la intervención inmediata. El Plan de Emergencia propiamente dicho está dentro de un más amplio Plan de Autoprotección que comprenderá cuatro documentos:

*Documento 1. Evaluación del riesgo.* Se evaluará el riesgo de incendio de cada una de las áreas que ocupan las actividades en nivel de riesgo alto, medio o bajo, en función de la carga térmica ponderada para el uso industrial y almacenamiento y según el número de personas, la superficie de la actividad y la altura de los edificios para los otros ocho usos definidos en la Orden.

*Documento 2. Medios de protección.* Se efectuará un inventario de los medios técnicos (instalaciones de detección, alarma, extinción de incendios y alumbrados especiales) y humanos disponibles para participar en las acciones de autoprotección.

*Documento 3. Plan de Emergencia.* Considerará las diferentes hipótesis o situaciones de emergencia que puedan ocurrir y los planes de actuación para cada una de ellas. Se organizarán los equipos de emergencia y se indicarán las condiciones de uso y mantenimiento de las instalaciones.

*Documento 4. Implantación.* Consiste principalmente en la divulgación del Plan de Autoprotección, la formación y adiestramiento de los componentes de los equipos de emergencia, la realización de simulacros al menos una vez al año, así como la revisión y actualización del Plan.

Si comparamos la NBA con la citada Orden de 29.11.1984 las diferencias más relevantes resultantes se resumen en el cuadro de la página siguiente.

Antes de continuar, es importante aclarar que en la normativa en materia de emergencias, se pueden apreciar variaciones en la terminología empleada referente al documento básico en emergencias de una empresa. La Norma Básica de Autoprotección, se refiere a dicho documento bajo la denominación de "Plan de Autoprotección" como se ha indicado anteriormente, la Orden Ministerial de 29.11.1984 lo denomina "Plan de Emergencia" y el documento que emana del artículo 20 de la LPRL, "Medidas de Emergencias". En el presente capítulo, cuando nos referimos a cualquiera de estos documentos indistintamente y, por tanto, aludimos al documento básico en materia de emergencias para todas

DIFERENCIAS RELEVANTES ENTRE LA ORDEN 29.11.1984 Y LA NBA	
ORDEN 29.11.1984	NBA
Manual Autoprotección	Plan Autoprotección
Aplicación voluntaria	Aplicación obligatoria
Aplicación a todas las empresas	Aplicación a actividades tasadas en el Anexo I
Integrado por cuatro documentos	Un único documento integrado por 9 capítulos
Clasifica los planes de emergencia según gravedad y disponibilidad de recursos humanos y define a los diferentes equipos emergencia	Omite esta información

las empresas (independientemente que les sea de aplicación alguna normativa sectorial específica o simplemente el artículo 20 de la LPRL), lo denominamos “Plan de Emergencia”.

## CLASIFICACIÓN DE LAS SITUACIONES DE EMERGENCIA

Las situaciones de emergencia se pueden clasificar, siguiendo el criterio de menor a mayor gravedad, en:

- *Conato de emergencia*: situación que puede ser neutralizada con los medios contra incendios y emergencias disponibles en el lugar donde se produce, por el personal presente en el lugar del incidente.
- *Emergencia parcial*: situación de emergencia que no puede ser neutralizada de inmediato como un conato y obliga al personal presente a solicitar la ayuda de un grupo de lucha más preparado que dispone de mayores medios contra incendios y emergencias.
- *Emergencia general*: situación de emergencia que supera la capacidad de los medios humanos y materiales contra incendios y emergencias establecidos en el centro de trabajo y obliga a alterar toda la organización habitual de la empresa, sustituyéndola por otra de emergencia y teniéndose que solicitar ayuda al exterior.
- *Evacuación*: situación de emergencia que obliga a desalojar total o parcialmente el centro de trabajo de forma ordenada y controlada.

## ORGANIZACIÓN DE EMERGENCIAS

Para garantizar la operatividad de las actuaciones a seguir en caso de emergencia, es fundamental la creación y adiestramiento

de unos grupos de personas que forman parte de la estructura de organización de emergencias, a las que se les asignan tareas concretas a llevar a cabo ante una situación de emergencia.

Debe definirse por escrito la secuencia de las actuaciones que deben efectuar dichas personas, así como la forma de contactar con ellas.

Dicha estructura puede basarse en las siguientes denominaciones y definiciones:

- *Los equipos de primera intervención (EPI)*: son grupos de un mínimo de dos personas que, con conocimientos básicos contra incendios y emergencias, actúan en una situación de conato de emergencia.
- *Los equipos de segunda intervención (ESI)*: son grupos de unas ocho personas aunque el número variará en función del tamaño y tipo de empresa, que, con formación y entrenamiento suficientemente intensivo, son capaces de intervenir en cualquier tipo de emergencia dentro del recinto de una empresa.
- *El jefe de intervención (JI)*: lleva la dirección y coordinación de los equipos de intervención, valora la emergencia y facilita la información al jefe de emergencia.
- *El jefe de emergencia (JE)*: en función de la información facilitada por el jefe de intervención, recaba las ayudas internas y externas que sean necesarias, ordena la evacuación y actúa de interlocutor con las autoridades del exterior.
- *Los equipos de primeros auxilios (EPA)*: son grupos de personas con la preparación suficiente para realizar los primeros auxilios en cualquier tipo de emergencia.
- *Los equipos de alarma y evacuación (EAE)*: son grupos de dos o tres personas que tienen por misión dirigir ordenadamente al personal a evacuar hacia las salidas correspondientes y a los puntos de reunión escogidos, verificando que no quede nadie sin evacuar y colaborando con los equipos de primeros auxilios.
- Además, en la organización de cualquier situación de emergencia debería considerarse la ubicación de un *centro de control de emergencias (CCE)* en un lugar seguro. En este centro se recibirían las comunicaciones de las instalaciones de protección y alarma y se podrían enviar a su vez, a todas las áreas de trabajo, las comunicaciones informativas correspondientes.

## ACTUACIONES EN UN PLAN DE EMERGENCIA

Es necesario disponer de instrucciones escritas para que todas las personas de un centro de trabajo, incluidos los visitantes, sepan actuar correctamente en las emergencias.



Ante un *conato de emergencia* cualquier trabajador podría realizar las actuaciones siguientes, que serían las básicas correspondientes a los equipos de primera intervención (EPI):

- Usar los medios disponibles contra incendios y emergencias.
- No arriesgarse inútilmente, ni provocar un riesgo mayor.
- Iniciar la alarma comunicando con el CCE por los medios previstos para ello.
- Pedir ayuda.
- Informar sobre la incidencia al CCE.

### **Actuaciones en el conato de emergencia**

Cualquier trabajador ante una emergencia, si, según su criterio, la considera de mayor importancia que un *conato*, debería actuar realizando lo correspondiente a una *emergencia parcial*, que sería lo siguiente:

- Conectar con el CCE por algunos medios establecidos, tales como pulsando un timbre o pulsador de alarma y comunicando por teléfono interno el mensaje informativo del incidente de emergencia correspondiente y asegurándose de que le han entendido.
- Quedar alerta de cualquier otra comunicación que, sobre la emergencia, sea transmitida por el CCE a través de los medios establecidos, tales como megafonía o sonidos codificados de alarma.

Los trabajadores integrados en los equipos de segunda intervención (ESI), al ser alertados por el CCE, actuarían según sus conocimientos y experiencia como grupos de lucha contra cualquier tipo de emergencia.

Igualmente, los trabajadores integrados en los equipos de primeros auxilios (EPA) y en los de alarma y evacuación (EAE) permanecerían en alerta ante una posible intervención, en el caso de ser requeridos.

### **Actuaciones en la emergencia parcial**

La declaración de *emergencia general* sería realizada por las personas de la empresa autorizadas para ello. Cuando esta declaración fuera recibida en el CCE, éste lo debería comunicar por los medios establecidos, tales como megafonía o sonidos codificados de alarma.

Cualquier trabajador de la empresa podría incorporarse al grupo que le corresponda según la organización establecida para la emergencia. Ésta no tiene necesariamente que coincidir con la existente para el funcionamiento normal de la actividad empresarial.

En esta situación de emergencia los trabajadores integrados en los equipos de segunda intervención (ESI), así como los integrados en los equipos de primeros auxilios (EPA) y los pertenecientes

### **Actuaciones en la emergencia general**

a los equipos de alarma (EAE), actuarían en colaboración con los recursos exteriores de Protección Civil y Bomberos.

Todo el personal recibiría la información sobre la evolución de la emergencia a través del CCE y por los medios de comunicación establecidos. Se debería actuar en consecuencia con esta información y siempre en coordinación con los recursos exteriores.

---

**Actuaciones en la evacuación**

Las actuaciones de cualquier trabajador, en este caso, se iniciarían a raíz de la comunicación del CCE, por los medios establecidos. En el caso de *evacuación parcial*, cada persona se dirigirá, sin correr y en grupo, por las vías de evacuación señalizadas, hacia los puntos de reunión establecidos, en donde se identificará ante los responsables de contabilizar a los evacuados.

En el caso de *evacuación total*, cualquier trabajador actuaría de manera semejante a la anterior, pero alargando el itinerario de evacuación hasta un punto de reunión en el exterior del recinto. Sería útil disponer de un sistema de contabilización de las personas que salen al exterior, similar al de tarjetas de control de presencia. Los trabajadores integrados en los equipos de alarma y evacuación (EAE) actuarían según su cometido.

En ninguna situación de emergencia deberían utilizarse los medios de comunicación interna y externa para otros objetivos que no sean los propios de la emergencia. Tampoco deben utilizarse los ascensores o montacargas a excepción, si los hubiera, de los ascensores para uso específico de bomberos.

Se recomienda no abandonar el puesto de trabajo en ninguna situación de emergencia, sin cumplir los procedimientos de emergencia asignados, que tendrían que considerar las acciones mínimas imprescindibles para no aumentar el riesgo de la emergencia al ausentarse el trabajador de su lugar de trabajo.

---

**Implantación y divulgación del Plan de Emergencia**

Una vez se ha redactado el Plan de Emergencia, se deben definir las pautas a seguir para garantizar la efectividad del mismo, programando la provisión de medios y recursos necesarios según el Plan de Emergencia, ya sea de forma inmediata ya sea en un plazo de tiempo determinado, y cumpliendo con lo establecido en dicha programación.

Asimismo se adoptarán aquellas medidas necesarias para permitir el correcto funcionamiento del Plan, considerando también a las personas ajenas a la misma que por su presencia puedan verse afectadas en una situación de emergencia, como la señalización y las normas de actuación para los visitantes.

Para divulgar el Plan de Emergencia y hacer posible su implantación deberán programarse concretamente:

a) La información y formación a todo el personal, así como la información general del mismo a otros posibles afectados que sean ajenos a la empresa, tales como visitantes o contratados y subcontratados.

b) La formación teórica y práctica específica para la capacitación de las personas que actúen activamente, tras haberse procedido a su designación según el Plan de Emergencia.

En el caso concreto del Real Decreto 393/2007, éste establece que el personal al servicio de las actividades, objeto de dicha norma, tendrá la obligación de participar, en la medida de sus capacidades, en el PA y asumir las funciones que les sean asignadas en dicho Plan. También esta misma norma introduce como novedad, una vez implantado el Plan, que deberá emitirse una certificación en la forma y contenido que establezcan los órganos competentes de las administraciones públicas.

Complementariamente, existen otros documentos que de manera esquemática pueden ayudar a conocer y recordar las actuaciones de emergencia correspondientes a cada trabajador.

La *ficha individual de actuación* podría ser uno de estos documentos. En ella se indican de manera resumida, para cada puesto de trabajo, las acciones a efectuar según la situación de emergencia.

En esta línea se pueden citar también los *carteles divulgativos* que, de manera esquemática, presentarían en cada lámina las actuaciones para cada situación de emergencia.

Otro tipo de documento recordatorio para las actuaciones de emergencia podrían ser, en el caso de que se utilicen en la empresa, las tarjetas electrónicas individuales de control de presencia en las que podrían ir inscritas las acciones básicas a realizar por cualquier trabajador, en las distintas situaciones de emergencia, y orientadas al personal externo a la empresa como visitantes o contratados y subcontratados, carteles con instrucciones, monitores (ordenador o televisor) con presentaciones, etc. Cuando en una empresa existan contratados o subcontratados, en el marco de las obligaciones derivadas de la coordinación de actividades empresariales a las que se refiere el artículo 24 de la LPRL, desarrollado por el Real Decreto 171/2004, el empresario titular del establecimiento deberá trasladarles el contenido del Plan de Emergencia referente a las instrucciones que deberán seguir en caso de emergencia.

Para garantizar la efectividad del Plan de Emergencia en el tiempo, es necesario además llevar a cabo revisiones de los medios técnicos relacionados con el PA, posibilitar el reciclaje de la formación de los medios humanos y realizar la comprobación de la operatividad del PA mediante simulacros periódicos.

---

**Mantenimiento y actualización**

Es indispensable también someter el documento a una periódica actualización en base a las comprobaciones de su funcionamiento, nuevas situaciones originadas o variación de condiciones, experiencias y acontecimientos transcurridos desde su redacción o última modificación. Esta necesidad de actualización podrá ser detectada a través de inspecciones y auditorías que se efectúan con el fin de analizar y evaluar la eficacia del Plan.

Por tanto, se establecerá un programa de actividades formativas periódicas para asegurar el mantenimiento de la formación teórica y práctica del personal asignado al Plan. Asimismo, debe redactarse un programa de mantenimiento de los medios y recursos materiales y económicos necesarios, dada la necesidad de verificar que se encuentren en buenas condiciones para permitir su utilización y su sustitución en caso contrario, teniendo en cuenta lo establecido en el Real Decreto 1942/1993, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.

En referencia a los simulacros, hay que resaltar su trascendencia en la implantación de un Plan de Emergencia, ya que es un punto clave para pasar del documento a la acción, es decir, de la teoría a la práctica, y por tanto evaluar la eficacia de la organización y las actuaciones establecidas para hacer frente a cada una de las posibles emergencias que puedan darse en la empresa.

Los simulacros, en el caso de las empresas dentro del ámbito de aplicación del Real Decreto 393/2007, se realizarán con una periodicidad mínima anual o menor de acuerdo con la normativa sectorial específica (por ejemplo: en empresas a la que les sea de aplicación la MIE-APQ 8 de fertilizantes a base de nitrato amónico con alto contenido en nitrógeno, se realizarán al menos dos ejercicios anuales de prácticas de emergencias).

Antes de llevar a cabo un simulacro de acuerdo con su programación, se deberá informar a los órganos competentes en materia de protección civil de las administraciones públicas de la realización de dicho simulacro, con la debida antelación.

A la hora de realizar la programación es importante organizar simulacros que cubran las máximas combinaciones posibles respecto a:

- Tipo de emergencia
- Áreas y dependencias afectadas
- Horarios y turnos
- Con y sin la presencia de personas ajenas a la empresa
- Etcétera

En cualquier caso, se deberían ensayar primero los supuestos de emergencias menos graves. Con independencia de que se sepa o

LOS SIMULACROS TIENEN COMO OBJETIVO ADIESTRAR AL PERSONAL EN LAS FUNCIONES ASIGNADAS PARA ACTUAR EN UNA SITUACIÓN REAL DE EMERGENCIA

no si la situación de emergencia es simulada, es importante actuar en todo momento con el mismo rigor que si fuera una situación real de emergencia.

Los Planes de Emergencia se actualizarán constantemente introduciendo aquellas alteraciones en la empresa que puedan afectar al Plan, con motivo de obras o reformas, nuevos equipos, cambios en la plantilla, detección de deficiencias en el Plan en base a los simulacros, auditorías u otras experiencias, aparición de nueva normativa de aplicación o cambios en la existente, etc.

En el caso de empresas incluidas dentro del ámbito de aplicación del Real Decreto 393/2007, se especifica que el Plan se revisará con una periodicidad mínima no superior a tres años y, teniendo en cuenta este criterio, se establecerá una programación para su revisión.

LOS PLANES DE EMERGENCIA, SE REVISARÁN PERIÓDICAMENTE Y SIEMPRE QUE SE PRODUZCAN MODIFICACIONES SIGNIFICATIVAS QUE LES PUEDAN AFECTAR

### **PLANES DE EMERGENCIA EN ESTABLECIMIENTOS AFECTADOS POR ACCIDENTES GRAVES EN LOS QUE INTERVENGAN SUSTANCIAS PELIGROSAS**

En las empresas en las que estén presentes sustancias peligrosas en determinadas cantidades, se aplica el Real Decreto 1254/1999, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas. En este Real Decreto se establecen una serie de obligaciones en referencia a los Planes de Emergencia. Estas obligaciones son diferentes en función del tipo de establecimiento según la clasificación reflejada en su Anexo I, en el que definen dos grandes grupos de establecimientos afectados, en función de la cantidad de sustancia peligrosa presentes en la empresa.

Posteriormente, este Real Decreto se ha completado y desarrollado por el Real Decreto 1196/2003, por el que se aprueba la Directriz básica de protección civil para el control y planificación ante el riesgo de accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas.

Para todos los establecimientos afectados por el Real Decreto 1254/99, la empresa debe elaborar un Plan de Autoprotección, denominado Plan de Emergencia Interior (PEI), cuyo contenido viene fijado en la Directriz Básica y que básicamente define la organización, los medios y los procedimientos de actuación con el fin de prevenir cualquier tipo de accidente y limitar los efectos al interior del establecimiento.

Contendrá como mínimo los siguientes puntos:

- 1) Análisis del Riesgo,
- 2) Medidas y medios de protección,

- 3) Manual de actuación de emergencias,
- 4) Implantación y mantenimiento.

A las actividades industriales que se encuentren dentro del ámbito de aplicación del Real Decreto 1254/1999, les será de aplicación además, con carácter supletorio, lo establecido en el Real Decreto 393/2007 y, como ya se ha indicado anteriormente, se podrán fusionar en un documento único los documentos de naturaleza análoga, como es el caso del Plan en materia de emergencias exigido en ambas normas, con el fin de evitar duplicaciones innecesarias, prestando especial atención en elaborar o completar el Plan de acuerdo con el contenido mínimo requerido por el Real Decreto 393/2007.

En el caso de empresas incluidas en el grupo de los estableci-

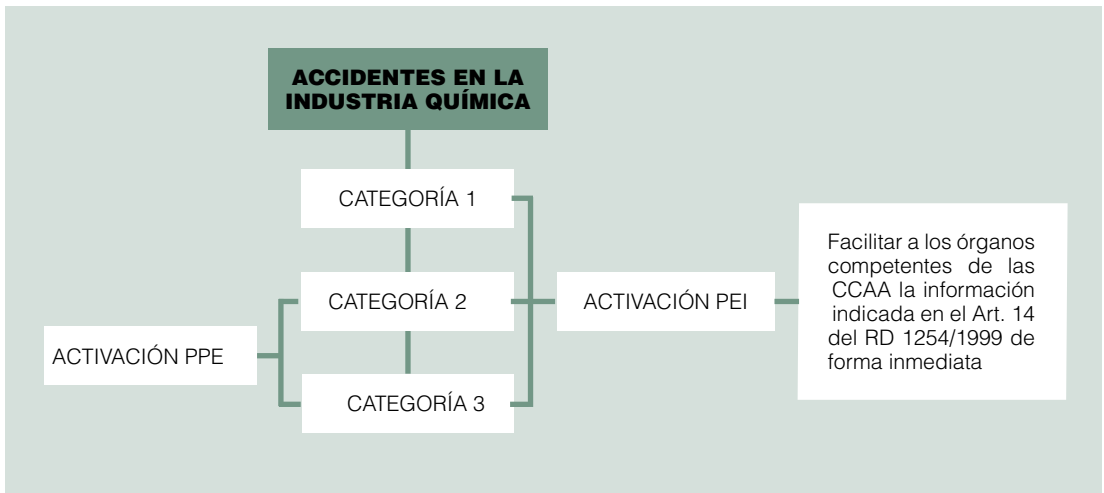
mientos para los que se establecen cantidades de sustancias peligrosas con umbrales más altos según el Anexo I del Real Decreto 1254/1999, los órganos competentes de las comunidades autónomas elaborarán, con la colaboración de los industriales de estos establecimientos, un *Plan de Emergencia Exterior (PEE)* para prevenir y, en su caso, mitigar las consecuencias de los posibles accidentes graves previamente analizados, clasificados y evaluados. Este documento incluirá las medidas de protección más idóneas, los recursos humanos y materiales necesarios y el esquema de coordinación de las autoridades, órganos y servicios llamados a intervenir. En el anexo I de la Directriz Básica, se especifica el contenido detallado de la información básica para la elaboración de planes de emergencia exteriores, tanto en lo que se refiere a las aportaciones por parte del industrial, como a la información que debe complementar la administración competente.

Tanto los PEI como los PEE son planes que se activarán en función de la categoría del accidente. Dicha categoría, en el caso de la Industria Química, se determina de la siguiente forma:

- *Categoría 1:* aquellos para los que se prevean, como única consecuencia, daños materiales en el establecimiento accidentado y no se prevean daños de ningún tipo en el exterior de éste.

<b>CONTENIDO DEL PLAN DE EMERGENCIA INTERIOR</b>
<b>Contenido del PEI</b>
<p style="text-align: center;"><b>1 - ANÁLISIS DEL RIESGO</b></p> <p style="text-align: center;">Descripción general Evaluación del riesgo Planos de situación</p>
<p style="text-align: center;"><b>2 - MEDIDAS Y MEDIOS DE PROTECCIÓN</b></p> <p style="text-align: center;">Medios materiales Equipos humanos Medidas correctoras del riesgo Planos específicos</p>
<p style="text-align: center;"><b>3 - MANUAL DE ACTUACIÓN EN EMERGENCIAS</b></p> <p style="text-align: center;">Objeto y ámbito Estructura organizativa de respuesta Enlace y coordinación con el Plan de Emergencia Exterior Clasificación de emergencias. Procedimientos de actuación e información</p>
<p style="text-align: center;"><b>4 - IMPLANTACIÓN, SIMULACROS Y MANTENIMIENTO</b></p> <p style="text-align: center;">Responsabilidades y organización Programa de implantación Programa de formación, adiestramiento y simulacros Programa de mantenimiento Programa de revisiones</p>

- *Categoría 2:* aquellos para los que se prevean, como consecuencias, posibles víctimas y daños materiales en el establecimiento; mientras que las repercusiones exteriores se limitan a daños leves o efectos adversos sobre el medio ambiente en zonas limitadas.
- *Categoría 3:* aquellos para los que se prevean, como consecuencias, posibles, víctimas, daños materiales graves o alteraciones graves del medio ambiente en zonas extensas y en el exterior del establecimiento.







Se denominan equipos a presión aquellos equipos destinados a la producción, almacenamiento, transporte y utilización de fluidos a presión. Físicamente, un aparato a presión es aquel recipiente en cuyo interior existe un fluido a una presión superior o inferior a la atmosférica, pero legalmente se denominan equipos a presión aquellos equipos y conjuntos en cuyo interior existe un fluido a una presión máxima admisible superior a 0,5 bar respecto de la atmosférica.

El principal riesgo de estos equipos es la explosión del recipiente causada por el incremento de la presión en el interior de los mismos, debido a la elevación de la temperatura del fluido contenido por aportes descontrolados de energía o por fallo de la resistencia del recipiente a causa de golpes, corrosiones, fisuras, etc. También hay que considerar los riesgos debidos a las fugas de los productos químicos y los peligros asociados a los mismos.

## LEGISLACIÓN

La regulación legal en España de los equipos a presión parte del *Decreto 2443/1969*, por el que se establecía el Reglamento de Recipientes a Presión (RRP). Posteriormente apareció el *Real Decreto 1244/1979*, que aprobó el Reglamento de Aparatos a Presión (RAP), el cual modificó y actualizó al RRP, ampliando su campo de aplicación, estableciendo en sus ITC (18 Instrucciones Técnicas Complementarias) las disposiciones específicas para una serie de aparatos e instalaciones a presión, estableciendo así mismo los procesos precisos para la certificación y marcado de los aparatos y equipos.

El RAP mediante sus ITC determinaba, para los aparatos contenidos en las mismas, las prescripciones de seguridad que debían

cumplir, las características de los emplazamientos y/o salas donde debían instalarse en función de su tipo y categoría, las características y periodicidad de las inspecciones y las pruebas periódicas a que debían someterse. Las ITC se referían a 18 equipos/instalaciones en concreto, por lo que, para el resto, o bien seguían vigentes las disposiciones del RRP para la inspección y pruebas periódicas, como, por ejemplo, para los autoclaves, o bien estaban incluidos en otra legislación, como, por ejemplo, los camiones-cisterna, que físicamente son equipos a presión pero legalmente no están incluidos en el RAP sino que están amparados por el Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR), que es de aplicación al transporte interno español de dicho tipo de mercancías por disposición del Real Decreto 2115/1998 actualmente derogado y sustituido por el RD 551/2006, actualizado por Orden ITC/2632/2010. El ADR 2011 es obligatorio desde el 1.7.2011.

El RAP fue modificado en lo relativo a diseño, fabricación y evaluación de la conformidad por el *RD 769/1999*, que establece las disposiciones al efecto para la comercialización en la Unión Europea de cualquier aparato a presión cuya presión máxima admisible sea superior a 0,5 bar y va dirigido especialmente a los fabricantes de los mismos. Conviene puntualizar que introduce algunos cambios en la terminología.

Además de la legislación propia, nacional y autonómica, también hay que aplicar a los equipos a presión la legislación específica correspondiente en función del tipo de instalación, fluido contenido, etc., que suele ser legislación industrial y está en función de los otros posibles riesgos que presenten, como, por ejemplo, ubicación de aparatos en atmósfera explosiva,... Posteriormente a los citados RRP y RAP, la normativa española se ha tenido que adaptar a diversas directivas y actualmente está constituida por:

- RD 473/1988 Disposiciones de aplicación de las Directivas Comunitarias sobre equipos a presión
- RD 1495/1991 y modificación por RD 2486/1994 sobre Recipientes a presión simples
- RD 1381/2009 Requisitos para la fabricación y comercialización de los generadores de aerosoles (BOE de 23.9.2009). Dero-ga el RD 2549/1994, ITC-MIE-AP 3 Generadores de aerosoles del RD 2060/2008.
- RD 769/1999 Disposiciones referentes al diseño, fabricación y evaluación de conformidad de los equipos a presión y modificación del RD 1244/1979 que aprobó el Reglamento de equipos a presión. Transposición de la Directiva 97/23/CE
- RD 222/2001 Equipos a presión transportables junto con la Orden CTE 2723/2002 y el RD 2097/2004
- RD 2060/2008 Reglamento de equipos a presión (REP) y sus instrucciones técnicas complementarias

El RD 2060/2008 entró en vigor el 5 de agosto de 2008. Incluye seis Instrucciones Técnicas Complementarias:

- ITC-EP-1 Calderas
- ITC-EP-2 Centrales generadoras de energía eléctrica
- ITC-EP-3 Refinerías de petróleos y plantas petroquímicas
- ITC-EP-4 Depósitos criogénicos
- ITC-EP-5 Botellas de equipos respiratorios autónomos
- ITC-EP-6 Recipientes a presión transportables (botellas, botellones, botellones criogénicos, cilindros o bloques de botellas incluidas sus válvulas y demás accesorios utilizados para su transporte)

Este real decreto ha tenido diversas modificaciones incluidas en el RD 560/2010 (BOE de 22.05.2010).

Para la determinación de los requisitos técnicos, el RD 769/1999 establece cuatro categorías (I a IV) de equipos en función del producto Presión máxima admisible PS (bar) x Volumen V (litros), diferenciando el tipo del fluido y el tipo de recipiente o canalización. Cada una de las categorías que establece tiene una corresponden-

### **Requisitos técnicos esenciales de seguridad**

#### **CRITERIOS PARA LOS REQUISITOS ESENCIALES DE SEGURIDAD**

##### **Diseño**

- Resistencia adecuada:
  - Por método de cálculo (diseño por fórmulas o análisis o mecánica de la rotura o combinaciones de ambas, resistencia, estabilidad)
  - Por método experimental de diseño
- Dispositivos para garantizar el uso y funcionamiento
- Medios de inspección
- Sistemas de purga y ventilación
- Corrosiones y otras acciones químicas
- Desgaste
- Disposiciones para el llenado y vaciado
- Protecciones ante la superación de los límites admisibles
- Accesorios de seguridad
- Incendio exterior

##### **Fabricación**

- Procedimientos de fabricación:
  - Componentes
  - Uniones permanentes
  - Pruebas no destructivas
  - Tratamientos térmicos
  - Materiales
  - Aseguramiento de la calidad
- Verificación final:
  - Inspección final
  - Pruebas de presión
  - Examen de los dispositivos de seguridad
- Marcas y etiquetado
- Instrucciones de funcionamiento:
  - Montaje
  - Puesta en servicio
  - Utilización
  - Mantenimiento
  - Riesgos de mala utilización

##### **Materiales**

Los materiales deben ser los adecuados para los equipos a los que van destinados y pueden realizarse con:

- Materiales con certificado de control específico del producto
- Materiales aprobados según normas armonizadas

cia directa con los módulos de evaluación de conformidad que deben aplicárseles en el proceso de fabricación, con el fin de poder obtener la certificación de su adecuación respecto a su diseño, fabricación y aseguramiento de la calidad en los procesos de producción, y por ello en los productos fabricados, lo que garantiza en todo momento la seguridad y fiabilidad del producto producido, el equipo a presión.

### **El mercado CE**

El mercado CE es obligatorio en los equipos a presión y los accesorios de seguridad comercializados desde el 29 de mayo de 2002, por aplicación del RD 769/1999, mientras que desde su entrada en vigor hasta esa fecha existió un periodo de adaptación en el que el mercado CE era opcional. Este mercado deberá fijarse por parte del fabricante en todos los equipos a presión de forma visible, claramente legible e indeleble. Tal marcado es una identificación que se compone de la marca CE acompañada del número de identificación del Organismo Notificado que interviene en la fase de control de la producción. El marcado CE y el documento de la declaración de conformidad indican que el fabricante o su representante declaran cumplir con todas las disposiciones legales relativas a los equipos a presión y que han seguido todos los trámites correspondientes para la obtención de la adecuada certificación del aparato o equipos a presión, en función de su categoría.

El mercado CE es obligatorio en todos los equipos a presión, salvo las excepciones contempladas en el artículo 3.3 del RD 769/1999 (equipos cuyo producto Presión por Volumen sea muy pequeño) y los recipientes destinados al transporte de fluidos peligrosos que estén sujetos por las disposiciones del RD 222/2001, que se marcarán con el símbolo de la letra griega “pi”  $\pi$ .

### **Obligaciones de los usuarios**

Al margen de las características constructivas de los equipos, los usuarios de los aparatos a presión fijos, regulados por el RD 1244/1979, debían llevar y conservar un libro de registro, visado y sellado por la correspondiente autoridad competente, en el que debían figurar todos los aparatos instalados, indicándose en el mis-

#### **MARCAS COMPLEMENTARIAS AL MERCADO CE**

- |  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
| • Identificación del fabricante o de su representante en la CE | • Diámetro nominal de las tuberías (DN) | • Uso previsto              |
| • Año de fabricación   | • Presión de prueba (PT), en bar        | • Grado de llenado, en kg/l |
| • Identificación del equipo (tipo, serie, lote, etc.)          | • Presión rotura dispositivo seguridad  | • Masa máxima, en kg        |
| • Volumen (V) en litros  | • Potencia del equipo en kW             | • Masa tarada, en kg        |
|  | • Tensión de alimentación, en V         | • Grupo de productos        |

mo: características, procedencia, suministrador, instalador, fecha en que se autorizó la instalación y fecha de la primera prueba y de las pruebas periódicas, así como las inspecciones no oficiales y reparaciones efectuadas con detalle de las mismas. No se incluyen en el libro las botellas y los botellones para gases, sifones, extintores y aparatos análogos, de venta normal en el comercio y que no precisan instalación por ser portátiles.

Es responsabilidad del usuario/propietario de un equipo a presión mantener el mismo en perfectas condiciones de servicio y asegurarse de que se realizan las pruebas periódicas del mismo, en los plazos en los que legalmente le correspondan.

Los operadores encargados de vigilar, supervisar, conducir y mantener los equipos a presión deben estar adecuadamente instruidos y acreditados para el manejo de los equipos, así como conocer y ser conscientes de los riesgos que pueden ocasionarse por falsas maniobras o usos inadecuados.

La nueva normativa del RD 2060/2008, Reglamento de equipos a presión (REP), establece en su artículo 9 unas determinadas obligaciones para los usuarios, entre las cuales incluye disponer de la documentación siguiente:

- Declaración de conformidad del equipo a presión
- Instrucciones del fabricante
- Proyecto de la instalación si procede, según Anexo II. No se exige el visado por el correspondiente colegio oficial. En caso de instalaciones de menor riesgo, para las que no se requiera proyecto según condiciones detalladas en el mismo Anexo II, es suficiente un esquema de la instalación, firmado por la empresa instaladora de equipos a presión, en el que se indiquen los parámetros principales de funcionamiento (presión, temperatura,...) y un plano o croquis de la instalación
- Certificado de la instalación si procede
- Acta de la última inspección periódica
- Certificaciones de reparaciones o modificaciones de los equipos
- Otra documentación requerida por la ITC correspondiente

En el Anexo IV del RD 2060/2008 se detallan los documentos y los datos mínimos requeridos para acreditar la instalación, reparación, modificación y las inspecciones periódicas de los equipos a presión.

En las obligaciones se incluye también el mantenimiento de las instalaciones, equipos a presión, accesorios de seguridad y dispositivos de control de acuerdo con las condiciones de operación y las instrucciones del fabricante, debiendo examinarlos al menos una vez al año.

El usuario debe disponer y mantener al día un registro de los equipos a presión de las categorías I a IV del RD 769/1999, o asimilados a dichas categorías según su artículo 3.2, así como de las instalaciones sujetas al RD 2060/2008, excepto los extintores y los

equipos que no requieran inspecciones periódicas, incluyendo las fechas de realización de las inspecciones periódicas, así como las modificaciones o reparaciones.

Las obligaciones restantes se citan en el mismo artículo 9 del RD 2060/2008.

Como paso previo a la determinación de los riesgos correspondientes a la utilización de los equipos a presión, se incluyen a continuación algunas definiciones del RD 769/1999 (si no se indica otra fuente) de términos básicos empleados en el capítulo.

## TÉRMINOS BÁSICOS Y DEFINICIONES

**Equipos a presión:** se consideran como tales los recipientes, tuberías, accesorios de seguridad y a presión, incluidos los elementos fijados en las partes a presión, tales como bridas, tubuladuras, acoplamientos, abrazaderas, etc.

**Accesorios de seguridad:** son los dispositivos destinados a la protección de los equipos de presión frente al rebasamiento de los límites admisibles. Pueden ser:

- *Órganos de limitación directa de la presión:* válvulas de seguridad, discos de rotura, dispositivos de seguridad dirigidos (CS-PRS *Controlled Safety Pressure Relief Systems*), etc.
- *Órganos limitadores que accionen medios de intervención o produzcan el paro o el paro y el cierre,* tales como presostatos, interruptores accionados por la temperatura o por el nivel del fluido, así como los dispositivos de medida, control y regulación que tengan funciones de seguridad (SRMCR *Safety Related Measurement Control and Regulation*).

**Presión:** es la expresión de la presión relativa a la atmosférica, es decir, la manométrica. En consecuencia, el vacío se expresa como presión negativa.

**Presión de diseño (PD):** es la máxima presión de trabajo a la temperatura de diseño y será la utilizada para el cálculo resistente de las partes a presión del aparato. (RAP). Se suele determinar mediante la presión máxima de servicio más un margen de seguridad de diseño del 10% de la presión máxima de servicio.

**Temperatura de diseño:** es la temperatura prevista en las partes metálicas sometidas a presión en las condiciones más desfavorables de trabajo. (RAP).

**Presión máxima de servicio (Pms):** es la presión más alta, en las condiciones de funcionamiento, que puede alcanzar un equipo a presión o instalación (REP). En el RRP se denominaba "Presión de timbre" y estaba marcada en la placa fijada al equipo.

LA PRESIÓN Y EL VOLUMEN SON LOS PARÁMETROS MÁS CARACTERÍSTICOS PARA DEFINIR UN APARATO A PRESIÓN

Presión máxima admisible (PS): es la presión máxima para la que está diseñado el equipo, especificada por el fabricante. Esta presión es equivalente a la denominada presión de diseño en la reglamentación RAP. La PS es siempre superior a la Pms.

Presión de precinto (Pp): Es la presión a la que está tarado el elemento de seguridad que protege al equipo a presión (REP). No debe sobrepasar en ningún caso a la presión de diseño.

Temperatura máxima / mínima admisible de servicio (Tms): la temperatura más alta o más baja que se estima puede producirse en el interior del equipo en condiciones extremas de funcionamiento.

Volumen (V): volumen interno del recipiente, incluido el de las tubuladuras hasta la primera conexión o soldadura y excluido el volumen de los elementos internos permanentes, si éstos existen. Se expresa en litros.

Diámetro nominal (DN): cifra que identifica el diámetro común de las canalizaciones, exceptuando los elementos que se indican por su diámetro exterior o por el calibre de la rosca. Es un número redondeado a efectos de referencia, sin relación estricta con las dimensiones de fabricación. Se denomina con las letras DN seguidas de un número. Este número representa mm.

Uniones permanentes: son aquellas uniones entre elementos de un equipo a presión, que sólo pueden separarse por métodos destructivos.

Equipo a presión: es todo elemento diseñado y fabricado para contener fluidos a presión superior a 0,5 bar. (REP).

## TIPOS DE EQUIPOS A PRESIÓN

Los equipos a presión se pueden clasificar en función de su tamaño, uso o contenido, pero generalmente se acepta su clasificación en función de que estén o no sometidos a la acción de la llama, lo que permite distinguir el origen de la presión en su interior y sus riesgos principales. A continuación referiremos de forma no exhaustiva algunos tipos comunes de equipos a presión.

La presión se produce por la vaporización del líquido contenido en el aparato, debido al calor aportado por la llama, al confinar el mismo en el interior de un recinto. Tienen riesgo de explosión física e incendio. En este grupo se encuentran:

- *Calderas*: existen diferentes tipos, que se tratarán en el apartado correspondiente. Básicamente se utilizan para producir vapor, el cual pasa a una turbina que mueve un generador para conseguir electricidad o agua caliente para calefacción.

**Equipos sometidos a la acción de la llama**

- *Economizadores*: son intercambiadores de calor que recuperan parte del calor de los gases de salida de una caldera. Se colocan a la entrada de la caldera para aumentar la temperatura del fluido de alimentación de la misma, lo que incrementa su rendimiento.
- *Recalentadores de vapor*: se utilizan para volver a calentar un vapor que ha sido parcialmente utilizado en una primera turbina y reutilizarlo en una turbina de menor presión.
- *Sobrecalentadores*: elementos donde se eleva la temperatura del vapor saturado que sale de una caldera.
- *Ollas a presión*: recipientes destinados a procesos de calentamiento o cocción controlada.

---

### **Equipos no sometidos a la acción de la llama**

El fluido contenido se encuentra a presión porque así se requiere para su uso o para rentabilizar el espacio en procesos de almacenamiento y/o transporte. Se pueden dividir en dos grandes grupos:

- *Equipos fijos*: intercambiadores, depósitos, tanques, reactores, instalaciones de tratamiento y almacenamiento de aire comprimido, etc.
- *Equipos móviles*: botellas y botellones para gases, extintores, generadores de aerosoles, conjuntos portátiles de tratamiento y almacenamiento de aire comprimido.

---

### **Tipos de fluidos**

En cuanto a su contenido, los equipos a presión pueden contener fluidos tales como: gases comprimidos, licuados o disueltos a presión; líquidos y vapor de agua. En todos los casos pueden incluir posibles arrastres de partículas sólidas (por ejemplo: extintores de presión incorporada).

Para la aplicación del RD 769/1999, los fluidos se clasifican según su grado de peligrosidad en dos grupos:

- Grupo 1: fluidos peligrosos clasificados como explosivos, extremadamente inflamables, fácilmente inflamables, inflamables (cuando la temperatura máxima admisible es superior al punto de inflamación), muy tóxicos, tóxicos y comburentes.
- Grupo 2: todos los demás fluidos no contemplados en el grupo 1 (por ejemplo: corrosivos, inertes).

Si un recipiente contiene más de un fluido se clasificará en función del fluido que requiera una categoría de mayor riesgo.

---

## **ACCESORIOS PARA LOS EQUIPOS A PRESIÓN**

A continuación describiremos someramente algunos de los equipos accesorios frecuentes en las instalaciones de equipos a presión.



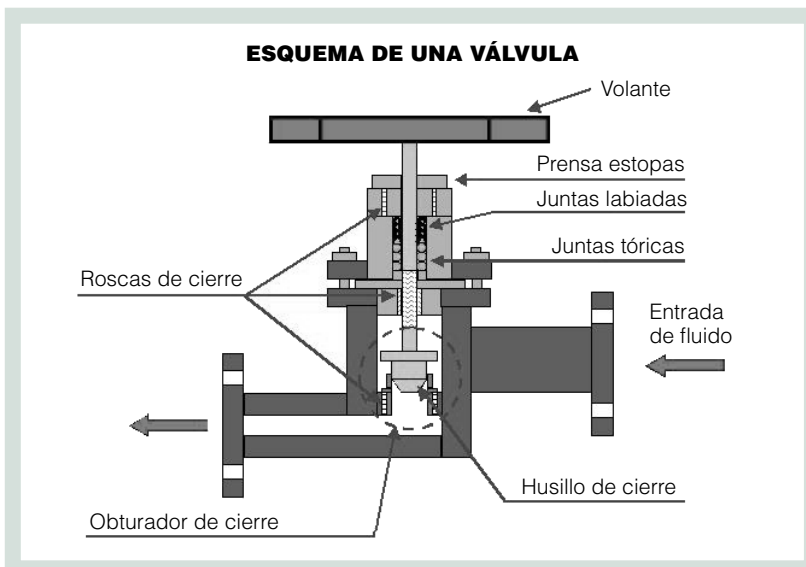
Las descripciones que se referencian corresponden a tipos y modelos comerciales.

Las válvulas son equipos necesarios para el cierre, regulación, seguridad o derivación de los fluidos contenidos en un equipo a presión. En función de su modo de accionamiento, naturaleza de los fluidos, sistemas de cierre o forma de utilización existen una gran variedad de modelos dependiendo de las necesidades concretas de utilización.

Según su forma de accionamiento pueden ser: de *accionamiento manual* o de *accionamiento motorizado*: éstas últimas son válvulas cuyo cierre o apertura se efectúa mediante un sistema eléctrico, neumático, electro-neumático o hidráulico, el cual viene pilotado por sistemas de detección exteriores y que pueden actuar de forma directa sobre la misma o a través de un panel de control operado a control remoto.

Según el tipo de uso para el que estén diseñadas y certificadas pueden ser: *válvulas para gases*; *válvulas para líquidos*; *válvulas criogénicas*, diseñadas específicamente para ser operativas con fluidos a muy bajas temperaturas; *válvulas para fluidos corrosivos*; *válvulas motorizadas eléctricas para fluidos inflamables*, en las que su accionamiento eléctrico está diseñado y certificado para que cumpla con las características prescritas en el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión para su utilización en zonas clasificadas como inflamables (ITC-BT-29), y *válvulas especiales*, que están diseñadas para su utilización con fluidos específicos que pre-

## Válvulas



sentan incompatibilidades (reacciones químicas peligrosas) con los materiales normalmente empleados en la construcción de las mismas, por ejemplo entre el cobre y el acetileno.

Según su actuación pueden ser: *válvulas de seguridad*, que se abren automáticamente cuando la presión del fluido en el interior del recipiente o canalización a la que protegen alcanza una presión igual o superior al 110% de la presión máxima de servicio, permitiendo la evacuación del exceso de flujo creado por la sobrepresión y se cierran automáticamente al restablecerse las condiciones en el interior del sistema al que protegen; *válvulas de tres vías*, que sirven para regular o distribuir un fluido específico a presión en una canalización y, a su vez, pueden ser *válvulas de distribución*, que tienen tres posiciones posibles: cierre, paso de fluido hacia una línea o paso del fluido a la otra línea de distribución, y *válvulas de protección*, que están generalmente asociadas a válvulas de seguridad y/o discos de rotura y tienen tres posiciones: paso libre en ambas ramas, cierre de una rama manteniendo la otra abierta y viceversa, existiendo siempre, como mínimo, paso entre el equipo en el que están montadas y una de las ramas de salida; *válvulas anti-retorno*, que permiten el paso del fluido contenido sólo en una dirección, cerrando automáticamente en caso de retroceso del fluido por la canalización (aplicación habitual) a la que protegen; *válvulas de exceso de flujo*, que tienen limitado su caudal de salida en la dirección fijada para la descarga o normal circulación del fluido, de tal forma que al producirse un incremento sensible del caudal de salida del fluido, generalmente por causa accidental, por encima del caudal máximo previsto (fijado por cálculo), cierran automáticamente la circulación del fluido; *válvulas reguladoras de temperatura*, que llevan incorporado un sistema detector automático de temperatura gobernado por un termostato de forma que abren o cierran cuando se alcanzan las temperaturas prefijadas en diseño; y *válvulas reguladoras de presión diferencial*, que abren o cierran, en su caso, cuando el fluido alcanza la presión diferencial prefijada.

Según el tipo de cierre pueden ser: *válvulas de aguja*, que son válvulas de regulación y cierre en las que el husillo de forma cónica cierra sobre un asentamiento tronco-cónico, lo que permite la regulación del paso del fluido, y que se utilizan generalmente como reguladoras de pequeño caudal; *válvulas de bola*, que son válvulas de cierre de accionamiento rápido (paso de 90°) con sistema de cerrado esférico y que se utilizan preferentemente como válvula de corte en fluidos líquidos; *válvulas de mariposa*, en las que el cierre es un obturador que gira solidario al husillo y que se utilizan preferentemente para la regulación de paso de fluidos como el agua caliente o fría y en las canalizaciones de lubricantes y derivados petrolíferos; *válvulas de asiento*, en las que el cierre se realiza mediante un asiento plano o esférico accionado a través de

un husillo y que encaja sobre un obturador metálico o de material plástico y que se utilizan generalmente como válvulas de paso para fluidos líquidos o gaseosos exentos de materia pulverulenta o sólidos; *válvulas de compuerta*, cuyo sistema de cierre lo constituye una tajadera solidaria a un husillo roscado que se acciona mediante un volante y que se utilizan para la regulación de fluidos líquidos o semi-sólidos en aquellos procesos en que se requiere una seguridad y fiabilidad en el cierre; y *válvulas de membrana*, cuyo sistema de cierre está garantizado por la deformación causada por el accionamiento de un husillo sobre una membrana metálica o de material plástico y que se utilizan generalmente con fluidos corrosivos, disolventes o abrasivos.

Todos ellos son instrumentos de lectura directa dotados de elementos receptores elásticos e indicación por aguja y escala graduada. Normalmente sus temperaturas de trabajo están comprendidas entre 50°C y -50°C. Los *manómetros* se utilizan para medir presiones sobre la presión atmosférica, denominadas manométricas o relativas (sobrepresiones), los *vacuómetros* para medir presiones vacuométricas (vacío) y los *manovacuómetros* para medir presiones comprendidas entre las manométricas y las vacuométricas (sobrepresiones y vacío).

Para trabajos en condiciones normales, no deben sobrepasarse los siguientes límites:

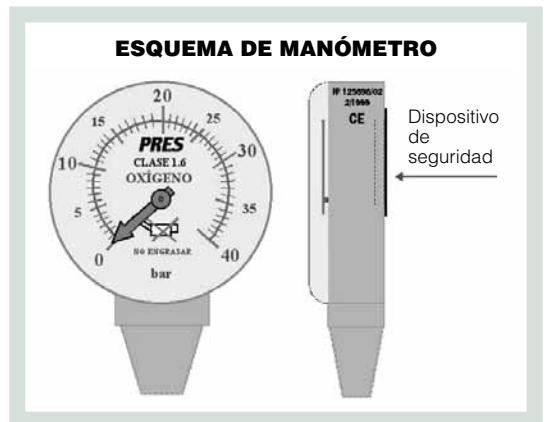
- Para sobrepresión: 3/4 del límite superior de medida, para presiones estables, o 2/3 del límite superior de medida, para presiones variables.
- Para presiones vacuométricas: el límite superior de medida.

*Inscripciones*

Todos los instrumentos deben llevar agrupadas las siguientes inscripciones:

- Símbolo de la unidad de medida
- Designación de la clase
- Símbolo de las presiones vacuométricas: signo “—” colocado delante o debajo del número que indica el límite superior de medida de la escala de los vacuómetros y de la parte vacuométrica de la escala de los manovacuómetros

**Manómetros, vacuómetros y manovacuómetros**



CLASES DE PRECISIÓN DE LOS MANÓMETROS EN PORCENTAJE		
CLASE	Instrumentos en servicio	Instrumentos nuevos o reajustados
0,6	± 0,6	± 0,5
1	± 1,0	± 0,8
1,6	± 1,6	± 1,3
2,5	± 2,5	± 2,0
4	± 4,0	± 3,0

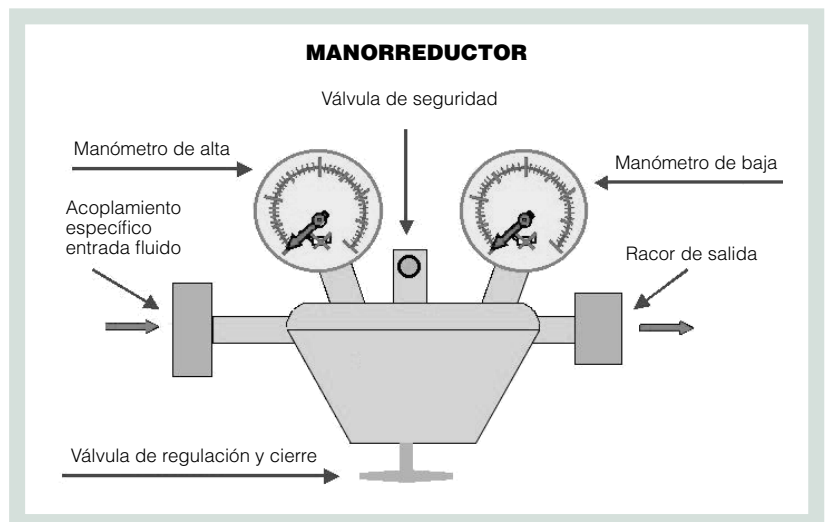
- Medio a medir
- Indicaciones de posible peligro
- Fecha de aprobación del prototipo
- Marca del constructor
- Número de fabricación
- Fecha de fabricación

### *Medidas de seguridad*

- Protección de los instrumentos contra sacudidas y vibraciones mediante acoplamientos flexibles y sobre amortiguadores.
- Amortiguadores de presión.
- Protección de las partes de vidrio contra explosión.
- Dispositivo de seguridad colocado en la caja o válvula automática para la desconexión del instrumento de la fuente de presión.

## **Manorreductores**

Son equipos destinados a reducir la presión de línea de un fluido específico procedente de una canalización o recipiente hasta la presión necesaria de consumo y facilitar el paso del fluido hasta un caudal máximo, prefijado por cálculo para cada modelo de manorreductor y fluido. Están constituidos por: un acoplamiento de entrada, dotado de filtro; una cámara de alta, dotada del manómetro de alta presión; una cámara de baja de paso regulable, dotada del manómetro de baja; una válvula de seguridad, y un acoplamiento de salida, dotado generalmente de filtro. Existen multitud de modelos para distintas aplicaciones y fluidos contenidos.



Son equipos destinados a medir fluidos de viscosidad variable, generalmente hasta presiones de 200 bar y con rango máximo de medida del orden de los 4000 l/min.

## Medidores de caudal

### RIESGOS DE LOS EQUIPOS A PRESIÓN

Los riesgos genéricos básicos de los equipos a presión son los siguientes:

- *Riesgo de explosión:* causado por el incremento de la presión en el interior de los recipientes por encima de los límites de resistencia debido a: la elevación incontrolada de la temperatura del fluido contenido (a causa de un incendio, reacciones exotérmicas, etc.), el debilitamiento de la resistencia de las paredes del recipiente (causado por corrosión, golpes, fisuras, exposición a muy altas temperaturas, etc.) o a la fragilización de las paredes del mismo (al ser sometido a temperaturas extremadamente bajas).
- *Riesgo de fugas de producto:* a causa de cierres deficientes de válvulas, enlaces, juntas, etc. o por poros en recipientes o tubuladuras. En este caso pueden aparecer los siguientes riesgos derivados:
- *Riesgo de incendio:* a causa de fugas a la atmósfera de fluidos inflamables que entren en contacto con focos de ignición.
- *Riesgo de toxicidad o corrosión:* a causa de fugas a la atmósfera de fluidos tóxicos o corrosivos (en este caso puede ser que el fluido sea así mismo inflamable).
- *Riesgo de sub-oxigenación:* causado por las fugas de fluidos (gases o vapores) que reducen el contenido de oxígeno en la atmósfera del recinto donde está emplazado el equipo a presión por debajo del 19,5%.

LA DETECCIÓN DE FUGAS DE PRODUCTOS PELIGROSOS Y UNA BUENA VENTILACIÓN ES PRIMORDIAL PARA EVITAR ACCIDENTES

### MEDIDAS PREVENTIVAS BÁSICAS

Las medidas preventivas generales son las siguientes:

- Instalación en los recipientes de válvulas de seguridad y/o discos de rotura calculados y tarados en función del fluido contenido y del recipiente que se deba proteger.
- Instalación de termómetros, termopares, etc. con alarma de máxima y/o mínima y dotados, según corresponda, de un sistema de paro del proceso o de un dispositivo de venteo de los fluidos.
- Revisiones preventivas reguladas y periódicas de los equipos a presión, realizadas por personal autorizado y competente.

- Utilización de equipos detectores de fugas, compatibles y/o específicos para cada tipo de fluido.
- Instalación en los equipos de manómetros, reguladores, válvulas, etc. adecuados a la presión de los mismos y al tipo de fluido contenido.
- Adecuación de las instalaciones eléctricas a los fluidos contenidos.
- Instalación de sistemas de eliminación de electricidad estática.
- Eliminación de los focos de ignición en las áreas de recipientes de equipos a presión con fluidos inflamables.
- Venteos y canalizaciones para la evacuación de las válvulas de seguridad canalizados a lugares seguros y/o a dispositivos de destrucción de producto. Por ejemplo, antorchas de quemado de gases inflamables.
- Utilización de detectores fijos o portátiles dotados de sistema de alarma, para determinar el nivel de oxígeno contenido en la atmósfera.

## REVISIONES Y PRUEBAS PERIÓDICAS

Los equipos se adaptarán a las pruebas de mantenimiento preventivo (revisiones) que les sean de aplicación dependiendo del tipo de aparato y que se consignan en las ITC correspondientes a los mismos o en los manuales de instrucciones del fabricante del equipo.

Las pruebas periódicas se realizarán según lo citado en el párrafo anterior y, siempre que no existan contraindicaciones, se incluirá una prueba hidrostática que se realizará como mínimo, salvo indicaciones, a la presión correspondiente al valor más alto de los siguientes:

- Presión correspondiente a la carga máxima que pueda soportar el equipo en funcionamiento, teniendo en cuenta su presión y temperatura máxima admisibles, multiplicada por 1,25.
- Presión máxima admisible multiplicada por 1,43.

La periodicidad de las pruebas periódicas será la que se determine en cada una de las reglamentaciones legales que les sean de aplicación, según el tipo de equipo y el fluido contenido.

En el RD 2060/2008 se incluyen una serie de disposiciones para equipos a presión existentes que se han regido por normativa anterior, equipos procedentes de Estados de la Unión Europea o fuera de ella, instalaciones en fase de tramitación, empresas proveedoras de gases o fabricantes de botellas, modificaciones de calderas existentes, nuevos colores de identificación de recipientes a presión transportables (botellas y botellones), etc. que deben examinarse con detalle para cada caso particular que pueda afectar.

Los equipos a presión existentes anteriores a la nueva normativa del RD 2060/2008, aunque se sigan rigiendo por las prescripciones técnicas que les fueron de aplicación en el momento de su puesta en servicio, deben adaptar las inspecciones periódicas a lo que indica el RD 2060/2008. Estos equipos se deben asimilar, de acuerdo con lo indicado por el RD 769/1999, a las categorías I a IV según el volumen en litros y la presión en bar. Estas inspecciones se realizarán según el artículo 6 del RD 2060/2008 y en su caso la correspondiente ITC. Las inspecciones periódicas son de nivel A, B y C. En el Anexo III del RD 2060/2008 se presenta una tabla con los agentes autorizados para realizarlas y la periodicidad correspondiente según la Categoría y el Grupo I (fluidos peligrosos) o II (inertes y corrosivos). Hay una tabla para equipos sometidos a la acción de llama o aportación de calor y otra para tuberías.

Los extintores de incendios, como excepción, se someterán exclusivamente a las pruebas de NIVEL C cada cinco años por empresas mantenedoras habilitadas según el RD 1942/1993 y tendrán una vida útil de veinte años a partir de la fecha de fabricación. La inspección de nivel C requiere la prueba de presión hidrostática, que también se ha exigido en los retimbrados de los extintores. El RD 1942/1993 recoge la modificación por la Orden 16 de abril de 1998. A los extintores de incendio no se les aplica la ITC-EP-6. El detalle de los retimbrados de los extintores está indicado en la norma UNE 23120 Mantenimiento de extintores portátiles contra incendios.

Los recipientes frigoríficos serán inspeccionados por empresas instaladoras frigoristas habilitadas de acuerdo con el RD 3099/1977 y no requieren la realización de inspección de nivel C, a no ser que el equipo haya sufrido daños, haya estado fuera de servicio más de dos años, se cambie el fluido por otro de mayor riesgo o haya sufrido una reparación.

Las inspecciones periódicas de los recipientes de aire comprimido, cuyo producto de la presión máxima de servicio por el volumen en litros sea menor de 5000, podrán realizarse por las empresas instaladoras de equipos a presión.

## CALDERAS DE VAPOR

Las calderas son equipos a presión que transforman el calor aportado por una fuente de energía y la convierten en utilizable, en forma de calorías, aprovechándola a través de un medio de transporte en fase líquida o vapor. Originalmente se destinaban únicamente a la producción de vapor, mediante el aporte del calor obtenido por la combustión de un combustible, y partiendo de este origen se han ido desarrollando tecnológicamente para

mejorar su rendimiento y ampliar su campo de utilización. En la actualidad existe una amplia gama de tipos de calderas, para usos bien diferenciados.

**Legislación** La normativa legal que las calderas en función de sus características debían cumplir, hasta la entrada en vigor del RD 2060/2008, son la ITC-MIE-AP 1, 2 y 12 del RD 1244/79 (RAP). A su vez se les aplicaba el RD 1618/80, por el que se aprobaba el Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria (RACAS), el RD 1751/98, que deroga el anterior y por el que se aprobaba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus instrucciones técnicas complementarias (RITE), y el vigente RD 1027/2007 RITE modificado por RD 1826/2009. En ellos se establecen los requisitos complementarios para su instalación, tales como la necesidad de elaboración y presentación de un proyecto previo para la obtención de la autorización para su instalación, el sistema de mantenimiento (las calderas anteriores al RACAS se tenían que ajustar a él en cuestiones de mantenimiento), la señalización de las conducciones, las indicaciones de seguridad en la sala de calderas, etc. Se tenía que tener en cuenta su presión de diseño o su potencia (W) para determinar cuál era la legislación a la que estaban sometidas según el tipo de caldera de que se tratase. La normativa actual para las calderas en general es el RD 2060/2008 y su ITC-EP-1 Calderas.

#### LEGISLACIÓN APLICABLE A CALDERAS Y/O RD/2060/2008

TIPO	USO	PD(bar) x V(m <sup>3</sup> )	LEGISLACIÓN
Agua caliente	Industrial	> 10 ó Pot > 200.000 kcal/h	AP 1
		≤ 10 ó Pot ≤ 200.000 kcal/h	AP 12 y RACAS o RITE
	Doméstico y calefacción no industrial	> 10	AP 1 y RACAS o RITE
		≤ 10	AP 12 y RACAS o RITE
Vapor y agua sobrecalentada	Industrial	Pms > 0,5 bar	
Economizadores, precalentadores de agua de alimentación	Industrial		AP 1
Sobrecalentadores, recalentadores de vapor	Industrial		
Tuberías de las calderas	Industrial		AP 2

*Nota : La notación AP indica que pertenece al RAP y el número a la ITC del mismo que le corresponda.*

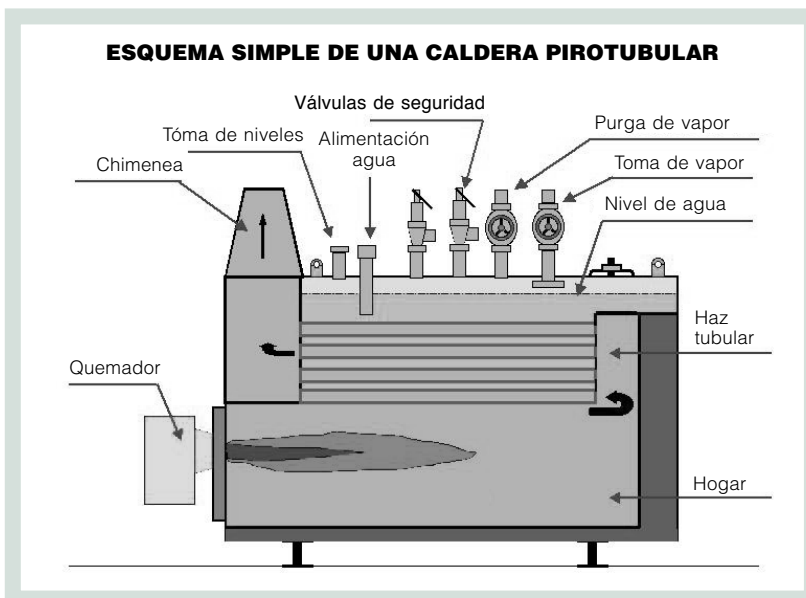


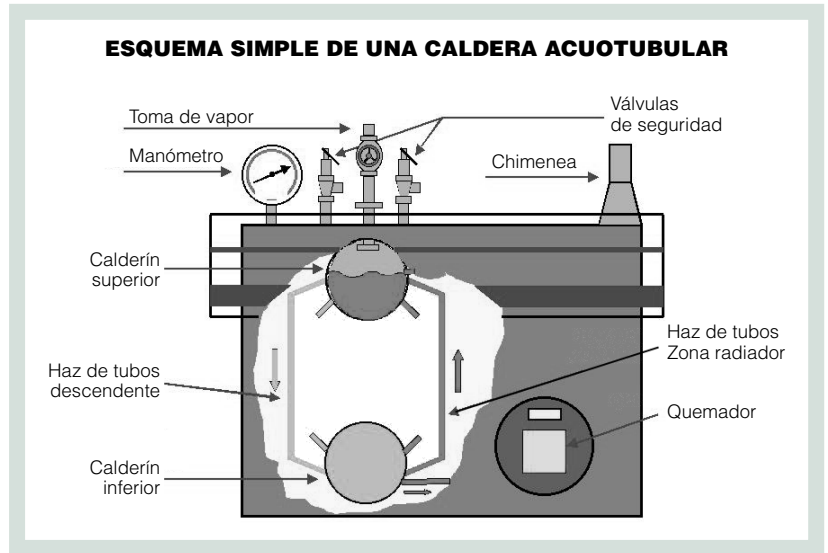
*Según el producto***Tipos de calderas**

- Caldera de vapor: caldera cuyo medio de transporte es vapor de agua.
- Caldera de agua caliente: caldera cuyo medio de transporte es agua a temperatura igual o inferior a 110° C.
- Caldera de agua sobrecalentada: caldera cuyo medio de transporte es agua a temperatura superior a 110° C.
- Caldera de fluido térmico: caldera cuyo medio de transporte es un fluido distinto del agua.
- Caldera de vapor sobrecalentado: caldera a temperatura superior a la de vaporización del agua. Es un sobrecalentador que eleva la temperatura del vapor saturado procedente de la caldera de vapor.

*Según el fluido que circula por el interior de los tubos*

- Piro-tubulares: por el interior de los tubos circulan los gases de combustión que calientan una masa de agua exterior a los mismos, produciendo vapor o agua caliente. La potencia está limitada por el espesor necesario de las paredes de la caldera, por lo que dejan de ser viables a partir de un determinado volumen de agua.
- Acuotubulares: por el interior de los tubos circula el agua, precisando menores volúmenes de agua y espesores de pared de la caldera más reducidos, para poder alcanzar la misma potencia que las piro-tubulares, pudiendo por ello lograrse calderas de mayor potencia.





*Según el combustible*

- Sólido (por ejemplo: carbón pulverizado).
- Líquido (por ejemplo: gasoil).
- Gaseoso (por ejemplo: gas natural).

*Según el fluido portante del calor*

- Agua.
- Otros (aceites térmicos, etc.).

*Según el nivel*

- De nivel definido: calderas que disponen de un determinado plano de separación entre las fases líquida y vapor dentro de unos límites previamente fijados.
- Sin nivel definido: calderas en las que no existe un plano de separación entre las fases líquida y vapor.

*Según la forma de conducción*

- Automática: son aquellas calderas que realizan su ciclo normal de funcionamiento sin precisar la acción manual excepto para su puesta en marcha o paro y para su puesta de nuevo en servicio, tras un paro ocasionado por la actuación de un elemento de seguridad o de regulación.
- Manual: son todas aquellas calderas que requieren para su ciclo de funcionamiento la actuación manual sobre las mismas.

Hay que tener en cuenta la presión máxima de servicio, en bar, y el volumen, en m<sup>3</sup>, para poder asignar la categoría que legalmente corresponde a cada caldera. En las calderas de nivel definido el volumen se considera en el nivel medio y lo facilita el fabricante.

Existen tres categorías de calderas según la normativa anterior ITC-MIE-AP1: (P = Pres. efect. máx. serv. kg/cm<sup>2</sup>; V= volumen m<sup>3</sup>)

- Categoría A:  $P \times V > 600$
- Categoría B:  $10 < P \times V \leq 600$
- Categoría C:  $P \times V \leq 10$

Según la normativa actual ITC-EP-1 se distinguen dos clases:

- Clase primera:
  - a) Calderas pirotubulares  $P_{ms} \times V_t < 15.000$
  - b) Calderas acuotubulares  $P_{ms} \times V_t < 50.000$
  - c) Calderas de fluido térmico  $P_{ms} \times V_i < 15.000$

Siendo:

- P<sub>ms</sub>: Presión máxima de servicio, en bar
- V<sub>t</sub>: Volumen total en litros de la caldera, más el volumen del sobrecalentador, si lo tuviere
- V<sub>i</sub>: Volumen total en litros de la instalación completa
- Clase segunda:  
Calderas que iguallen o superen los valores indicados en el apartado anterior.

## Categorías de las calderas

Según el RAP y las ITC que les han sido de aplicación, las salas de calderas deben cumplir, entre otros, los siguientes requisitos, dependiendo de las características de las calderas que alberguen:

- Dispondrán de superficie suficiente para permitir realizar las labores de mantenimiento y conservación.
- Para las calderas de categorías A y B se dispondrá de salidas fácilmente utilizables y éstas deben estar suficientemente separadas. Las calderas de categoría C podrán disponer de una sola salida, si están ubicadas en una sala independiente.
- Estarán perfectamente iluminadas en especial en las zonas donde existan indicadores, manómetros y niveles.
- Dispondrán de ventilación suficiente, tanto para la renovación del aire, como para el aporte del mismo a los quemadores.
- Las entradas de aire para aquellas salas que limiten con patios, solares, etc. deberán disponer en su parte inferior de unas aberturas de entrada cuya sección total vendrá dada por la expresión:

$$S_1 \text{ (en cm}^2\text{)} = Q / 500$$

siendo Q = la potencia calorífica total instalada en los equipos de combustión en kcal/h. S<sub>1</sub> no podrá ser inferior a 0,25 m<sup>2</sup> para las salas de calderas de las categorías A o B, ni menor de 0,05 m<sup>2</sup> para las de categoría C.

## Salas de calderas

Las aberturas de salida vendrán dadas por la expresión:

$$S_2 = S_1 / 2 \quad (\text{en cm}^2)$$

- Si la sala de calderas no está comunicada directamente con el exterior, dispondrá de comunicación con otras dependencias como mínimo de  $S = 2 S_1$ .
- Si el local está aislado y no puede ventilarse de forma natural, la ventilación canalizada tendrá un caudal  $C_{\text{vent}} = 1,8 \text{ m}^3/\text{h}$  por termia de potencia total instalada en los equipos de combustión. (1 termia (th) =  $10^6$  calorías).
- Toda instalación interior que contenga calderas de las categorías A o B dispondrá de una sala propia donde sólo podrán instalarse la maquinaria y equipos que sean necesarios para su servicio.
- Cuando los quemadores sean de carbón pulverizado sus conducciones estarán totalmente canalizadas.
- Una sala con varias calderas deberá cumplir con las especificaciones de la caldera de mayor categoría.
- En función de su categoría (y de que posean o no expediente de control de calidad), las salas de caldera deben cumplir ciertas características respecto a las distancias de seguridad, espesores de las paredes de separación, características de las puertas de acceso, de las aberturas y de los techos, etc., calidad del agua de alimentación, etc.

Las condiciones de emplazamiento de las calderas que deben cumplir la nueva normativa ITC-EP-1, se indican en su artículo 6. En cuanto a ventilación, las entradas de aire deben estar situadas como máximo a 20 cm del suelo, y en la parte superior, en posición opuesta a las anteriores, unas aberturas para salida de aire. La sección mínima total de las aberturas, en ambos casos, vendrá dada por la siguiente expresión:

$$S = Qt/0,58$$

Siendo S la sección neta de ventilación requerida en  $\text{cm}^2$  y Qt la potencia calorífica total en kW. No se admiten valores de S inferiores a  $0,5 \text{ m}^2$  para las salas con calderas de Clase segunda, ni menores de  $0,1 \text{ m}^2$  para las salas con calderas de Clase primera. Si no utilizan combustión, la ventilación se puede reducir a la mitad.

Las calderas de Clase primera pueden estar delimitadas por cerca metálica de 1,20 m de altura y si son de vapor o agua sobrecalentada cuyo  $Pms \times Vt \geq 10.000$ , la distancia mínima entre la caldera y el riesgo ajeno será de 5 m. Alternativamente, podrá disponerse de un muro de protección de hormigón armado de espesor mínimo de 20 cm y con un mínimo de 60 kg de armaduras de acero y 300 kg de cemento por  $\text{m}^3$  o muros con un momento flector equivalente.

BUENA VENTILACIÓN Y DETECCIÓN DE FUGAS DE GAS COMBUSTIBLE SON MEDIDAS BÁSICAS DE SEGURIDAD EN LAS SALAS DE CALDERAS

Las salas de calderas de Clase segunda requieren unas condiciones adicionales más exigentes. Entre ellas se destaca que deben disponer de dos salidas de fácil acceso, puertas metálicas, apertura hacia el exterior y con dispositivo de fácil apertura desde el interior. El techo será de construcción ligera con una superficie mínima del 25% de la superficie de la sala y sin pisos habitables encima.

Los riesgos generales de las calderas, independientemente del tipo de las mismas, son los siguientes:

- Riesgo de explosión o rotura de los tubos a presión a causa de:
  - Corrosión de los tubos con pérdidas de espesor de las paredes de los mismos y en consecuencia de su resistencia a la presión.
  - Fisuración de las placas tubulares o de los calderines a causa de las contracciones y dilataciones en las uniones soldadas de los tubos.
  - Pérdida de las características mecánicas de los elementos metálicos sometidos a la acción directa de la llama.
  - Acumulación de gases combustibles no quemados en el hogar.
  - Colapso de los hogares por vaporización excesiva del agua (calderas piro-tubulares).
  - Calentamiento excesivo de zonas expuestas a la llama por depósitos calcáreos debidos al inadecuado tratamiento del agua.
  - Sistemas de seguridad deficientes, por cálculo inadecuado o por elementos de la caldera mal mantenidos o inoperantes.
  - Explotación excesiva de los equipos sobrepasando las prescripciones de diseño del fabricante.
  - Otras causas.
- Riesgo de quemaduras por proyecciones de combustible o agua caliente o bien por vapor de agua.
- Riesgo de incendio por fugas de combustible caliente, cortocircuitos, etc.
- Riesgo de inhalación de gases tóxicos por fugas de gases producto de la combustión del combustible (tales como CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, etc.) o por el mal funcionamiento de los quemadores.
- Estrés térmico por radiación de calor sobre el personal de operación en la zona de alimentación de la caldera o en la sala de calderas.

Dentro de las medidas a adoptar para efectuar una correcta prevención de los riesgos en la manipulación de calderas, señalaremos por su eficacia e importancia las siguientes:

- En las calderas de vapor, la temperatura mínima de los humos está limitada, no pudiendo salir a menos de esa temperatura

---

### **Riesgos de las calderas**

---

### **Medidas preventivas básicas de las calderas**

(aproximadamente 180°C), para evitar condensaciones en las chimeneas.

- En las calderas reguladas por la normativa de la ITC-MIE-AP1, el operador de una caldera con un  $P \times V > 50$  (P es la presión máxima de servicio, en bar, y V en función del tipo de caldera, en m<sup>3</sup>) necesita estar en posesión de un carné oficial de operador industrial, que le será expedido previo examen de aptitud ante la Consejería de Industria de la Comunidad Autónoma a la que pertenezca. La formación específica para la obtención del citado carné puede ser impartida por parte del fabricante y/o el instalador de la caldera o bien por el usuario, si éste dispone de personal técnico competente.

Según la nueva normativa ITC-EP-1, las calderas de vapor o agua sobrecalentada de Clase segunda deberán ser manipuladas por personal con carné de Operador industrial de calderas. Para poder realizar su actividad el operador industrial de calderas deberá cumplir y tendrá que poder acreditar ante la administración competente cuando ésta así lo requiera, en el ejercicio de sus facultades de inspección, comprobación y control, una de las situaciones descritas en el punto 23 del RD 560/2010 que modifica al artículo 13.3 de la ITC EP-1 del RD 2060/2008.

#### *Mantenimiento preventivo y revisiones de las calderas*

En estas operaciones, el usuario tendrá especial cuidado de revisar o hacer revisar por personal cualificado y competente, entre otros, los siguientes puntos:

- Asentamientos de la caldera, deformaciones exteriores, alineaciones y deformaciones de tubos y elementos a presión.
- Corrosiones de tubos, calderines, placas, etc.
- Estado de las válvulas, equipos de seguridad e instrumentación.
- Presencia de incrustaciones, depósitos y suciedad en las diferentes partes de la caldera.
- Estado de los quemadores y su equipo, verificando la presencia de depósitos en las paredes del hogar y en las boquillas de los quemadores.
- Ausencia de fugas de agua, vapor o combustible, roturas de tubos, etc.
- Composición de los humos de la caldera, revisión periódica oficial.

Así mismo, en función de la utilización que se haga de la caldera se efectuará, diariamente, purgado de la caldera (recomendado cada 4 horas), limpieza de las boquillas del quemador, verificación del nivel de agua y funcionamiento del sistema de tratamiento y depuración de la misma y revisión de funcionamiento de los elementos de seguridad e instrumentación.

Semanalmente se hará limpieza de los filtros de agua y de los filtros de combustible sólidos y líquidos, disparo manual de las válvulas de seguridad, revisión de fugas de vapor y líquido y verificación de la regulación de la llama de los quemadores y del buen funcionamiento de los equipos de bombas.

Anualmente hay que revisar, previa limpieza, todas las partes metálicas de la caldera, los filtros de combustible y agua, los sistemas de tratamiento de aguas, las medidas de espesores en las zonas más afectadas por el fuego y el estado y operatividad de las válvulas manuales. También hay que comprobar la fiabilidad de los componentes de seguridad, el estado de los sistemas de alimentación del combustible y del agua, los conocimientos y los cursos de reciclado de los operadores de la caldera, la fecha de prueba periódica obligatoria de las calderas y la existencia en la sala de calderas de los siguientes documentos: manual de instrucciones de la caldera, del equipo de combustión y del tratamiento de agua, prescripciones del Organismo nacional competente en contaminación atmosférica y direcciones de los servicios técnicos competentes de la caldera, de los equipos de combustión y de tratamiento del agua.

Las reparaciones de las partes sometidas a presión de los equipos o conjuntos comprendidos en la ITC EP-1 deberán realizarse por empresas reparadoras habilitadas, según el artículo 7 del Reglamento de equipos a presión. En las modificaciones por cambio de combustible se aplicará el artículo 11 del RD 2060/2008 y la modificación prescrita en el RD 560/2010.

EL TRATAMIENTO Y DEPURACIÓN DEL AGUA DE LA CALDERA ES BÁSICO PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO

Según artículo 5 del RD 2060/2008, antes de la **puesta en servicio** de las instalaciones que incluyan equipos a presión que correspondan a las categorías I a IV del RD 769/1999 (las calderas se clasifican según el cuadro 5 de su anexo II), o asimilados a dichas categorías según el artículo 3.2 de dicho RD 769/1999, deberán realizarse las pruebas en el lugar de emplazamiento, para comprobar su buen funcionamiento y que disponen de condiciones de utilización seguras, ateniéndose a los criterios indicados en el Anexo II del RD 2060/2008. Todos esos equipos deberán disponer de la correspondiente placa de instalación e inspecciones periódicas. Es una única placa en donde viene indicado lo siguiente:

- Órgano competente de la comunidad autónoma
- Número de identificación
- Fecha de instalación
- Presión máxima de servicio (bar)
- Casillas para fechas y nivel de inspección /sello
- Presión de prueba (bar)

**Puesta en servicio e inspecciones periódicas**

- Casilla de Categoría I a IV y casilla de Grupo de fluido 1 (peligrosos) o 2 (no peligrosos)

En este anexo II se indican todos los requisitos para la instalación y puesta en servicio de instalaciones.

La prueba hidrostática de la puesta en servicio (primera prueba) se efectuará a una presión de prueba que como mínimo será el valor más elevado de los dos siguientes:

- La presión máxima de servicio de la instalación multiplicada por 1,43,
- La presión máxima de servicio de la instalación multiplicada por un factor que tenga en cuenta la mayor resistencia de los materiales a la temperatura de prueba respecto a la temperatura Tms y multiplicada así mismo por 1,25.

La puesta en servicio requerirá la presentación de la documentación indicada en el anexo II del Reglamento de equipos a presión.

En este mismo anexo II, punto 4, se indica que, si los aparatos fueron comercializados antes de la entrada en vigor del RD 769/1999 o del RD 1495/1991 y carecen de marcado CE, podrán presentarse los certificados de fabricación de acuerdo con la reglamentación en vigor en el momento de su fabricación.

Las **inspecciones periódicas** de las calderas deberán ser realizadas según lo indicado en el anexo I de la ITC-EP-1, en el cual se incluyen las comprobaciones que se deben llevar a cabo en las inspecciones de nivel A, B y C. Deberán tenerse en cuenta las condiciones indicadas en la norma UNE 9-103.

Las **inspecciones de nivel A se deberán realizar cada año**. Serán realizadas por empresas instaladoras de equipos a presión de la categoría correspondiente a la instalación o el fabricante o el usuario, si acreditan disponer de los medios técnicos y humanos que se determinan en el anexo I del Reglamento, para las empresas instaladoras.

Las **inspecciones de nivel B se deberán realizar cada tres años** por Organismos de Control Autorizados (OCA).

Las **inspecciones de nivel C se deberán realizar cada seis años** por Organismos de Control Autorizados (OCA). En las calderas existentes, la prueba hidrostática se hará de acuerdo con el apartado 5 de la norma UNE 9-103.

Las inspecciones de nivel C en las calderas con marcado "CE", la presión de prueba será la que figura en el punto 2.3 del Anexo III del Reglamento de equipos a presión. En este punto se indica que la inspección de Nivel C consistirá como mínimo en una inspección de nivel B además de una prueba de presión hidrostática, en las condiciones y presiones iguales a las de la primera prueba, o la indicada en el etiquetado expresado en el apartado 3.3 del Anexo I del RD 769/1999, o cualquier prueba especial sustitutiva de ésta que haya sido expresamente indicada por el fabricante en sus instrucciones o previamente autorizada por el órgano competente de la comunidad



autónoma correspondiente al emplazamiento del equipo o instalación. La presión de la primera prueba es la de la puesta en servicio y se ha indicado unas líneas más arriba. La presión indicada en el apartado 3.3 es la presión de prueba (PT) y esa presión según el apartado 3.2.2 debe ser como mínimo el valor establecido en el apartado 7.4 del anexo I del citado RD 769/1999, que indica que deberá ser, como mínimo, igual al más elevado de los dos valores siguientes:

- La presión máxima admisible correspondiente a la carga máxima que pueda soportar el equipo en funcionamiento, habida cuenta de su presión máxima admisible y de su temperatura máxima admisible, multiplicada por el coeficiente 1,25
- La presión máxima admisible multiplicada por el coeficiente 1,43.

Las inspecciones y otras operaciones realizadas se deben anotar junto a otros datos en el libro de la instalación o libro de registro, según se indica en el anexo III de la ITC-EP-1.

Las inspecciones periódicas de nivel B y C deberán anotarse sobre la placa de instalación e inspecciones periódicas.

En el anexo I de la ITC-EP-1 hay una sección dedicada exclusivamente a las inspecciones periódicas de las calderas de recuperación de lejías negras, un tipo de calderas que en la normativa anterior estaba regulada en la ITC-MIE-AP8. Las lejías negras se generan en el proceso de fabricación de pasta de papel al sulfato y es el combustible principal de estas calderas.

Además de las inspecciones periódicas, el usuario deberá tener en cuenta las informaciones e instrucciones facilitadas por el fabricante del equipo o conjunto, y realizar los controles que se indiquen por el mismo.

*Obligaciones del usuario.* Se detallan en el Art. 12 de la ITC-EP1. Deben cumplirse las indicadas en el Art. 9 del Reglamento de equipos a presión, más lo siguiente:

- Operador de la caldera. Persona designada por el usuario
- Mantenimiento de la caldera (ITC-EP1, Art. 12)
- Vigilancia de la caldera (ITC-EP1, Art. 12)

Documentación:

a) Libro de la instalación: características, actuaciones, inspecciones.

b) Documentación de la instalación: manual de instrucciones, elementos de operación y seguridad, manual de seguridad.

*Operadores de calderas.* Instruidos por el fabricante, instalador o usuario. Vigila, supervisa y controla el funcionamiento. Conduce proceso de arranque. Actuación en emergencias. Carnet de operador industrial de calderas para clase segunda por superación de curso de capacitación indicado en Anexo II de la ITC-EP1

---

**Otras  
disposiciones  
sobre calderas**

## BOTELLAS PARA GASES

La utilización de los gases dentro de la industria actual, como materias primas en procesos productivos y en los sistemas de análisis, equipos de seguridad, etc. en procesos productivos o fuera de ellos, es cada día más frecuente y su desarrollo va parejo con la aparición de nuevas tecnologías productivas. Para poder atender esta creciente demanda de utilización, los gases se envasan en recipientes a presión para su transporte, almacenamiento, uso y distribución, permitiendo, a la vez, atender las necesidades propias de utilización y garantizar la seguridad de la misma.

Los riesgos de las botellas de gases son los derivados de la presión del gas contenido y los inherentes a las características de los mismos como sustancias químicas, que les confieren sus propiedades físico-químicas y toxicológicas, que ya fueron expuestas en un capítulo anterior.

Los recipientes móviles destinados a contener gases se denominan “botellas” cuando su capacidad en agua  $\leq 150$  litros y “botellones” cuando su capacidad en agua es  $> 150$  l y  $< 1000$  litros. En la actualidad ambos deben cumplir con las disposiciones contenidas en el RD 222/2001, en el ADR y RID *Reglamento relativo al transporte internacional por ferrocarril de mercancías peligrosas*. Las botellas pueden ser de acero sin soldadura, generalmente para presiones de prueba superiores a  $100 \text{ kg/cm}^2$ , o bien de acero soldadas, con una presión de prueba de hasta  $60 \text{ kg/cm}^2$ . También existen botellas de aluminio aleado, simples o con envoltorio de resina epoxi y/o fibra de carbono, cuyo peso es sensiblemente menor que las de acero.

### TIPOS DE BOTELLAS PARA GASES

MATERIAL	COMPOSICIÓN	PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO	PRESIÓN DE PRUEBA	USO PREFERENTE
Acero estirado	Acero al carbono o débilmente aleado (actualmente obsoletas)	$150 \text{ kg/cm}^2$	$225 \text{ kg/cm}^2$	gases comprimidos
	Acero aleado (al Cromo Molibdeno)	$200 \text{ kg/cm}^2$	$300 \text{ kg/cm}^2$	gases comprimidos
			$250 \text{ kg/cm}^2$	gases licuados a presión
	Acero aleado (de un alto límite de elasticidad)	$300 \text{ kg/cm}^2$	$450 \text{ kg/cm}^2$	gases comprimidos
Acero soldadas	Acero al carbono		$60 \text{ kg/cm}^2$	acetileno y gases licuados a baja presión
Aluminio	Aluminio aleado	$200 \text{ kg/cm}^2$	$300 \text{ kg/cm}^2$	gases especiales

Los gases contenidos pueden ser comprimidos, licuados o disueltos a presión. Los gases *comprimidos* son aquellos que son totalmente gaseosos a temperaturas inferiores a  $-50^{\circ}\text{C}$ , según el ADR/2009. Se encuentran en fase gas a la presión a la que están sometidos en las botellas a la temperatura ambiente. Ejemplos de gases comprimidos son: oxígeno, nitrógeno, helio, hidrógeno, etc.

Los gases *licuados* a presión son aquellos que son parcialmente líquidos a temperaturas iguales o superiores a  $-50^{\circ}\text{C}$ , según el ADR/2009. En el interior de las botellas coexisten la fase líquida y la fase gaseosa. La presión interior es la de equilibrio de la fase líquida con la fase vapor y se corresponde con la tensión de vapor del gas a cada temperatura. El grado de llenado de la botella, específico para cada gas es equivalente a la cantidad de gas contenido en el interior de la botella y corresponde al producto de su capacidad en agua, expresada en litros, por su grado de llenado, específico del gas, en  $\text{kg/l}$  y se expresa como  $\text{kg}$  de producto. La cantidad disponible en la botella se puede estimar por el peso, ya que a medida que se usa va disminuyendo la cantidad de líquido. Algunos ejemplos son: cloro, amoníaco, butano,....

Los gases *disueltos a presión* son aquellos que para poder ser envasados de forma segura precisan estar disueltos en algún disolvente que los estabilice. Como ejemplo podemos citar el acetileno, que necesita estar disuelto en acetona o en DMF (dimetilformamida) para poder ser envasado a presión de forma que se prevenga el riesgo de su descomposición o polimerización; además, en este caso es necesario que las botellas estén dotadas interiormente, para poder garantizar plenamente su estabilidad, de una masa porosa que aísla pequeñas cantidades del gas de forma que se evita la descomposición y/o posible explosión del mismo y que en caso de producirse la misma evita su propagación, al absorber el calor generado por la reacción.

Otro tipo de botellas que también son equipos a presión son las botellas de equipos respiratorios autónomos para actividades subacuáticas y trabajos de superficie. Han estado reguladas por el RD 366/2005 como ITC-MIE-AP18, referente a las instalaciones de carga e inspección de estas botellas. En la nueva normativa del RD 2060/2008 se incluye la ITC-EP-5 Botellas de equipos respiratorios autónomos, con diversos capítulos y artículos dedicados a:

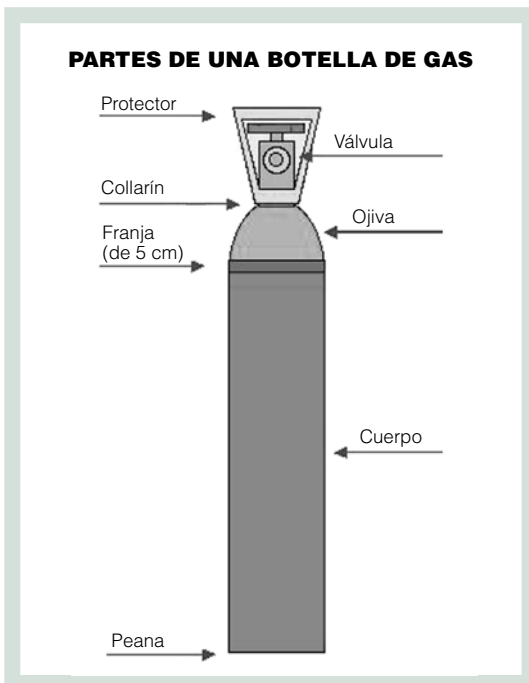
- Disposiciones generales
- Centros de recarga de botellas
- Centros de inspección periódica de botellas
- Centros de inspección visual de botellas
- Recarga de botellas de otros países
- Inspecciones y pruebas
  - Inspección periódica de botellas
  - Rechazo y retirada de las botellas defectuosas

- Inspección visual
  - Comprobaciones previas a la recarga de botellas
  - Inspección periódica de los centros de recarga y centros de inspección
  - Instalaciones de los centros de recarga de botellas
    - Emplazamiento de la zona de recarga
    - Instalaciones para mezcla de gases respirables
    - Componentes de las instalaciones
    - Almacenamiento de botellas
  - Utilización de compresores portátiles
  - Normas UNE para la aplicación de la ITC que figuran en el Anexo III
  - Anexo. Identificación y marcas de las botellas
- El RD 560/2010 incluye una amplia modificación de diversos artículos de la ITC-EP-5 del RD 2060/2008.

### Partes de una botella de gas

Una botella de gas consta de las siguientes partes:

- *Collarín*: pieza superpuesta al cuello de la botella que sirve de soporte a la rosca cilíndrica de la misma, sobre la que se rosca el sombrerete o tulipa.



- *Sombrerete o tulipa*: su función consiste en la protección de la válvula, contra los golpes o en caso de caída o vuelco de la botella.
- *Ojiva*: es la parte redondeada superior de la botella.
- *Franja*: es la parte inferior de la ojiva, donde ésta se une al cuerpo, constituye una zona ficticia de cinco centímetros de alto, que se pinta de color diferente a la ojiva cuando la identificación del gas así lo requiere.
- *Cuerpo*: es la parte cilíndrica central de la botella.
- *Peana*: es la parte inferior de la botella, es la base sobre la que normalmente se apoya en el suelo, puede formar parte de la botella o constituir un elemento accesorio.

### Identificación de los gases contenidos en las botellas

Los códigos de señalización para botellas que se han utilizado hasta la entrada en vigor del RD 2060/2008 son los publicados en la norma 4 de la ITC-MIE-AP 7 del RD 1244/1979 y ratificados en el RD 222/2001, siendo válidos únicamente para la identificación

de las botellas en España. El RD 2060/2008 establece en sus disposiciones transitorias que las botellas y botellones que utilizan los colores indicados en la ITC MIE AP 7 deberán adaptarse a los que se indican en la ITC EP-6 en un plazo de cinco años desde su entrada en vigor (es decir, hasta el 5 de agosto de 2014).

La identificación de los gases viene determinada por la combinación de los *colores* de la ojiva, la franja y el cuerpo. Así mismo en la ojiva de las botellas van inscritas de forma indeleble las *marcas* legalmente establecidas (nombre del gas, fabricante, fecha de la primera prueba, presión de prueba, etc.), figurando también pegada en la ojiva la correspondiente *etiqueta* identificativa.

### Colores de identificación

Con el fin de permitir una rápida identificación de los gases contenidos en las botellas y prevenir los usos inadecuados o inadvertidos, con los riesgos inherentes que ello conlleva, se ha establecido un código de señalización cromática en las botellas, agrupando los gases por familias basándose en su reactividad, inflamabilidad, toxicidad, etc.

La combinación de los colores de la ojiva y la franja indican el nombre del gas o gases contenidos en la botella, mientras que el color del cuerpo indica la familia de reactividad del gas o los gases contenidos.

## COLORES DE LAS BOTELLAS DE GASES (válidos hasta el 5 de agosto de 2014)

### GASES PUROS

- **Color del cuerpo:** familia de reactividad del gas

Inerte → Negro

Comburentes → Negro

Inflamables → Rojo

Tóxicos → Verde

Corrosivos → Amarillo

- **Color de la ojiva y franja:** nombre propio del gas

#### EXCEPCIONES A LA REGLA:

El mismo color para ojiva, franja y cuerpo

Protección respiratoria → Amarillo

Butano y propano industrial → Naranja

Gases refrigerantes → Gris

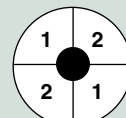
Gases especiales → Gris plata

### MEZCLAS DE GASES

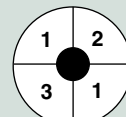
- **Color del cuerpo:** el del componente mayoritario

- **Color de la ojiva y franja** (por cuarterones): los correspondientes a cada gas de la mezcla, con la siguiente distribución:

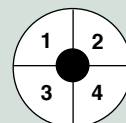
2 COMPONENTES



3 COMPONENTES



4 COMPONENTES



**RELACIÓN DE COLORES DE IDENTIFICACIÓN DE GASES  
(según ITC MIE-AP-7, válidos hasta el 5 de agosto de 2014)**

<b>GAS</b>	<b>FÓRMULA QUÍMICA</b>	<b>CUERPO (A)</b>	<b>OJIVA (B)</b>	<b>FRANJA (C)</b>
<b>INFLAMABLES Y COMBUSTIBLES</b>				
Acetileno	CH = CH	Rojo	Marrón	Marrón
Etileno	CH <sub>2</sub> = CH <sub>2</sub>	"	Violeta	Violeta
Hidrógeno	H <sub>2</sub>	"	Rojo	Rojo
Óxido de metilo (Eter dimetílico)	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> O	"	Azul	Violeta
Propeno (Propileno)	CH <sub>3</sub> CH = CH <sub>2</sub>	"	Azul	Gris
<b>OXIDANTES E INERTES</b>				
Aire comprimido	--	Negro	Negro	Blanco
Anhídrido Carbónico	CO <sub>2</sub>	"	Gris	Gris
Argón	Ar	"	Amarillo	Amarillo
Helio	He	"	Marrón	Marrón
Hexafluoruro de azufre	SF <sub>6</sub>	"	Violeta	Violeta
Nitrógeno	N <sub>2</sub>	"	Negro	Negro
Oxígeno	O <sub>2</sub>	"	Blanco	Blanco
Protóxido de nitrógeno	N <sub>2</sub> O	"	Azul	Azul
<b>TÓXICOS Y VENENOSOS</b>				
Amoníaco	NH <sub>3</sub>	Verde	Verde	Verde
Anhídrido sulfuroso	SO <sub>2</sub>	Verde	Amarillo	Amarillo
Bromuro de metilo (R-40 B1)	CH <sub>2</sub> Br	Verde	Naranja	Naranja
Metilamina	CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub>	Verde	Rojo	Marrón
Monóxido de carbono	CO	Verde	Rojo	Rojo
Óxido de etileno	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	Verde	Violeta	Violeta
Silano	Si H <sub>4</sub>	Verde	Rojo	Verde
Sulfuro de hidrógeno	H <sub>2</sub> S	Verde	Blanco	Blanco
<b>CORROSIVOS</b>				
Bromuro de Hidrógeno	H Br	Amarillo	Azul	Azul
Cloro	Cl <sub>2</sub>	Amarillo	Blanco	Blanco
Cloruro de Hidrógeno	H Cl	Amarillo	Marrón	Marrón
Flúor	F <sub>2</sub>	Amarillo	Verde	Verde
Fosgeno	CO Cl <sub>2</sub>	Amarillo	Verde	Blanco
<b>PROPANO Y BUTANO INDUSTRIALES</b>				
Butano		Naranja	Naranja	Naranja
Propano (mezcla C)		Naranja	Naranja	Naranja

<b>COLORES PARA LOS BOTELLONES CRIOGÉNICOS (válidos hasta el 5 de agosto de 2014)</b>		
<b>GAS</b>	<b>FONDO</b>	<b>LETRAS</b>
OXÍGENO	BLANCO	NEGRA
NITRÓGENO	NEGRO	BLANCA
ARGÓN	VERDE	BLANCA
DIÓXIDO DE CARBONO	GRIS	NEGRA
ÓXIDO NITROSO	AZUL	BLANCA

El RD 2060/2008 establece el cambio a nuevos colores de las botellas de gases. Se recoge concretamente en la ITC-EP-6 Recipientes a presión transportables, en su artículo 4, con objeto de identificar el gas o mezcla de gases y los riesgos asociados a los mismos y para ello remite a la norma UNE EN 1089-3. Los recipientes que cumplan con la citada norma deberán identificarse con la letra “N”, marcada dos veces en puntos diametralmente opuestos sobre la ojiva y con un color distinto al de la misma. Se exceptúan las botellas de butano, propano y sus mezclas, que se registrarán por el RD 1085/1992 Reglamento de la actividad de distribución de gases licuados del petróleo. También se exceptúan los botellones criogénicos que deberán ir en colores claros (blanco, plateado, etc.) e identificarán el gas contenido, pintando su nombre en el cuerpo del mismo con letras de un tamaño mínimo de 5 cm de altura, en dos lugares opuestos, si el espacio lo permite.

El color del cuerpo de la botella no está definido en la normativa actual, pudiendo ser elegido por el fabricante siempre que no dé lugar a confusión.

#### *Marcas grabadas en las botellas*

Todas las botellas deben llevar grabadas de forma indeleble en el collarín, que es la parte reforzada de la botella o en la ojiva, todas las características que para el uso de las mismas exige la vigente normativa legal española. Para su duración, facilidad de acopio de los datos a consignar y claridad de lectura de los mismos, generalmente se troquelan sobre la ojiva de la botella. Son las siguientes:

- a) Marcas generales para todas las botellas de gases comprimidos, licuados o disueltos a presión según la ITC-MIE-AP7 del RD 1244/1979, que son válidas hasta el 5 de agosto de 2014:
  - Nombre del gas o abreviatura del mismo de uso generalizado
  - Marca del fabricante
  - Número de fabricación

- Marca del propietario
  - Número del propietario de la botella (si existe)
  - Presión de prueba hidrostática (kg/cm<sup>2</sup>)
  - Capacidad (de agua en litros)
  - Fecha de la prueba hidrostática (mes y año)
  - Cuño de la persona/entidad que efectuó la prueba hidrostática
  - Símbolo W para botellas templadas en medio que posea una velocidad de enfriamiento superior al 80% de la del agua, sin aditivos a 20°C y revenido posterior
  - Marcado con la letra griega π (botellas fabricadas bajo el RD 222/2001)
- b) Marcas complementarias
- En botellas para gases comprimidos:
    - Presión de carga (kg/cm<sup>2</sup>) a 15°C
    - Peso en vacío (kg) incluyendo soporte y collarín
  - En botellas para gases licuados y amoníaco disuelto:
    - Carga máxima admisible de gas (kg)
    - Peso en vacío (kg) incluyendo soporte, collarín, válvula y caperuza o protector
  - En botellas de acetileno disuelto a presión:
    - Peso en vacío (kg) incluyendo soporte y válvula
    - Tara en kg
    - Presión máxima de servicio a 15°C en kg/cm<sup>2</sup>
    - Identificación de la masa porosa
    - Identificación del disolvente, si no es acetona

La norma que debía regular el marcado es la norma UNE-EN 1089-1, que se cita en la ITC-EP-5 y el código de colores, la UNE-EN 1089-3:2004. La UNE-EN 1089-1, Botellas para el transporte de gas. Identificación de las botellas de gas (excepto GLP). Parte 1 Marcado, está actualmente anulada.

### *Etiqueta*

La etiqueta de las botellas de gases consta de los siguientes datos: nombre y dirección del fabricante, características principales del gas, fórmula y pictograma correspondiente y las principales medidas de seguridad para su utilización. El pictograma consiste en un rombo del color correspondiente a la familia de reactividad del gas contenido con una figura en su interior específica de cada una de las familias de gases.

La etiqueta que deben llevar según la nueva normativa va adherida a la botella de gas y lleva uno o varios dibujos o pictogramas en función del tipo de gas. Está regulada por la normativa ADR/2009 de transporte de mercancías peligrosas por carretera, Capítulo 5.2 Marcado y etiquetado, con los modelos de etiquetas en el punto 5.2.2.2.2 indicados en la tabla A del ADR.



Es la carga máxima admisible en una botella expresada en kg de gas por litro de capacidad en agua de la botella, de forma que al calentarse ésta hasta 65°C la presión interior que alcance el gas contenido no llegue a superar la presión de prueba de la botella.

Por ejemplo el grado de llenado del cloro es de 1,25 kg/l y en una botella de 50 l se podría cargar un máximo de  $1,25 \times 50 \text{ l} = 62,5$  kg de cloro. Es un valor máximo que no se debe sobrepasar para evitar que la gran dilatación que tienen los gases licuados reduzca el espacio en fase vapor y quede sólo fase líquida, la cual, por la incompresibilidad de los líquidos, generaría un aumento de presión para el que no está diseñado el recipiente y que por tanto no puede resistir.

En los gases licuados el gas se produce por evaporación del líquido, estando en equilibrio las dos fases y la presión de vapor es proporcional al incremento de temperatura, por ello, al alcanzar la botella los 65°C, el gas licuado contenido estará todo en forma de gas o bien quedará un resto de líquido en función de que la temperatura crítica del gas esté por debajo o por encima de los 65°C considerados. Un ejemplo con temperatura crítica inferior a 65°C es

## Grado de llenado

NO RESPETAR EL GRADO DE LLENADO ES CAUSA DE GRAVES ACCIDENTES

### GRADOS DE LLENADO DE ALGUNOS DE LOS GASES MÁS USUALES

GAS	Presión mínima de prueba (kg/cm <sup>2</sup> )	Peso máximo contenido por litro de capacidad (kg/litro)
Amoníaco	29	0,54
Bromuro de hidrógeno	60	1,51
Cloro	22	1,25
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	10	1,30
Dióxido de azufre	12	1,23
Butano	10	0,52
Propano	25	0,43
Propileno	27	0,43
Óxido de etileno	15	0,78
Sulfuro de hidrógeno	55	0,67
Cloruro de vinilo	12	0,81
Fosfina	225	0,30
	250	0,45
Dióxido de Carbono	190	0,68
	250	0,76
Acetileno disuelto	60	Según masa porosa

el  $\text{CO}_2$  que la tiene a  $31^\circ\text{C}$ . A partir de esta temperatura todo el  $\text{CO}_2$  está en forma de gas y la presión es proporcional a la temperatura absoluta. Un ejemplo con temperatura crítica superior a  $65^\circ\text{C}$  es el cloro, que la tiene a  $144^\circ\text{C}$  y hasta esa temperatura existe fase líquida y fase vapor. Un sobrellenado por encima del grado de llenado es causa de accidentes en botellas que han reventado y proyectado fragmentos causantes de graves daños.

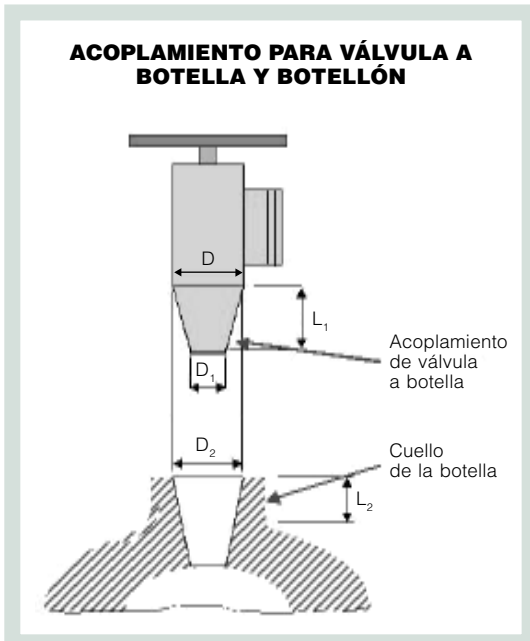
Los grados de llenado para los gases están establecidos en los ADR publicados y actualmente en el ADR/2009.

### Acoplamiento para válvulas de las botellas

Los acoplamientos pueden ser roscados o de estribo.

En los sistemas de sujeción del acoplamiento para la salida de gas mediante *roscado* se utilizan dos tipos de roscas: rosca Whitworth (W), que se clasifica por el número de hilos por pulgada, o rosca Métrica (M), en la que los hilos de cada rosca se expresan por su paso. A su vez, las roscas pueden ser roscadas a derechas (D), para gases no inflamables, o roscadas a izquierdas (I), para gases inflamables, y los acoplamientos de cada rosca pueden ser racor macho (M) o racor hembra (H).

- El *estribo* es un sistema de sujeción del acoplamiento para la salida de gas mediante un sistema mecánico de aprisionamiento (tipo mordaza). Se utilizan dos tipos:
  - Estribo simple (E), que depende del diámetro de salida del acoplamiento de la válvula, aunque es un sistema obsoleto (por ejemplo: para el acetileno).
  - Estribo de seguridad ("pin-index" (PI), para gases medicinales).



### Roscas cónicas para la fijación de las válvulas a las botellas

En el interior del cuello de las botellas existe una rosca cónica que permite la fijación de las válvulas de cierre de las botellas.

En España las características de la rosca interior del cuello de la botella y del acoplamiento de la válvula a la misma son las que se citan en la tabla 9. Estos tipos de roscas pueden modificarse con autorización previa del Ministerio de Ciencia y Tecnología y para casos de utilización concretos.

### Acoplamiento de salida para válvulas

Con el fin de normalizar los acoplamiento-

**ACOPLAMIENTOS DE VÁLVULA**

Denominación Usual	Acoplamiento de Válvula a Botella					Cuello de la Botella		
	D	D <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	L <sub>2</sub>	CONICIDAD	HILOS / 1"	Perfiles
DIN 477	19,8	17,40	21	19,2	17	6°52'	14	W
DIN 477	28,8	25,80	26	27,8	22	6°52'	14	W
DIN 477	31,3	28,30	26	30,3	22	6°52'	14	W
DIN 2999	39,05	37,17	30	37,5	34	3°35'	11	W

**ACOPLAMIENTOS DE SALIDA PARA VÁLVULAS**

TIPO	RACOR	Ø	PASO	ROSCA	SR	MODELO	GAS
A	—	—	—	E	—	ACETILENO	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>
B	M	30	1,75	M	D	AIRE COMP	AIRE
C	M	21,7	1,814	M	D	INERTES	Ar, N <sub>2</sub> ...
C	M	21,7	14h/1"	W	D	INERTES	Ar, N <sub>2</sub> ...
E	M	21,70	1,814	M	I	INFLAMABLES	CH <sub>4</sub>
E	M	21,70	14h/1"	W	I	INFLAMABLES	H <sub>2</sub>
F	H	22,91 (5/8")	14h/1"	W	D	OXÍGENO	O <sub>2</sub>
G	H	26,00	1,5	M	D	COMBURENTE	H <sub>2</sub>
H	H	22,91 (5/8")	14h/1"	W	I	ACETILENO	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>
H	H	26,44 (3/4")	14h/1"	W	D	ACETILENO	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>
J	M	25,40	8h/1"	W	D	CORR-TOXICO	HCl
K	M	26,10	14h/1"	W	I	MUY CORROS	F <sub>2</sub>
M	M	19,00	1,5	M	I	MEZ. TÉC./CAL	
S	M	22,91 (5/8")	14h/1"	W	D	SULFUROSO	SO <sub>2</sub>
T	M	31,75	7h/1"	W	D	BOTELLÓN CLORO	Cl <sub>2</sub>
U	M	16,66 (3/8")	19h/1"	W	D	PROTOX NIT	N <sub>2</sub> O
X <sub>1</sub>	M	31,75	7h/1"	W	D	CLOROFUOR	
X <sub>2</sub>	M	33,25	11h/1"	W	D	CLOROFUOR	
Z1		16	1,5	M	D	BOT. POPULAR	BUTANO
Z2		13,916	18h/1"	W	D	BOT. POPULAR	BUTANO
Z3		16,66 (3/8")		GAS	D	BOT. POPULAR	BUTANO

tos de las válvulas a los equipos de manorreductores o canalizaciones específicas a cada gas o familia de gases, así como para prevenir los posibles accidentes motivados por el uso inadecuado o inadvertido de los gases contenidos en las botellas, se han establecido los diferentes tipos de acoplamiento que se muestran en la tabla (ver norma 3 de la ITC-MIE-AP-7 del anterior RD 1244/1979) y que coincide plenamente con lo prescrito en el Anexo I sobre acoplamientos de salida para gases de la ITC-EP-6 del RD 2060/2008.

<b>ACOPLAMIENTOS PARA LA SALIDA/ENTRADA EN FASE LÍQUIDA Y VENDEO PARA BOTELLONES CRIOGÉNICOS CON MÁS DE UNA SALIDA</b>					
<b>GAS LICUADO</b>	<b>RACOR</b>	<b>Ø</b>	<b>PASO</b>	<b>ROSCA</b>	<b>SR</b>
OXÍGENO	M	24	1,5	M	D
NITRÓGENO	M	19,05	16h/1"	W	D
DIÓXIDO DE CARBONO	H	19,05	16h/1"	W	D
ÓXIDO NITROSO	H	16,66	19h/1"	W	D
ARGÓN	M	26	2	M	D

Acoplamiento para salida de gas. Ver Tabla acoplamientos de salida para válvulas

## **Almacenamiento**

Los almacenes se agrupan en CINCO clases en función de las características de los gases y de las cantidades almacenadas de los mismos, según la ITC-MIE-APQ-5 del RD 379/2001 Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos, que establece para cada una de las clases: cómo se debe efectuar su almacenamiento, las características de los locales y su construcción (distancias de seguridad, RF de los muros, defensa contra incendios, ventilación, instalación eléctrica, etc.).

En el almacenamiento de botellas de gases algunas de las medidas básicas son:

- Prohibición de ubicación en locales subterráneos.
- Lugares bien ventilados (superficie de ventilación  $\geq 1/18$  de la superficie de almacenamiento).
- Instalación eléctrica antideflagrante.
- Separación de botellas llenas y vacías y entre gases incompatibles.
- Identificación de cada gas.
- Protecciones contra incendios de acuerdo con la cantidad almacenada.
- Recinto propio para almacenes de categoría 3, 4 y 5.

Los principales riesgos que pueden darse en la utilización de botellas de gases son:

- Caída de botellas al manipular o cargar/descargar las botellas durante su transporte o utilización.
- Atrapamiento de extremidades en la manipulación manual de botellas.
- Intoxicación por inhalación de gases (tóxicos y/o corrosivos) por fuga del contenido de las botellas.
- Sub-oxigenación, por fuga de gas no respirable.
- Incendio y/o explosión de gases, por fugas de gases inflamables y presencia de focos de ignición.
- Explosión de botellas de gases a presión, a causa de exposición de las mismas a altas temperaturas, golpes, etc.

Las medidas preventivas más importantes a tener en cuenta durante la utilización y manipulación de botellas de gases son:

- Transportar las botellas en carretillas adecuadas.
- Utilizar guantes y calzado de protección adecuados.
- Sujetar las botellas con cadenas a las paredes o a baterías fijas para impedir su caída.
- No forzar las válvulas. Si no abre con facilidad, devolver la botella al proveedor.
- No forzar nunca la rosca de acoplamiento de la válvula de la botella, ni utilizar acoplamientos intermedios. Cada acoplamiento es específico para un gas o familia de gases.
- Utilizar sólo manorreductores apropiados al gas contenido en la botella y en buen estado.
- No someter nunca las botellas a sobrecalentamientos, ni dejarlas próximas a un foco de calor, ni golpearlas.
- Verificar siempre la ausencia de fugas en las roscas de las botellas y equipos antes de ponerlos en servicio y periódicamente durante el mismo, utilizando sistemas seguros y adecuados para la detección.
- En caso de supuesta fuga de gases en lugar cerrado o confinado, no acceder al mismo sin antes haber efectuado la detección de los niveles de contaminantes y/o oxígeno con sistemas de detección adecuados y fiables.
- Cerrar siempre la válvula cuando no se utilice la botella, aun en el caso de que ésta esté vacía.
- No utilizar botellas fuera del plazo máximo de prueba periódica. En este caso, devolver la botella al proveedor.
- No vaciar del todo las botellas, dejar aproximadamente un 5% del contenido para prevenir posibles contaminaciones de la botella por retroceso de productos.

## **Riesgos y medidas preventivas básicas**

ANTE CUALQUIER ANOMALÍA  
CONTACTAR CON EL SUMINISTRADOR  
DE GASES

## **Inspecciones y pruebas de las botellas** *Previas al llenado*

Previamente a proceder a su llenado y cada vez que se vaya a efectuar el mismo, el personal encargado de dicha operación revisará:

- Control de marcas (fijas y etiquetado)
- Comprobación de colores
- Control de corrosiones o elementos extraños, mediante el sonido
- Control visual externo
- Inspección de la válvula
- Control de estanqueidad y fugas

Según el artículo 9 del capítulo III de la nueva normativa ITC-EP-6, antes de proceder a la recarga de un recipiente, deberá comprobarse que se cumplen los requisitos que le sean de aplicación y en particular lo dispuesto en esta ITC, así como que dispone de las condiciones adecuadas de uso.

### *Periódicas*

Cada 5 o 10 años, según la naturaleza del gas contenido. Las inspecciones periódicas se han regido según la norma 7 de la ITC-MIE-AP7, siguiendo los plazos de periodicidad marcados en el correspondiente ADR. Estas pruebas se debían efectuar por los proveedores de gases, por el fabricante de las botellas y botellones o bien por una Entidad Colaboradora de la Administración (ECA) facultada para la aplicación del Reglamento de Aparatos a Presión. El personal o entidad legalmente autorizada para efectuar estas pruebas debía realizar:

- Control de sonido
- Inspección visual externa
- Prueba de presión
- Inspección de la rosca
- Inspección visual interna
- Control de peso
- Inspección ultrasónica
- Control de marcas grabadas
- Control de estanqueidad y fugas
- Inspección de la válvula
- Comprobación de los colores de identificación

Actualmente las inspecciones periódicas están reguladas según el artículo 6 de la ITC-EP-6, que indica que se realizarán conforme a lo establecido en el artículo 5 del RD 222/2001. El organismo de control u organismo notificado examinará todos y cada uno de los equipos a presión transportables y efectuará las pruebas adecuadas de conformidad con lo establecido en los anexos ADR/2009 y RID

2009 a fin de comprobar que los equipos cumplen con los requisitos exigidos. En el ADR los gases son mercancías de la Clase 2 y en el punto 4.1.6.10 se indica que los recipientes a presión recargables deberán ser objeto de inspecciones periódicas de acuerdo con lo dispuesto en 6.2.1.6 para los recipientes recargables que no sean recipientes criogénicos y 6.2.3.5 para los recipientes criogénicos cerrados y con la instrucción de embalaje P200 o P203, según el caso.

En el punto 6.2.1.6 Control y pruebas periódicas se indica que los recipientes a presión recargables, que no sean recipientes criogénicos, deberán someterse a controles y pruebas periódicas efectuadas por un organismo de control autorizado (OCA) por la autoridad competente de acuerdo con las disposiciones siguientes:

- a) Examen del estado exterior del recipiente a presión y verificación del equipo y de las marcas.
- b) Examen del estado interior del recipiente a presión (por ejemplo: inspección interna, verificación del espesor mínimo de las paredes, etc).
- c) Revisión de las roscas, si hay evidencias de corrosión o si se han desmontado los accesorios.
- d) Una prueba de presión hidráulica y, en caso necesario, control de las características del material mediante ensayos apropiados.
- e) Revisión del equipo de servicio, otros accesorios y dispositivos de descompresión, si tienen que volver a ponerse en servicio.

Con la aprobación de la autoridad competente se puede sustituir la prueba hidráulica por una prueba mediante un gas, cuando dicha operación no represente ningún peligro o por un método equivalente basado en ensayos de emisión acústica, ensayos ultrasónicos o una combinación de ambos.

Para la revisión de botellas de acetileno, sólo se requieren los controles especificados en a), c) y e) de 6.2.1.6. Además, se deberá examinar el estado de la materia porosa (por ejemplo: fisuras, espacio vacío en la parte superior, aflojamiento o asentamiento).

Como complemento a lo anterior según se indica en el punto 6.2.3.5 con el acuerdo de la autoridad competente del país que emita la aprobación del tipo, la prueba de presión hidráulica de cada botella de acero destinada al transporte de gases del N° ONU 1965, hidrocarburos gaseosos licuados en mezcla, n.e.p. (no especificados en otra parte), con una capacidad inferior a 6,5 litros, se puede sustituir por otra prueba que garantice un nivel de seguridad equivalente.

Los recipientes criogénicos cerrados deberán someterse a control y pruebas periódicas por un organismo de control autorizado (OCA) por la autoridad competente, de acuerdo con la periodicidad

dad que se indica en la instrucción de embalaje P203 del punto 4.1.4.1 del ADR, para verificar el estado exterior, estado y funcionamiento de los dispositivos de descompresión y se someterá a una prueba de estanquidad al 90% de la presión máxima de servicio. La prueba de estanquidad deberá llevarse a cabo con el gas que contenga el recipiente a presión o con un gas inerte. Deberá realizarse la revisión mediante un manómetro o por medición del vacío. No se necesita quitar el aislamiento térmico.

---

**Controles  
periódicos**

Los recipientes recargables deben superar inspecciones periódicas efectuadas según las disposiciones de 6.2.1.6 y 6.2.3.5, respectivamente.

La frecuencia de estos controles y pruebas periódicas se deberá hacer según la instrucción de embalaje P200 del punto 4.1.4.1 del ADR/2009.

Si en las disposiciones particulares no figura ninguna disposición especial para determinadas materias, las inspecciones periódicas deberán tener lugar:

- a) Cada cinco años para los recipientes destinados al transporte de gases de los códigos de clasificación 1T (Gas comprimido Tóxico), 1TF (Gas comprimido Tóxico Inflamable), 1TO (Gas comprimido Tóxico Comburente), 1TC (Gas comprimido Tóxico Corrosivo), 1TFC (Gas comprimido Tóxico Inflamable Corrosivo), 2T (Gas licuado Tóxico), 2TO (Gas licuado Tóxico Comburente), 2TF (Gas licuado Tóxico Inflamable), 2TC (Gas licuado Tóxico Corrosivo), 2TFC (Gas licuado Tóxico Inflamable Corrosivo), 2TOC (Gas licuado Tóxico Comburente Corrosivo), 4A (Gas disuelto Asfixiante), 4F (Gas disuelto Inflamable), 4TC (Gas disuelto Tóxico Corrosivo).
- b) Cada cinco años para los recipientes a presión destinados al transporte de materias de otras clases
- c) Cada diez años para los recipientes destinados al transporte de gases de los códigos de clasificación 1A (Gas comprimido Asfixiante), 1O (Gas comprimido Comburente), 1F (Gas comprimido Inflamable), 2A (Gas licuado Asfixiante), 2O (Gas licuado Comburente) y 2F (Gas licuado Inflamable).

La simbología de los códigos de clasificación está descrita en los puntos 2.2.2.1.2 y 2.2.2.1.3 del apartado 2.2.2 Clase 2 Gases del ADR/2009.

Las inspecciones periódicas de los recipientes a presión de materiales "composite" (compuestos de resinas) deberán efectuarse a intervalos determinados por la autoridad competente del Estado miembro de la parte contratante del ADR que haya homologado el código técnico de diseño y construcción



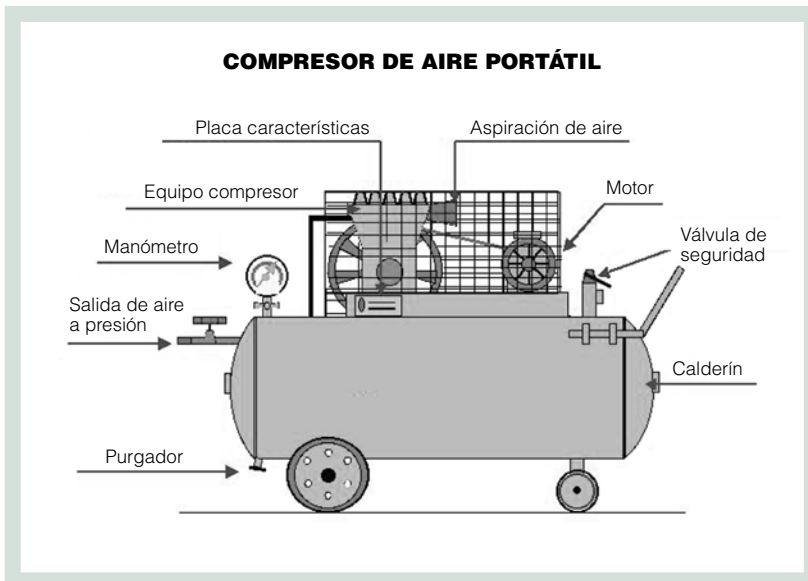
## INSTALACIONES DE AIRE COMPRIMIDO

El aire comprimido es aquel que se obtiene mediante un equipo mecánico, llamado compresor, que toma el aire contenido en la atmósfera, lo succiona, lo filtra y lo comprime, almacenándolo para su utilización a presión en un recipiente denominado acumulador o calderín. El compresor, en función de sus características, debía cumplir con el Reglamento de Máquinas y su calderín, con la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP-17 del RD 1244/99 (RAP) o con el de recipientes simples.

Las instalaciones de aire comprimido pueden ser de los siguientes tipos:

- Fijas: cuando el grupo de compresión y su calderín forman parte de una instalación de producción o por sus características necesitan una instalación permanente. El grupo compresor puede estar físicamente alejado del calderín y, dependiendo de sus características, el sistema de refrigeración del equipo se efectúa generalmente por sistemas de intercambiadores térmicos. Precisan un proyecto de instalación si el producto  $P \times V > 7,5 \text{ bar} \times \text{m}^3$ . Si el producto es menor, sólo se requería el certificado del fabricante en el que se incluían los datos correspondientes a las características generales del aparato y los datos del fabricante o, en su caso, del importador del equipo.
- Portátiles: cuando el grupo compresor y el calderín forman un conjunto que por sus dimensiones u operatividad precisa poder ser desplazado al lugar de utilización.

Los compresores de aire comprimido, que se rigen por la nueva



normativa del RD 2060/2008 no tienen una ITC particular. Según el RD 769/1999 se clasifican en el Grupo II de fluidos no peligrosos y en la categoría que corresponda según la presión en bar y el volumen del calderín en litros.

### **Riesgos y medidas preventivas en las instalaciones de aire comprimido**

Agruparemos los riesgos y medidas preventivas de las instalaciones de aire comprimido en función de las partes principales citadas anteriormente.

#### *Acumuladores y tuberías de distribución*

##### A) Riesgos:

- Rotura o explosión de los equipos por:
  - Sobrepresión por incendio exterior.
  - Fallos de los dispositivos de seguridad.
  - Corrosiones generalizadas del acumulador por agua aceitosa
  - Fallos en las soldaduras de unión por vibraciones, fatiga de materiales o deficiente ejecución de las mismas.
  - Fugas de aire a presión.
  - Taponamientos por acumulación de materias desecantes en las conducciones o acumulación de partículas en los filtros.
- Ruido de los escapes de aire comprimido en venteos de las válvulas de seguridad y por rotura de canalizaciones y/o equipos

##### B) Medidas preventivas:

- Válvulas de seguridad de capacidad y presión adecuada de descarga al caudal máximo del compresor .
- Dimensionado de las canalizaciones para evitar pérdidas de carga entre el acumulador y el punto de consumo superiores al 5% de la presión de trabajo del mismo.
- Manómetros de presión interna en el acumulador.
- Sistemas de drenaje, generalmente automático, para los condensados.
- Colocación de sistemas de filtrado de entrada al acumulador y en la tubería de distribución principal.
- Refrigerador, ya que al comprimir el aire, éste se calienta.
- Montaje de las canalizaciones, uniones y derivaciones anclándolas en superficies resistentes, protegidas contra la acción de elementos agresivos.
- Instalar silenciosos en los escapes de las válvulas de seguridad
- Se deberán proteger de las posibles proyecciones debido a la ruptura de las conexiones de las herramientas neumáticas u otros elementos a los que estén conectados.
- Revisión semanal del estado de la instalación (conservación, funcionamiento, fugas, etc.) y limpieza de los elementos de filtro.

- Mantenimiento periódico de todos los elementos.
- En la utilización de herramientas accionadas por aire comprimido está formalmente prohibida la limpieza de personas, ropas o prendas con aire a presión, por el elevado riesgo que conlleva la proyección de partículas o el propio aire a presión, en especial para los ojos y los orificios anatómicos.

RECUERDE SIEMPRE EFECTUAR UNA LIMPIEZA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS DEL COMPRESOR Y NO LIMPIARSE NI LIMPIAR NUNCA CON EL AIRE A PRESIÓN

### *Compresores de aire*

Aunque los compresores no se encuentran incluidos en el RD 769/1999 de Aparatos a Presión, dado que existen muchos modelos de uso generalizado, se incluyen en este apartado los riesgos que pueden darse en la utilización de grupos compresores y algunas medidas preventivas que deben observarse.

#### A) Riesgos:

- Explosión por sobrepresión a causa de:
  - Corrosiones de partes a presión.
  - Fallo de los sistemas de seguridad y/o control.
  - Incendio exterior.
  - Sobrecalentamientos por intercambiadores de calor, cegados por suciedad.
  - Bloqueo de los separadores intermedios de condensados por acumulación de aceites.
  - Corrosión en los separadores y secadores de aire por acumulación de agua.
- Incendio por sobrecalentamiento de los depósitos de carbonilla en el interior de los cilindros de compresión.
- Ruido:
  - Del motor del compresor.
  - De los escapes de aire comprimido en venteos de las válvulas de seguridad y/o por rotura de canalizaciones y/o equipos.

#### B) Medidas preventivas:

- Irán dotados de una o varias válvulas de seguridad con capacidad de descarga correspondiente al caudal máximo del compresor, situadas en cada etapa del compresor y en los enfriadores, si procede.
- Dispondrán de manómetros para la indicación de la presión del aire y del aceite, en su caso tanto en los compresores como en los enfriadores.
- Dispondrán de termostatos para la protección del compresor contra sobrecalentamientos del aire de entrada y/o del aceite de lubricación.
- Dispondrán de tapones fusibles para la prevención de los so-

brecalentamientos en compresores medianos y grandes.

- Se limpiaran los filtros de entrada y superficies de intercambio térmico.
- Se repondrá y sustituirá periódicamente el aceite de lubricación siguiendo las instrucciones del fabricante.
- La zona de instalación del compresor se mantendrá en perfecto estado de limpieza y no se almacenará nada en las inmediaciones.
- Se instalarán purgadores, generalmente automáticos, para los condensados.
- Se carenará el grupo compresor con paneles absorbentes del ruido.
- Se instalarán silenciosos en los escapes de las válvulas de seguridad y venteos.
- Se efectuará un mantenimiento periódico siguiendo las instrucciones específicas del fabricante de los equipos.
- Los aparatos deberán incorporar dispositivos de limpieza en función de su diámetro exterior y deberán estar dotados de un sistema de purga, preferentemente automático, que permita la evacuación de los condensados.
- Entre la salida de la culata del compresor y el depósito del acumulador o la instalación de aire comprimido existirá un dispositivo adecuado para refrigerar y eliminar el aceite del aire comprimido.

### **Inspecciones y pruebas**

Las inspecciones y pruebas periódicas de los compresores y sus recipientes de aire comprimido han estado reguladas por la ITC-MIE-AP17, según lo siguiente:

#### *Primera prueba*

Se debían someter a examen y prueba de presión hidrostática antes de su puesta en funcionamiento por vez primera. La presión de la prueba hidrostática ( $P_p$ ) era 1,5 veces la presión de diseño o alternativamente:

$$P_p = 1,3 \times \frac{\sigma_p}{\sigma_d} \times P_d$$

siendo  $P_d$  la presión de diseño,  $\sigma_p$  la tensión admisible en las condiciones de prueba y  $\sigma_d$  la tensión admisible en las condiciones de diseño.

#### *Inspección y prueba periódica*

Como mínimo cada 10 años y por parte de un Organismo de Control Autorizado, se debía someter a estos aparatos a:

- Inspección visual interior.
- Inspección visual exterior.
- Prueba de presión (a la misma presión que la 1ª prueba).

Es responsabilidad del usuario el hacer revisar los equipos de su propiedad, dentro de los plazos legalmente establecidos.

### *Revisiones*

Anualmente el usuario del equipo debe:

- Limpiar interiormente los equipos de los restos de aceite y carbonilla.
- Revisar interior y exteriormente el estado de los equipos.
- Revisar los equipos de seguridad.

Actualmente estas inspecciones y pruebas periódicas y los agentes o entidades que pueden realizarlas están indicados en el Anexo III del RD 2060/2008. Los recipientes de aire comprimido cuyo producto de la presión máxima de servicio en bar por el volumen en litros sea menor de 5.000 podrán realizarse por las empresas instaladoras de equipos a presión.



En el ámbito de los Equipos de Protección Individual (EPI) la Unión Europea (UE) ha desarrollado legislación bajo un doble enfoque: por un lado, disposiciones dirigidas a los fabricantes o a sus representantes legalmente establecidos en la Comunidad que regulan su comercialización y libre circulación; por otro, disposiciones dirigidas a los empresarios que regulan la utilización de los EPI.

En el primero de dichos ámbitos, la legislación europea ha sido transpuesta a la legislación española a través del RD 1407/1992 y su aplicación es plenamente vigente desde el 30 de junio de 1995.

A fin de que el fabricante de EPI tenga una referencia aplicable y reconocible por todos los Estados miembros de la UE sobre el cumplimiento de los requisitos esenciales de seguridad y salud aplicables al diseño y fabricación de los mismos, se están elaborando por parte del Comité Europeo de Normalización (CEN) normas armonizadas. Es decir, normas técnicas de carácter voluntario que sirven para dar cumplimiento a exigencias esenciales de salud y seguridad recogidas en alguna directiva europea. La legislación reconoce presunción de conformidad al EPI que se haya fabricado con arreglo a estas normas.

La normativa de comercialización establece las siguientes condiciones:

- los requisitos de diseño y construcción que deben cumplir los EPI;
- la información (folleto informativo) de que deben ir acompañados;
- otras condiciones de carácter administrativo sobre el marcado de los EPI y sobre las declaraciones o certificados que debe aportar el fabricante.

En lo referente a las disposiciones dirigidas a los empresarios que regulan la utilización de los EPI, la directiva en este ámbito ha sido transpuesta a la legislación española a través del RD 773/1997 de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de EP.

Este RD define los Equipos de Protección Individual como *“cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos, que puedan amenazar su seguridad o su salud en el trabajo, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin”*.

Se excluye de la definición, entre otras cosas, la ropa de trabajo corriente, pero no la que ofrece protección frente a algún riesgo estudiado.

Es importante establecer un principio de utilización de dichos equipos que, además de conocido y ampliamente difundido y aplicado con criterios técnicos, está recogido actualmente por la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL), en su art. 17 y asimismo en el art. 4 del citado RD, y es de obligada observancia y cumplimiento por parte del empresario:

*“Los EPI deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o no puedan limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo”*.

Este criterio de utilización de la protección individual la convierte en una medida de carácter excepcional a la que tan sólo se debe recurrir cuando se han agotado todas las vías alternativas que preceptivamente se deben implantar con carácter prioritario para eliminar el riesgo.

También debe contemplarse el uso de EPI como complemento de otras actuaciones que, tras haber sido implantadas, no garantizan un control suficiente de la situación de riesgo y asimismo, provisionalmente, mientras se adoptan las medidas correctoras colectivas. Por último, su uso está también previsto en situaciones de rescate, emergencia o autosalvamento.

EL EPI, QUE CONSTITUYE LA ÚLTIMA BARRERA ENTRE EL TRABAJADOR Y EL RIESGO, TAN SÓLO DEBE USARSE CUANDO ÉSTE NO SE HA PODIDO CONTROLAR MEDIANTE PROTECCIONES COLECTIVAS O MEDIDAS ORGANIZATIVAS

En estos supuestos excepcionales en que se debe acudir a los EPI como última medida a tomar para eliminar las consecuencias de la situación de riesgo o, en su defecto, para disminuir la gravedad de las mismas, la LPRL, en su art. 29 y el RD 773/1997 en su art. 10 obligan a los trabajadores a *“utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario, de acuerdo con las instrucciones recibidas de éste”*.



## GESTIÓN DE LOS EPI

Antes de la implantación de un equipo de protección individual como medida de protección frente a una determinada situación de riesgo, se deben analizar una serie de aspectos con el fin de que la adecuación de la medida de protección sea lo más acertada posible. Entre los aspectos a analizar cabe destacar los siguientes:

Como ya se ha dicho, debe estudiarse en primer lugar la posibilidad de eliminar la situación de riesgo mediante el empleo de técnicas de protección colectiva u otras medidas de carácter organizativo. La necesidad de acudir a la protección personal como medida de protección frente a una situación de riesgo viene determinada por una serie de condicionantes de tipo técnico-económico.

Como condicionantes técnicos hay que señalar la imposibilidad de instalar protección colectiva y la existencia de un riesgo residual tras haber instalado una protección colectiva.

Son condicionantes de tipo económico la repercusión de la protección colectiva en el ritmo de la producción, el elevado costo de instalación de la protección colectiva en situaciones de riesgo que se presentan muy ocasionalmente o en situaciones de riesgo de escasa entidad. Frente a estos condicionantes de tipo económico, tan sólo es admisible acudir a la opción de usar EPI, si con su empleo puede alcanzarse un grado de protección óptimo.

### Necesidad de uso

Una vez consideradas y agotadas todas las posibilidades de protección mediante medidas de seguridad colectivas, técnicas u organizativas, si se ha optado por un EPI como única medida de protección o como complemento de otras medidas para proteger a los trabajadores contra ciertos riesgos residuales, el empresario antes de seleccionar un determinado equipo tiene la obligación de proceder a una minuciosa apreciación de sus características para evaluar en qué medida cumple con los requisitos exigibles. Entre ellas cabe señalar:

### Selección del EPI

- Grado necesario de protección que precisa una situación de riesgo.
- Grado de protección que ofrece el equipo frente a esa situación.
- Ser adecuado a los riesgos contra los que debe proteger, sin constituir, por sí mismo, un riesgo adicional.
- Evitar que el EPI interfiera en el proceso productivo.
- Tener en cuenta las exigencias ergonómicas y de salud del trabajador.
- Adecuarse al usuario, tras los ajustes requeridos.
- Contemplar la posible coexistencia de riesgos simultáneos.

El EPI elegido debe contemplar todas estas exigencias y adecuarse a las mismas. Así mismo, y en cumplimiento del mandato legal contenido en la LPRL y en el propio RD 773/1997, se deberá consultar a los trabajadores, permitir su participación y oír y valorar sus propuestas en materia de selección de los EPI más adecuados frente a la situación de riesgo de la que deban protegerse.

### **Adquisición de los EPI**

Tras la selección del EPI con los criterios expuestos, se han de examinar las disponibilidades que el mercado ofrece a fin de que se ajusten a las condiciones y prestaciones exigidas. No deben surgir dudas sobre si el EPI servirá, resistirá, será suficiente,...

Para garantizar su idoneidad y su calidad (material, construcción, resistencia, etc.) la Administración, a través del Real Decreto 1407/1992 en transposición de la Directiva 89/686/CEE, exige como requisito indispensable para que un EPI pueda importarse, comercializarse y ponerse en servicio “que garantice la salud y la seguridad de los usuarios, sin poner en peligro la salud ni la seguridad de las demás personas”. Para ello, todo EPI debe cumplir las exigencias esenciales de salud y seguridad que se le fijan.

### **TODOS LOS EPI DEBERÁN DISPONER DEL MARCADO CE**

El fabricante de un EPI y/o su mandatario en la UE, cuando el EPI satisfaga las citadas exigencias, lo comercializará identificado con el marcado “CE”. El marcado “CE” se colocará en cada EPI fabricado de forma visible, legible e indeleble durante el período de duración previsible de dicho EPI. No obstante, si ello no fuera posible debido a las características del producto, el marcado “CE” se colocará en el embalaje. Gracias a ello el usuario podrá saber qué EPI de los existentes en el mercado cumple con las exigencias esenciales de salud y seguridad.

Asimismo, el fabricante tiene la obligación de elaborar y entregar al usuario, y por tanto éste tiene el derecho a exigirlo si no se le entrega, un folleto informativo con información útil sobre la correcta utilización y conservación del equipo. Este folleto de información estará redactado de forma precisa, comprensible y, por lo menos, en la o las lenguas oficiales del Estado miembro destinatario.

### **Normalización interna de uso**

Una vez seleccionados y adquiridos los equipos más adecuados y previamente a su distribución, se deben normalizar por escrito todos aquellos aspectos tendentes a velar por el uso efectivo de los mismos y a optimizar su rendimiento. Para ello se deberá informar de manera clara y concreta sobre:

- a) En qué zonas de la empresa o en qué tipo de operaciones es preceptivo el uso de un determinado EPI.
- b) Instrucciones para su correcto uso.
- c) Limitaciones de uso, caso de que las hubiera.
- d) Instrucciones de almacenamiento, limpieza, conservación,...
- e) Fecha o plazo de caducidad del EPI o sus componentes si la tuvieran o criterios de detección del final de su vida útil cuando los hubiere.

Para reforzar la obligatoriedad de uso, la normalización podrá hacer referencia a las disposiciones legales al respecto y a las sanciones en caso de incumplimiento.

EL EMPRESARIO NO SÓLO DEBE PROPORCIONAR LOS EPI A LOS TRABAJADORES QUE LO NECESITEN, SINO QUE ADEMÁS DEBE VELAR POR SU USO EFICAZ. LA NORMALIZACIÓN INTERNA DE USO LE AYUDARÁ A CONSEGUIRLO

Los EPI están destinados a un uso personal y por consiguiente su distribución debe ser personalizada. Ello es así no sólo por imperativo legal, sino también por criterios de eficacia en el uso y en la gestión de los mismos. Por ello, los EPI, para ser eficaces, deben ajustarse a las características anatómicas de cada trabajador y ello debe tenerse presente previamente a su adquisición.

La normalización interna de uso a la que se ha hecho referencia debe ser personalizada. Cada usuario debe ser instruido sobre las características de los equipos que se le entregan.

Así mismo, cada usuario debe ser responsable del mantenimiento y conservación del equipo que se le entrega, siguiendo las indicaciones que al respecto se le han dado. Ello tan sólo es posible si la asignación de equipos es personalizada y se establece un mecanismo de seguimiento y control.

## Distribución

Cumpliendo con las obligaciones en materia de información y formación a los trabajadores del RD 773/1997, el empresario deberá informar a los trabajadores, previamente al uso de los equipos, de los riesgos contra los que les protegen, así como de las actividades u ocasiones en las que deben utilizarse.

Asimismo, deberá proporcionarles instrucciones, preferentemente por escrito y en términos que resulte comprensible para los trabajadores, sobre la forma correcta de utilizarlos y mantenerlos.

Las instrucciones y documentación facilitados por el fabricante estarán a disposición de los trabajadores. En aquellas situaciones en las que se considere conveniente se organizarán actividades formativas prácticas, tales como sesiones de entrenamiento para la utilización de EPI, especialmente cuando se requiera la utilización simultánea de varios EPI de especial complejidad.

## Información y formación

### **Mantenimiento y limpieza**

Debe garantizarse en todo momento que la utilización, el almacenamiento, el mantenimiento, la limpieza, la desinfección cuando proceda, y la reparación de los EPI, se efectuará de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

### **Supervisión**

La intervención del Servicio o del Técnico de Prevención en todo el proceso, desde la elección hasta la correcta utilización o conservación, es imprescindible de cara a conseguir resultados óptimos del equipo necesario frente a una situación de riesgo.

En particular, el Servicio de Prevención debe estar al corriente de los problemas que se presenten en la utilización de protecciones personales y de la forma correcta de utilización. Debe cuidar asimismo que no se toleren excepciones en las zonas en que su utilización sea obligada.

## **CLASIFICACIÓN DE LA PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

Los EPI a efectos de su comercialización según el Art. 7 del RD 1407/1992, se clasifican en tres categorías en función del riesgo frente al que protegen:

**Categoría I:** Los modelos de EPI, en que debido a su diseño sencillo, el usuario pueda juzgar por sí mismo su eficacia contra riesgos mínimos, y cuyos efectos, cuando sean graduales, puedan ser percibidos a tiempo y sin peligro para el usuario.

Son los EPI que tengan por finalidad proteger al usuario entre otros de:

- Las agresiones mecánicas cuyos efectos sean superficiales (guantes de jardinería, dedales, etc.).
- Los productos de mantenimiento poco nocivos cuyos efectos sean fácilmente reversibles (guantes de protección contra soluciones detergentes diluidas, etc.).

**Categoría II:** EPI que no estén clasificados como categoría 1 ni como categoría 3.

Por ejemplo calzado de seguridad y guantes de protección contra riesgos mecánicos.

**Categoría III:** EPI de diseño complejo, destinados a proteger al usuario de todo peligro mortal o que puede dañar gravemente y de forma irreversible la salud, sin que se pueda descubrir a tiempo su efecto inmediato.

Al igual que en el caso de la categoría I, entran exclusivamente en esta categoría III los equipos que se detallan en el citado Art. 7 del RD. Entre otros:

- EPI de protección respiratoria filtrantes
- EPI contra las caídas de altura

Los EPI para poder comercializarse deben cumplir con los requisitos que se resumen en la tabla.

EL cumplimiento de estos requisitos se manifiesta mediante el marcado CE. En el caso de los EPI de las categorías I y II el marcado estará constituido por el logotipo de las siglas «CE» y cuando se trate de EPI de categoría III el marcado será igual al de los EPI de categorías I y II, más el número distintivo de cuatro dígitos del organismo de control notificado para el control de la fase de producción.

Los medios de protección individual según la protección que ofrecen se pueden clasificar en parciales o integrales.

Los *medios parciales* de protección son aquellos que protegen al individuo frente a riesgos que actúan preferentemente sobre partes o zonas concretas del cuerpo. Pueden estar destinados para proteger el cráneo, la cara y el aparato visual, el aparato auditivo, las extremidades superiores, las extremidades inferiores o el aparato respiratorio.

Los *medios integrales* de protección son aquellos que protegen al individuo frente a riesgos que no actúan sobre partes o zonas determinadas del cuerpo. Los más utilizados son la ropa de protección, las prendas de alta visibilidad, arnés anticaída y las protecciones frente al riesgo eléctrico.

### REQUISITOS DE CERTIFICACIÓN Y MARCADO (RD 1407/1992)

#### a) Para todas las categorías:

Antes de comercializar el EPI, el fabricante debe:

- reunir la documentación técnica que se indica en el Anexo III,
- elaborar declaración de conformidad de la producción según modelo del Anexo VI,
- marcado "CE" y folleto explicativo obligatorios.

#### b) Para categoría 1:

Autocertificación del fabricante.

#### c) Para categorías 2 y 3:

Precisan certificado CE de tipo, expedido por un organismo de control.

#### d) Para categoría 3:

La fabricación del EPI está sometida a la adopción por parte del fabricante de uno de los dos sistemas de garantía de calidad CE que se exponen en el art. 9 del Real Decreto 1407/1992.

La cabeza del operario puede verse agredida dentro del ambiente laboral por distintas situaciones de riesgo, entre las que cabe destacar los riesgos mecánicos (caída de objetos, golpes y proyecciones), los riesgos térmicos (metales fundidos, calor, frío, ...) y los riesgos eléctricos (maniobras u operaciones en tensión).

La protección del cráneo frente a estos riesgos se realiza por medio del casco de seguridad.

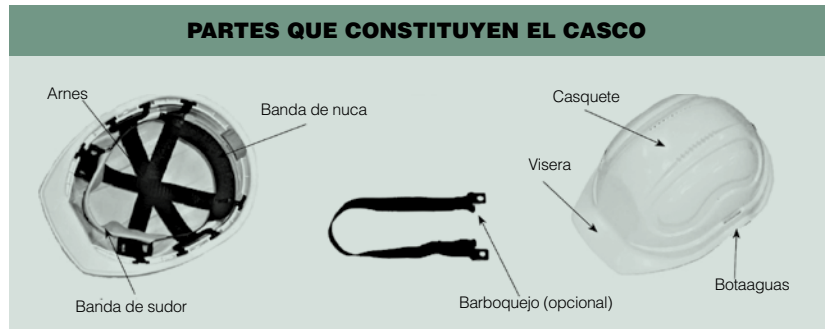
Un casco de seguridad (o de protección) es un conjunto destinado, fundamentalmente, a proteger al usuario contra choques, impactos y otros riesgos similares y de las consiguientes lesiones del cráneo, cerebro, cuello, etc.

Está formado por un elemento rígido (casquete) que define la forma general externa del casco, un arnés interior que sirve para sostenerlo y amortiguar la transmisión del impacto y por distintos

## Protección del cráneo

accesorios para su ajuste y sujeción a la cabeza. El arnés forma un conjunto, formado de diversas partes, normalmente unidas entre sí, que puede separarse del casquete para facilitar su limpieza.

Los materiales empleados en la construcción de los cascos suelen ser plásticos, polietileno, ABS y policarbonatos, para el elemento rígido (casquete); y polietileno y poliamidas, en forma de tiras flexibles, solas o combinadas con cintas textiles, para las diversas partes del arnés. En la figura, se muestran las partes descritas que integran un casco.



Estos elementos en su conjunto deben cumplir las siguientes condiciones:

- Limitar la presión aplicada al cráneo, distribuyendo la fuerza de impacto sobre la mayor superficie posible.
- Desviar los objetos que caigan, por medio de una forma adecuadamente lisa y redondeada.
- Disipar y dispersar la energía del impacto, de modo que no se transmita en su totalidad a la cabeza y al cuello.

Los cascos utilizados para trabajos especiales deben cumplir con los requisitos adicionales que precisen en función de los peligros frente a los que deban proteger. Entre otros, la protección frente a salpicaduras de metal fundido (industrias del hierro y del acero), la protección frente a contactos eléctricos, etc.

El Anexo III del Real Decreto 773/1997 muestra una lista indicativa y no exhaustiva de actividades y sectores de actividades que pueden requerir la utilización de cascos protectores. Son los siguientes:

- Obras de construcción y, especialmente, actividades en, debajo o cerca de andamios y puestos de trabajo situados en altura, obras de encofrado y desencofrado, montaje e instalación, colocación de andamios y demolición.
- Trabajos en puentes metálicos, edificios y estructuras metálicas de gran altura, postes, torres, obras hidráulicas de acero, instalaciones de altos hornos, acerías, laminadores, grandes contenedores, canalizaciones de gran diámetro, instalaciones de calderas y centrales eléctricas.

- Obras en fosas, zanjas, pozos y galerías.
- Movimientos de tierra y obras en roca.
- Trabajos en explotaciones de fondo, en canteras, explotaciones a cielo abierto y desplazamiento de escombreras.
- Utilización o manipulación de pistolas grapadoras.
- Trabajos con explosivos.
- Actividades en ascensores, mecanismos elevadores, grúas y medios de transporte.
- Actividades en instalaciones de altos hornos, plantas de reducción directa, acerías, laminadores, fábricas metalúrgicas, talleres de martilleo, talleres de estampado y fundiciones.
- Trabajos en hornos industriales, contenedores, aparatos, silos, tolvas y canalizaciones.
- Obras de construcción naval.
- Maniobras de trenes.
- Trabajos en mataderos.

Los principales riesgos causantes de lesiones en estas zonas de la cabeza son la proyección de partículas sólidas, la proyección de líquidos (cáusticos, corrosivos,...), la exposición a radiaciones nocivas y la exposición a atmósferas contaminadas. Los EPI de ojos y cara se pueden clasificar en dos grandes grupos: pantallas y gafas.

### **Protección de la cara y/o los ojos**

#### *Pantallas*

Las pantallas cubren la cara del usuario, preservándolo de las distintas situaciones de riesgo a que pueda verse sometido.

Las pantallas protectoras, según sus características intrínsecas, pueden clasificarse en pantallas de soldadores y pantallas faciales.

Las *pantallas de soldadores* pueden ser, según el sistema de sujeción, de mano o de cabeza. Su armazón está fabricado en materiales opacos a las radiaciones. Están equipadas con oculares filtrantes que deben impedir que las radiaciones lleguen al ojo en dosis capaces de causar efectos perjudiciales, permitiendo ver a su través el trabajo que debe ejecutarse.

Estas pantallas protegen también contra los posibles riesgos de impactos de partículas, empleando otros cristales de protección que completan la misión de la parte opaca de la pantalla. Los cristales de protección mecánica pueden ser de dos tipos: antecristales y cubrefiltros.

Los *cubrefiltros* tienen como misión preservar a los filtros de los riesgos mecánicos prolongando su vida. Se colocan entre el filtro en cuestión y la fuente origen de la proyección de partículas. Los antecristales

LA PROTECCIÓN OCULAR DEBE GARANTIZAR, CUANDO SEA NECESARIO, LA PROTECCIÓN DE PROYECCIONES QUE INCIDAN EN EL OJO POR SU ZONA INFERIOR, TEMPORAL O SUPERIOR

protegen los ojos del usuario de los riesgos derivados de las posibles roturas que pueda sufrir el filtro, así como de las partículas que se proyecten en la realización de operaciones en las que no se usa el ocular filtrante (descascarillado de la soldadura, etc.). Van situadas entre el filtro y los ojos del usuario.

Las pantallas faciales pueden ser de malla metálica, con visores de plástico, con tejidos aluminizantes o reflectantes, etc.

### *Gafas*

Las gafas tienen el objetivo de proteger los ojos del trabajador de aquellos riesgos derivados de su ocupación laboral. Desde el punto de vista de su montura se pueden agrupar en: gafas *tipo universal*, que pueden, aunque no necesariamente, ir provistas de protección adicional; gafas *tipo copa o cazoleta*, constituidas por dos piezas que, integrando el aro portaocular y la protección lateral, encierran cada ojo aisladamente; gafas *tipo máscara*, en las que la misma montura forma la protección adicional. Estas últimas suelen permitir que puedan usarse conjuntamente con gafas graduadas.

Las gafas de protección, para ser eficaces, requieren combinar, junto con unos oculares de resistencia adecuada, un diseño de montura o unos elementos adicionales adaptables a ella, a fin de proteger el ojo en cualquier dirección, sea ésta superior, inferior o por la zona temporal.

Se utilizarán oculares filtrantes, además de en soldadura, en todas aquellas operaciones con emisión de radiación infrarroja (hornos, laminaciones, fundición,...), radiación ultravioleta (lámparas germicidas, bactericidas, fotocopiadoras,...) y radiación láser.

El RD 773/1997, en su Anexo III, ofrece una lista indicativa y no exhaustiva de actividades y sectores de actividades que pueden requerir protección ocular o facial. Son:

- Trabajos de soldadura, esmerilado o pulido y corte.
- Trabajos de perforación y burilado.
- Talla y tratamiento de piedras.
- Manipulación o utilización de pistolas grapadoras.
- Utilización de máquinas que al funcionar levanten virutas en la transformación de materiales que produzcan virutas cortas.
- Trabajos de estampado.
- Recogida y fragmentación de vidrio y cerámica.
- Trabajo con chorro proyector de abrasivos granulados.
- Manipulación o utilización de productos ácidos y alcalinos, desinfectantes y detergentes corrosivos.
- Manipulación o utilización de dispositivos con chorro líquido.
- Trabajos con masas en fusión y permanencia cerca de ellas.
- Actividades en un entorno de calor radiante.



- Trabajos con láser.
- Trabajos eléctricos en tensión, en baja tensión.

Válida para proteger el oído contra el trauma sonoro producido por una exposición excesiva a un nivel sonoro dado. Los protectores auditivos se clasifican generalmente en tapones, orejeras y cascos anti-ruido.

El *tapón* protector se utiliza inserto en el canal auditivo externo, cerrando el mismo de forma hermética; las *orejeras* envuelven el pabellón externo del oído y constan de dos casquetes y un arnés de sujeción; los cascos *anti-ruido* cubren, además del pabellón externo del oído, parte de la cabeza. Estos últimos permiten reducir además la transmisión de ondas acústicas aéreas a la cavidad craneana, disminuyendo así la conducción ósea del sonido al oído interno.

El folleto informativo que debe acompañar el protector auditivo debe incluir, entre otros aspectos, las recomendaciones para que el usuario se asegure de que el EPI se coloque, se ajuste y se mantenga de acuerdo con las instrucciones del fabricante, se lleve permanentemente en los lugares ruidosos, y se revise regularmente para comprobar que esté en condiciones de uso.

La elección del protector auditivo conveniente precisa conocer las características del ruido en cuestión, para, una vez determinadas las frecuencias dominantes, proceder a la selección del equipo adecuado. Usar un protector auditivo no debe mermar la percepción del habla, de señales de peligro o alarma o de cualquier otro sonido o señal necesarios para el ejercicio correcto y seguro de la actividad.

Se tendrá en cuenta que en trabajos con polvo o suciedad existen riesgos de infección de oído, en especial cuando se usen tapones reutilizables o que en el caso de trabajos con altas temperaturas y/o humedad, el uso de orejeras puede resultar incómodo y ser más adecuados los tapones.

El RD 773/1997, en su Anexo III, ofrece una lista indicativa y no exhaustiva de actividades y sectores de actividades que pueden requerir la protección del aparato auditivo. Son:

- Utilización de prensas para metales.
- Trabajos que lleven consigo la utilización de dispositivos de aire comprimido.
- Actividades del personal de tierra en los aeropuertos.
- Trabajos de percusión.
- Trabajos de los sectores de la madera y el textil.

### Protección del aparato auditivo

LA PROTECCIÓN AUDITIVA PRECISA CONOCER, ADEMÁS DEL NIVEL DE RUIDO, LAS FRECUENCIAS DOMINANTES DEL MISMO PARA GARANTIZAR SU CORRECTA ATENUACIÓN

### **Protección de las extremidades superiores**

Las extremidades superiores del operario pueden verse sometidas en el desarrollo de un determinado trabajo a riesgos de diversa índole: mecánicos, eléctricos, químicos, térmicos,... Su protección se basa en el cubrimiento de la parte expuesta mediante el empleo de guantes, manoplas, mitones, manijas, dediles, manguitos, etc. Los materiales a utilizar deben ser los apropiados al riesgo concreto (tejido, cuero, caucho, malla metálica, etc.).

El RD 773/1997, en su Anexo III, ofrece una lista indicativa y no exhaustiva de actividades y sectores de actividades que pueden requerir la protección de brazos y manos, que relacionamos seguidamente en función del tipo de protección implicado.

*Manguitos y mangos protectores del antebrazo y del brazo:*

- Trabajos de deshuesado y troceado.

*Guantes:*

- Trabajos de soldadura.
- Manipulación de objetos con aristas cortantes, salvo que se utilicen máquinas con riesgo de que el guante quede atrapado.
- Manipulación o utilización de productos ácidos y alcalinos.
- Trabajos con riesgo eléctrico.

*Guantes de metal trenzado, malla metálica, etc.:*

- Trabajos de deshuesado y troceado.
- Utilización habitual de cuchillos de mano en la producción y los mataderos.
- Sustitución de cuchillas en las máquinas de cortar.

---

### **Protección de pies y piernas**

Son muy variados los riesgos a que puedan estar sometidas las extremidades inferiores de un trabajador en su puesto de trabajo (mecánicos, eléctricos, térmicos, químicos, etc.). Su protección se basa en cubrir esta extremidad mediante el calzado de uso profesional adecuado (bota, zapato), el cual debe ser de material acorde al riesgo a proteger (caucho, cuero, etc). Según el nivel de protección ofrecido, el calzado de uso profesional puede clasificarse en las siguientes categorías:

- *Calzado de seguridad:* es un calzado de uso profesional que proporciona protección en la parte de los dedos. Incorpora tope o puntera de seguridad que garantiza una protección suficiente frente al impacto, con una energía equivalente de 200 julios en el momento del choque, y frente a la comprensión estática bajo una carga de 15 kilonewtons.
- *Calzado de protección:* es un calzado de uso profesional que proporciona protección en la parte de los dedos. Incorpora tope o puntera de seguridad que garantiza una protección suficiente

frente al impacto, con una energía equivalente de 100 J. en el momento del choque, y frente a la compresión estática bajo una carga de 10 KN.

- *Calzado de trabajo*: es un calzado de uso profesional que proporciona protección en la parte de los dedos.

La protección ofrecida por el calzado se debe tanto a las características de los materiales empleados en su fabricación como a la incorporación de ciertos elementos destinados a proteger de riesgos concretos. En la tabla se indican, de forma no exhaustiva, algunos de estos elementos.

En la figura de la página siguiente se presentan de forma gráfica algunos de los elementos de protección mencionados anteriormente.

El RD 773/1997, en su Anexo III, ofrece una lista indicativa y no exhaustiva de actividades y sectores de actividades que pueden requerir la protección de pies y piernas.

El calzado de protección y de seguridad es de aplicación en los siguientes casos:

- Trabajos de obra gruesa, ingeniería civil y construcción de carreteras.
- Trabajos en andamios.
- Obras de demolición de obra gruesa.

### ELEMENTOS DE PROTECCIÓN EN EL CALZADO EN FUNCIÓN DEL TIPO DE RIESGO

Tipo de riesgo	Elementos de protección
<b>Riesgos mecánicos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caída de objetos en la puntera</li> <li>• Caídas de objetos en el metatarso</li> <li>• Atrapamiento (aplastamiento) del pie</li> <li>• Caída e impacto sobre el talón</li> <li>• Caída por deslizamiento</li> <li>• Marcha sobre objetos punzantes y cortantes</li> <li>• Corte por sierra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tope de seguridad o protección</li> <li>• Protector del metatarso</li> <li>• Tope de seguridad o protección</li> <li>• Tacón absorbedor de energía</li> <li>• Suela antideslizante</li> <li>• Plantilla resistente a la perforación</li> <li>• Empeine resistente al corte</li> </ul>
<b>Riesgos eléctricos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contacto eléctrico</li> <li>• Descarga electrostática</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzado aislante de la electricidad</li> <li>• Suela conductora, suela antiestática</li> </ul>
<b>Riesgos químicos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ácidos, bases, disolventes, hidrocarburos, ...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suelas y empeines resistentes e impermeables</li> </ul>
<b>Riesgos térmicos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambiente frío</li> <li>• Ambiente caluroso</li> <li>• Contacto con una superficie caliente</li> <li>• Proyección de metal fundido</li> <li>• Lucha contra el fuego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suela aislante del frío</li> <li>• Suela aislante del calor</li> <li>• Suela resistente al calor por contacto</li> <li>• Empeine resistente a proyecciones de metal fundido</li> <li>• Suelas y empeines adaptados a la lucha contra el fuego</li> </ul>



- Obras de construcción de hormigón y de elementos prefabricados que incluyan encofrado y desencofrado.
- Actividades en obras de construcción o áreas de almacenamiento.
- Obras de techado.
- Trabajos en puentes metálicos, edificios metálicos de gran altura, postes, torres, ascensores, construcciones hidráulicas de acero, instalaciones de altos hornos, acerías, laminadores, grandes contenedores, canalizaciones de gran diámetro, grúas, instalaciones de calderas y centrales eléctricas.
- Obras de construcción de hornos, montaje de instalaciones de calefacción, ventilación y estructuras metálicas.
- Trabajos de transformación y mantenimiento.
- Trabajos en las instalaciones de altos hornos, plantas de reducción directa, acerías, laminadores, fábricas metalúrgicas y talleres de martillo, talleres de estampado, prensas en caliente y trefilerías.
- Trabajos en canteras, explotaciones a cielo abierto y desplazamiento de escombreras.

- Trabajos y transformación de piedras.
- Fabricación, manipulación y tratamiento de vidrio plano y vidrio hueco.
- Manipulación de moldes en la industria cerámica.
- Obras de revestimiento cerca del horno en la industria cerámica.
- Moldeado en la industria cerámica pesada y de materiales de construcción.
- Transportes y almacenamientos.
- Manipulaciones de bloques de carne congelada y bidones metálicos de conservas.
- Obras de construcción naval.
- Maniobras de trenes.

*Los zapatos de seguridad con tacón o suela corrida y suela anti-perforante son apropiados para obras de techado. El calzado y cubrecalzado de seguridad con suela termoaislante debe emplearse en actividades sobre y con masas ardientes o muy frías. Las polainas, calzado y cubrecalzado fáciles de quitar son de aplicación en caso de riesgo de penetración de masas en fusión.*

Los EPI de las vías respiratorias tienen como misión hacer que el trabajador que desarrolla su actividad en un ambiente contaminado o con deficiencia de oxígeno pueda disponer para su respiración de aire en condiciones apropiadas.

Los distintos ambientes nocivos a que puede verse sometido un trabajador pueden clasificarse en tres grupos: ambientes con deficiencia de oxígeno; ambientes con deficiencia de oxígeno y presencia de contaminantes tóxicos, pudiendo encontrarse éstos en estado gaseoso, gaseoso y partículas o partículas; ambientes con contaminantes tóxicos ya sean en estado gaseoso, gaseoso y partículas o partículas.

Técnicamente los equipos de protección individual de las vías respiratorias se pueden clasificar en equipos dependientes e independientes del medio ambiente.

#### *Equipos dependientes del medio ambiente*

Estos equipos utilizan el aire ambiente y lo purifican, es decir, retienen o transforman los contaminantes para que el aire respirable sea inocuo.

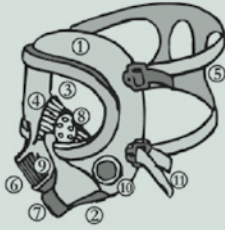
Un equipo de estas características tiene dos partes claramente diferenciadas: el adaptador facial y el filtro. El adaptador facial tiene la misión de crear un espacio herméticamente cerrado alrededor de las vías respiratorias, de forma que el único acceso del aire a ellas sea a través del filtro. Los adaptadores faciales pueden ser de tres tipos: máscaras, mascarillas y boquillas.

La *máscara* cubre la boca, la nariz y los ojos. Debe utilizarse cuando el contaminante tiene poder irritante, para evitar su efecto sobre la mucosa ocular o en cualquier caso cuando pueda penetrar a través de ella. La *mascarilla* cubre la nariz y la boca solamente. La *boquilla* ofrece una conexión entre la boca y el filtro y dispone de un sistema que impide la entrada de aire no filtrado por la nariz (pinza). Por la incomodidad que supone, su utilización se limita a situaciones excepcionales como equipos de autosalvamento. (Véase figura de la página siguiente). El *casco respiratorio* formado por un casco y un visor que se acopla a la cara y que mediante una cortina de aire descendente aísla las vías respiratorias del aire contaminado. El *capuz* es una capucha de tejido con un visor, que envuelve la cabeza hasta el pecho, alimentado por aire a cierta presión, superior a la presión atmosférica del lugar de trabajo, para que por la zona del pecho salga aire respirable y no pueda entrar el contaminado.

Los adaptadores faciales deben tener una serie de propiedades que se les exige a la hora de certificar su calidad, siendo las principales: máxima hermeticidad, materiales de fabricación adecuados, visibilidad máxima en máscaras, máximo confort de utilización.

## **Protección de vías respiratorias**

### COMPONENTES DE LOS ADAPTADORES FACIALES



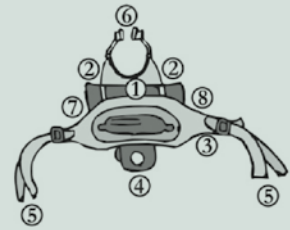
#### Mascara

- 1 Cuerpo de la máscara
- 2 Borde de estanqueidad.
- 3 Visor
- 4 Mascarilla interior
- 5 Arnés de cabeza
- 6 Pieza de conexión
- 7 Válvula de exhalación
- 8 Válvula de aireación del visor
- 9 Válvula de inhalación
- 10 Membrana fónica
- 11 Cinta de transporte



#### Mascarilla

- 1 Cuerpo de mascarilla
- 2 Arnés de cabeza
- 3 Adaptador de nariz
- 4 Válvula de exhalación. Filtro
- 5 Válvula de inhalación y portafiltro



#### Boquilla

- 1 Cuerpo de la pieza bucal.
- 2 Pieza de conexión.
- 3 Pieza bucal.
- 4 Apoyo de barbilla.
- 5 Arnés de cabeza.
- 6 Pinza nasal.
- 7 Válvula de exhalación.
- 8 Válvula de inhalación

La otra parte de una protección individual dependiente del medio ambiente es el filtro o los filtros. Los filtros tienen la misión de purificar el aire que pasa a su través, eliminando o minimizando su contaminación. Los filtros se pueden clasificar en tres clases: de partículas, frente a gases/vapores y combinados.

Los *filtros de partículas* están diseñados para eliminar partículas en suspensión en el aire que pasa a través del filtro. Se emplean para polvo, humos o aerosoles. Los filtros para gases están diseñados para eliminar gases y vapores específicos de la atmósfera que pasan a través del filtro. Son específicos para una sustancia o grupo de sustancias de parecidas características químicas. Sólo deben utilizarse filtros frente a gases y vapores cuando el contaminante pueda ser detectado por su olor o cuando el filtro vaya dotado de un indicador que, por cambio colorimétrico, desprendimiento de olor o cualquier otro tipo de señal, indique el fin de su vida útil. Los *filtros combinados* están diseñados para eliminar partículas sólidas y/o líquidas dispersas y gases y vapores específicos del aire que pasa a través del filtro.

En la selección de los filtros se considerarán algunas características de los mismos, entre las que cabe destacar: la resistencia al paso del aire y su permeabilidad al contaminante o penetración. La *resistencia al paso del aire* se mide a través de la pérdida de carga y, cuanto más pequeña es, más cómoda resulta la utilización

del filtro. La *penetración* es la concentración del contaminante que atraviesa el filtro. Naturalmente la clasificación de los filtros otorga la mejor categoría o clase a aquellos cuya pérdida de carga y penetración es menor.

Otra característica de los filtros es su vida media, que es el tiempo que tarda un filtro en alcanzar la máxima penetración admisible para una concentración conocida.

En cualquier caso la característica esencial que debe tener cualquier equipo es la hermeticidad del adaptador facial, para evitar que el contaminante entre en las vías respiratorias. La falta de hermeticidad puede ser debida a un mal ajuste con la cara del usuario y a un mal funcionamiento o colocación de alguno de sus elementos (válvulas de exhalación o inhalación, conectores, roscas, etc.). En relación a este concepto se define el “factor de protección” como la relación entre la concentración de un agente nocivo en el aire ambiental y la concentración del mismo en el interior del equipo de protección respiratoria .

Cuanto mayor sea el factor de protección, mayor será la protección respiratoria conseguida.

Para elegir el equipo de protección de las vías respiratorias adecuado para una utilización concreta, aparte del factor de protección, hay que determinar también la concentración de agente nocivo en el aire ambiental. Cuando se desee obtener la máxima concentración de uso del equipo, debe multiplicarse el factor de protección para el equipo en cuestión por el valor límite ambiental establecido para el contaminante concreto.

Un tipo especial de protector respiratorio dependiente del medio ambiente es la *mascarilla autofiltrante*, que es un equipo de protección respiratoria fabricado total o parcialmente de materia filtrante. Está marcado como FF que denota adaptador facial autofiltrante. La ventaja de estos protectores es su bajo peso y poca pérdida de carga, lo que los hace más cómodos que las mascarillas convencionales.

El fabricante informará en el folleto informativo de la fecha o plazo de caducidad de los filtros cuando la tuvieran definida. No obstante, existen algunas normas generales para determinar la vida útil de los mismos:

- Una vez abiertos sus precintos, no deben utilizarse durante más de una semana, guardándose entre jornadas o después de su uso en bolsas de plástico herméticas, para evitar su autocontaminación.
- Las mascarillas autofiltrantes y los filtros de papel sólo deben utilizarse una vez.
- Los filtros frente a partículas deberán cambiarse cuando el usuario denote una excesiva resistencia a la respiración.
- Los filtros frente a gases y vapores deberán cambiarse cuan-

do el usuario detecte el contaminante con el equipo perfectamente ajustado.

Los EPI dependientes del medio ambiente no deberán utilizarse en atmósfera con niveles de concentración inmediatamente peligrosas para la vida o la salud del trabajador (IPVS), ni tampoco cuando la concentración de oxígeno en el ambiente sea inferior a 17% vol.

### *Equipos independientes del medio ambiente*

Si se da alguna de las condiciones anteriores, debe utilizarse un *equipo independiente del medio ambiente*.

Este tipo de equipos se caracteriza porque el aire que respira el usuario no es el del ambiente de trabajo. Se clasifican en: equipos semiautónomos y equipos autónomos.

Los *equipos semiautónomos* utilizan el aire de otro ambiente diferente del de trabajo, no contaminado y transportado a través de una canalización (manguera) o proveniente de recipientes a presión no portátiles. Disponen de un adaptador facial, generalmente de tipo máscara. El aire puede ser aspirado a voluntad a través de una manguera (manguera de aspiración) o suministrado a presión mediante un compresor o desde botellas de aire comprimido. Estos equipos se utilizan en trabajos en ambientes con muy altas concentraciones de contaminantes, o pobres en oxígeno, donde no es necesaria una gran autonomía de movimientos. Los trabajos en pozos o en espacios confinados pueden ser ejemplos de situaciones donde se utilizan EPI semiautónomos.

Los *equipos autónomos* son aquellos en los que el sistema suministrador de aire es transportado por el usuario, por lo que tiene gran libertad de movimientos. Su empleo está recomendado cuando el aire no es respirable y se requiere autonomía y libertad de movimientos. Constan del adaptador facial correspondiente y recipientes portátiles con aire a presión.

Todos los EPI de protección respiratoria tienen como característica común el producir incomodidad en el usuario e incrementar la fatiga en el trabajo. Por ello su utilización debe limitarse en el tiempo.

Como precedente legal en nuestro país, existe la limitación de uso a 4 horas diarias como máximo, para EPI de protección respiratoria, que figura en el Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

## **SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS**

### **Dependientes del medio ambiente**

- Filtros de partículas
- Filtros de gases
- Filtros mixtos

### **Independientes del medio ambiente**

- Semiautónomos (Aire comprimido; aire fresco)
- Autónomos (Salida libre; O<sub>2</sub> regenerable)

### **Autosalvamento**



El RD 773/1997, en su Anexo III, ofrece una lista indicativa y no exhaustiva de actividades y sectores de actividades que pueden requerir la protección de las vías respiratorias. Son:

- Trabajos en contenedores, locales exigüos y hornos industriales alimentados con gas, cuando puedan existir riesgos de intoxicación por gas o de insuficiencia de oxígeno.
- Trabajos en la boca de los altos hornos.
- Trabajos cerca de convertidores y conducciones de gas de altos hornos.
- Trabajos cerca de la colada en cubilote, cuchara o caldero cuando puedan desprenderse vapores de metales pesados.
- Trabajos de revestimiento de hornos, cubilotes o cucharas y calderos, cuando pueda desprenderse polvo.
- Pintura con pistola sin ventilación suficiente.
- Trabajos en pozos, canales y otras obras subterráneas de la red de alcantarillado.
- Trabajos en instalaciones frigoríficas en las que exista un riesgo de escape de fluido frigorífico.

LOS EQUIPOS AUTÓNOMOS DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA ESTÁN INDICADOS PARA TAREAS DE SALVAMENTO O EN CASO DE EMERGENCIA

Es importante no confundir la ropa o uniforme de trabajo con un EPI. Según la norma UNE-EN 340, relativa a los requisitos generales para la ropa de protección, ésta se define como “aquella ropa que sustituye o cubre la ropa del personal, y que está diseñada para proporcionar protección contra uno o más peligros”.

Usualmente la ropa de protección se clasifica en función del riesgo específico para cuya protección está destinada. Así, se pueden considerar los siguientes tipos de ropa de protección:

- frente a riesgos mecánicos
- frente al calor y el fuego
- frente a riesgo químico
- frente a la intemperie
- frente a riesgos biológicos
- frente a radiaciones ionizantes y no ionizantes
- de alta visibilidad
- frente a riesgos eléctricos
- antiestática

A su vez, dentro de cada uno de estos grupos pueden existir diferentes subclases. En el caso concreto de los trajes de protección frente al riesgo químico, se clasifican básicamente en seis tipos, desde el tipo 1 hasta el tipo 6, siendo el de tipo 1 el más hermético y el de tipo 6 el que menor protección ofrece. Los diseños se basan en la hermeticidad ofrecida frente a productos químicos en forma

## Ropa de protección

de gas, vapor o líquidos que puedan proyectarse sobre el cuerpo con distinta intensidad o partículas sólidas. Los materiales de los trajes de tipo 1, 2, 3 y 4 serán impermeables, aunque la resistencia a la permeación frente a los productos químicos esté, al igual que en guantes, limitada en el tiempo y sea dependiente de la sustancia química con la que se entra en contacto. Los materiales de los trajes de tipo 5 y 6 no son impermeables y su resistencia a la penetración de partículas sólidas y líquidas se basa en el tamaño de poro u orificios del entramado del material y además en el tratamiento superficial recibido en el caso de estar indicado para impedir la penetración de líquidos.

El RD 773/1997, en su Anexo III, ofrece una lista indicativa y no exhaustiva de actividades y sectores de actividades que pueden requerir la protección del tronco o ropas especiales de protección, que se relacionan a continuación en función del tipo de protección implicado.

*Prendas y equipos de protección:*

- Manipulación o utilización de productos ácidos y alcalinos, desinfectantes y detergentes corrosivos.
- Trabajos con masas ardientes o permanencia cerca de éstas y en ambiente caliente.
- Manipulación de vidrio plano.
- Trabajos de chorreado con arena.
- Trabajos en cámaras frigoríficas.

*Ropa de protección antiinflamable:*

- Trabajos de soldadura en locales exigüos.

*Mandiles antiperforantes:*

- Trabajos de deshuesado y troceado.
- Manipulación de cuchillos de mano, cuando el cuchillo deba orientarse hacia el cuerpo.

*Mandiles de cuero y otros materiales resistentes a partículas y chispas incandescentes:*

- Trabajos de soldadura.
- Trabajos de forja.
- Trabajos de fundición y moldeado.

*Ropa de protección para el mal tiempo:*

- Trabajos al aire libre con tiempo lluvioso o frío.

---

**Ropa y prendas de alta visibilidad** Se trata de prendas (brazaletes, guantes, chalecos, monos, etc.) fluorescentes y retroreflectantes que deben utilizarse, en aquellos

lugares que puedan o tengan que estar oscuros o poco iluminados y en los que existan riesgos de colisión, atropello, etc. Sobre todo en el caso de trabajadores, expuestos al riesgo de atropello por vehículos o maquinaria en movimiento o en una situación de emergencia en la que las personas responsables deben ser identificables.

EN TRABAJOS EN LUGARES OSCUROS  
O POCO ILUMINADOS EN DONDE  
EXISTAN RIESGOS DE ATROPELLO, LOS  
TRABAJADORES IRÁN EQUIPADOS CON  
PRENDAS DE ALTA VISIBILIDAD

Las citadas prendas deben emitir un resplandor visible, directo o reflejado, de intensidad luminosa y propiedades fotométricas y colorimétricas adecuadas. Están confeccionadas básicamente con dos tipos de materiales: material de fondo (fluorescente) que tienen las propiedades necesarias para aumentar la visibilidad diurna y material retrorreflectante que facilita que el ojo perciba la luz en condiciones de baja iluminación.

La ropa de señalización está agrupada en tres clases. Cada clase debe tener unas superficies mínimas de los materiales visibles constituyentes de la prenda, de acuerdo con la siguiente tabla:

<b>CLASES DE PRENDAS DE ALTA VISIBILIDAD SEGÚN NORMA UNE - EN 471:2004</b>			
<b>Superficies mínimas exigidas de material visible en m<sup>2</sup></b>			
	<b>Prendas de Clase 3</b>	<b>Prendas de Clase 2</b>	<b>Prendas de Clase 1</b>
Material de fondo	0,80	0,50	0,14
Material retrorreflectante	0,20	0,13	0,10
Material combinado	--	--	0,20

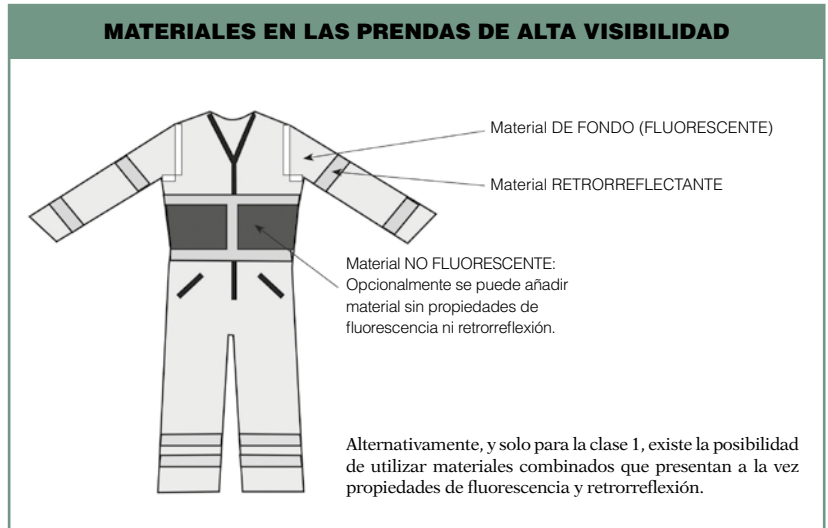
En la figura de la página siguiente pueda observarse un ejemplo de la aplicación de estos materiales en una prenda de alta visibilidad.

A mayor clase, mayor nivel de protección. La clase 3 proporciona visibilidad en 360° así como el reconocimiento de la figura humana.

El RD 773/1997, en su Anexo III, establece que la citada ropa y prendas de seguridad deben utilizarse en trabajos que exijan que las prendas sean vistas a tiempo.

La protección individual frente al riesgo de caída de altura, está destinada a conseguir la parada segura del trabajador que cae. Esto quiere decir que, en primer lugar, la altura recorrida por el cuerpo a consecuencia de la caída debe ser la mínima posible, que

**Protección contra  
caídas de altura**



a continuación debe producirse el frenado de la caída en las condiciones menos perjudiciales para el trabajador.

Los EPI contra las caídas de altura (sistemas anticaídas) no deben confundirse con los utilizados por el trabajador para impedirle el acceso a aquellas zonas desde las cuales puede producirse la caída (sistemas de retención) o para abrazarse a una estructura de forma que le permita tener las manos libres para desarrollar su tarea (sistemas de sujeción).

Los equipos diseñados para prevenir las caídas de altura, o sus consecuencias, llevarán un dispositivo de prensión del cuerpo (arnés antoicaída) y un subsistema de conexión (dispositivo anticaída o absorbedor de energía) que pueda unirse a un dispositivo de anclaje seguro.

Estarán fabricados de manera que, en condiciones normales de uso, la desviación del cuerpo sea lo más pequeña posible para evitar cualquier golpe contra un obstáculo y que la fuerza de frenado sea tal que no pueda provocar lesiones corporales ni la apertura o rotura de un componente del EPI que pudiera provocar la caída del usuario. Deberán además garantizar, una vez producido el frenado, una postura correcta del usuario que le permita, llegado el caso, esperar auxilio.

En la figura se muestra un ejemplo de arnés anticaída.



El RD 773/1997, en su Anexo III, ofrece una lista indicativa y no exhaustiva de actividades y sectores de actividades que pueden requerir la protección mediante dispositivos de prensión del cuerpo y equipos de protección anticaídas (arneses de seguridad, cinturones anticaídas, equipos varios anticaídas y equipos con freno “absorbente de energía cinética”). Son:

- Trabajos en andamios.
- Montaje de piezas prefabricadas.
- Trabajos en postes y torres.
- Trabajos en cabinas de grúas situadas en altura.
- Trabajos en cabinas de conductor de estibadores con horquilla elevadora.
- Trabajos en emplazamientos de torres de perforación situados en altura.
- Trabajos en pozos y canalizaciones.

Si bien durante el desarrollo de alguno de los medios parciales de protección se ha hablado de que los mismos deben proteger frente al riesgo eléctrico (por ejemplo: casco de protección craneal, guantes, calzado aislante, etc.), la protección frente al riesgo eléctrico debe entenderse como una protección integral ya que la misma no está destinada a proteger una parte concreta del cuerpo, sino que la protección eléctrica se debe entender como aquella que debe emplearse para impedir que la corriente que atraviesa el cuerpo humano alcance valores que sean perjudiciales para él.

Los EPI que vayan a proteger total o parcialmente el cuerpo contra los efectos de la corriente eléctrica tendrán un grado de aislamiento adecuado a los valores de las tensiones a las que el usuario pueda exponerse en las condiciones más desfavorables predecibles.

En el caso de trabajos en atmósferas potencialmente explosivas se emplearán EPI diseñados para que no pueda producirse en ellos ningún arco o chispa de origen eléctrico, electrostático o causados por un golpe, que pueda inflamar una mezcla explosiva.

A menudo la protección individual frente al riesgo eléctrico consiste en prendas que se usan incorporadas sobre el propio cuerpo, tales como: casco de protección (debe ofrecer aislamiento eléctrico) protección ocular (se emplearán pantallas faciales para protección contra el arco eléctrico de cortocircuitos), protección de las manos mediante guantes, manoplas y manguitos (se escogerá la categoría necesaria en función de las características de la instalación en la que se vaya a trabajar), calzado de seguridad (aislante, conductor, antiestático), ropa aislante de la electricidad, ropa conductora (para ser usada por personas cua-

---

### **Protección frente al riesgo eléctrico**

lificadas para la realización de determinados trabajos en tensión) o prendas antiestáticas (para evitar la acumulación de cargas electrostáticas que puedan ocasionar incendios o explosiones)

Asimismo, la protección durante estos trabajos se debe complementar con el uso de otros equipos imprescindibles para la realización de determinados trabajos o maniobras (por ejemplo: banquetas y alfombrillas aislantes, pértigas de maniobra, detector de ausencia de tensión, equipo de puesta a tierra y en cortocircuito, etc.).

# Bibliografía



## **PUBLICACIONES**

---

ALONSO VALLE, F.  
La seguridad en calderas  
Madrid, INSHT, 1996

ALONSO VALLE, F.  
Riesgos en la utilización de botellas de gases  
Madrid, INSHT, 1997

ALONSO VALLE, F.  
Seguridad en la generación, acumulación, distribución y utilización del aire comprimido  
Madrid, INSHT, 1995

BÁEZ, I., BENAVIDES, F. G.  
Análisis de las condiciones de trabajo y salud de los Colectivos de trabajadores emergentes en la VI Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo en España.  
Madrid, 2008

BARTUAL SÁNCHEZ, J. y otros  
Riesgo químico  
Madrid, INSHT, 4ª Edición, 2007

BENAVIDES, F.G., RUIZ, C., GARCÍA, A.M.  
Salud laboral. Conceptos y técnicas para la prevención de riesgos laborales  
Barcelona, Masson, 1997

BESTRATÉN, M., NOGAREDA, C. y otros  
Evaluación de las condiciones de trabajo en pequeñas y medianas empresas  
Madrid, INSHT, 5ª edición, 2005

BESTRATÉN, M., MARRÓN, M.A. y otros  
Gestión de la prevención de riesgos laborales en la pequeña y mediana empresa  
Madrid, INSHT, 3ª edición, 2008

BESTRATÉN, M. y otros  
Manual de procedimientos de prevención de riesgos laborales: guía de elaboración  
Madrid, INSHT, 2003

BIRD, FRANK E.  
Liderazgo práctico en el control de pérdidas  
Loganwille, USA, Ed. International Loss Control Institute, 1990

BONASTRE, R., PALAU, X., SUBIRATS, J.  
Manual de seguridad y salud en el trabajo  
Barcelona, Ariel Económica, 1996

BURRIEL, G.  
Sistema de gestión de riesgos laborales e industriales  
Madrid, Fundación Mapfre, 1997

COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS.  
PROGRAMA INTERNACIONAL DE SEGURIDAD DE SUSTANCIAS QUÍMICAS.  
Fichas Internacionales de Seguridad Química  
Madrid, INSHT, 1992

CREUS SOLÉ, A  
Fiabilidad y seguridad de procesos industriales  
Barcelona, Marcombo, D.L., 1991

DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL  
Guía técnica. Zonas de planificación para accidentes graves de tipo térmico (en el ámbito del Real Decreto 1254/99 (Seveso II))  
Madrid, Dirección General de Protección Civil – M<sup>o</sup> del Interior, 2002

DURÁN LÓPEZ, F.  
Informe sobre riesgos laborales y su prevención  
Madrid, Ministerio de la Presidencia, 2001

ESPESO, J.A. y otros  
Curso de prevención de riesgos laborales en la construcción  
Valladolid, Lex Nova, 1999

FUNDACIÓN MAPFRE  
Seguridad en el trabajo  
Madrid, Fundación Mapfre, 1997

GÓMEZ ETXEBARRÍA, G.  
Manual para la prevención de riesgos laborales. (4 volúmenes)  
Valencia, CISS, 1995

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO  
Colección de Notas Técnicas de Prevención (24 Series, 855 documentos)  
Madrid, INSHT, 2010

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO  
VI Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo  
Madrid, INSHT, 2007

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO  
Informe sobre el sector de la construcción (periodo 2003-2007). Evolución de la siniestralidad.  
Madrid, INSHT, 2008

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO  
Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los equipos de trabajo. Primera parte  
Madrid, INSHT, 1999

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO  
Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo  
Madrid, INSHT, 1999

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO  
Guía técnica para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de protección individual  
Madrid, INSHT, 1999

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO  
Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos presentes en los lugares de trabajo relacionados con agentes químicos  
Madrid, INSHT, 2003

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO  
Guía técnica para la evaluación y prevención del riesgo eléctrico  
Madrid, INSHT, 2003

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO  
Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con agentes químicos  
Madrid, INSHT, 2003

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO  
Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a las obras de construcción.  
Madrid, INSHT, 2003

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO  
Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición durante el trabajo a agentes cancerígenos o mutágenos.  
Madrid, INSHT, 2005

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO  
Guía técnica de Señalización de seguridad y salud en el trabajo  
Madrid, INSHT, 2010

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO  
Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los equipos de trabajo. Segunda parte  
Madrid, INSHT, 2010

MUÑOZ Y MUÑOZ, A.  
Investigación de accidentes de Trabajo  
Mérida, Fundación de Relaciones Laborales de Extremadura, 2001



OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO,  
Decimosexta Conferencia Internacional de Estadísticos del Trabajo  
Ginebra, OIT, 1998.

OFICINA DE PUBLICACIONES OFICIALES DE LAS  
COMUNIDADES EUROPEAS,  
Estadísticas europeas de accidentes de trabajo (EEAT). Metodología  
Luxemburgo, 2000.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO  
Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo (4 volúmenes)  
Madrid, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, 1998

### **NORMAS TÉCNICAS**

---

UNE 23033-1:1981. Seguridad contra incendios. Señalización.  
Madrid. AENOR. 1981

UNE 1115:1985. Colores y señales de seguridad.  
Madrid. AENOR. 1985

UNE 72550:1985. Alumbrado de emergencia. Clasificación y definiciones.  
Madrid. AENOR. 1985

UNE 72551:1985. Alumbrado (de emergencia) de evacuación. Actuación.  
Madrid. AENOR. 1985

UNE 72552:1985. Alumbrado (de emergencia) de seguridad. Actuación.  
Madrid. AENOR. 1985

UNE 23727:1990. Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en la construcción.  
Madrid. AENOR. 1990

UNE 20324:1993. Grados de protección proporcionados por los envolventes (código IP) complementada y modificada por las normas UNE 20324/1M:2000 y UNE 20324:2004 Erratum.  
Madrid. AENOR. 1993

UNE EN 2:1994. Clases de fuego (Versión oficial EN 2:1992).  
Madrid. AENOR. 1994

UNE-EN 131-2:1994. Escaleras. Requisitos, ensayos, marcado (incluye el ERRATUM AC 1: 1993) (versión oficial EN 131-2:1993)

Madrid. AENOR. 1994

UNE-EN 25923:1995. Protección contra incendios. Agentes extintores. Dióxido de carbono. (ISO 5923:1989).  
Madrid. AENOR. 1995

UNE-EN 50102:1996. Grados de protección proporcionados por los envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK). Complementada por UNE-EN 50102/A1:1999; por UNE-EN 50102/A1 CORR 2002 y por UNE-EN 50102 CORR:2002.  
Madrid. AENOR. 1996

UNE-EN 795:1997. Protección contra caídas de altura.  
Madrid. AENOR. 1997

UNE 1063:2000. Caracterización de tuberías según la materia de paso.  
Madrid. AENOR. 2000

UNE 100100:2000. Climatización. Código de colores.  
Madrid. AENOR. 2000

UNE-EN 1363-1:2000. Ensayos de resistencia al fuego. Parte 1: Requisitos generales.  
Madrid. AENOR.

UNE-EN 1363-2:2000. Ensayos de resistencia al fuego. Parte 2: Procedimientos alternativos y adicionales.  
Madrid. AENOR. 2000

UNE-EN 12416-1:2001+A2:2008. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de extinción por polvo. Parte 1: Especificaciones y métodos de ensayo para los componentes.  
Madrid. AENOR. 2001

UNE-EN 12416-2:2001+A1:2008. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de extinción por polvo. Parte 2: Diseño, construcción y mantenimiento.  
Madrid. AENOR. 2001

UNE-EN 353-1:2002. Equipos de protección individual contra caídas de altura. Parte 1: Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje rígida.  
Madrid. AENOR. 2002

UNE-EN 353-2:2002. Equipos de protección individual contra caídas de altura. Parte 2: Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje flexible.  
Madrid. AENOR. 2002

UNE-EN 12259-1:2002. Protección contra incendios. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componen-

tes para sistemas de rociadores y agua pulverizada. Parte 1: Rociadores automáticos. Madrid. AENOR. 2002

UNE 23035-4:2003. Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 4: Condiciones generales. Mediciones y clasificación. Madrid. AENOR. 2003

UNE-EN 3-7:2004. Extintores portátiles de incendios. Parte 7. Características, requisitos de funcionamiento y métodos de ensayo. Madrid. AENOR. 2004.

UNE-EN 340:2004. Ropas de protección. Requisitos generales. Madrid. AENOR. 2004.

UNE-EN 1263-1:2004. Redes de seguridad. Parte 1: Requisitos de seguridad, métodos de ensayo. Madrid. AENOR. 2004

UNE-EN 1263-2:2004. Redes de seguridad. Parte 2: Requisitos de seguridad para los límites de instalación. Madrid. AENOR. 2004

UNE-EN 13374:2004. Sistemas provisionales de protección de borde. Especificaciones de producto, métodos de ensayo. Madrid. AENOR. 2004

UNE-EN 12810-1:2005. Andamios de fachada de componentes prefabricados. Parte 1: Especificaciones de los productos. Madrid. AENOR. 2005

UNE-EN 12810-2:2005 Andamios de fachada de componentes prefabricados. Parte 2: Métodos particulares de diseño estructural. Madrid. AENOR. 2005

UNE-EN 12811-1:2005. Equipamientos para trabajos temporales de obra. Parte 1: Andamios. Requisitos de comportamiento y diseño general. Madrid. AENOR. 2005

UNE-EN 12811-2:2005. Equipamientos para trabajos temporales de obra. Parte 2: Información sobre los materiales. Madrid. AENOR. 2005

UNE-EN 12811-3:2005. Equipamientos para trabajos temporales de obra. Parte 3: Ensayo de carga. Madrid. AENOR. 2005

UNE-EN 12845:2005+A2:2010. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de rociadores automáticos. Diseño, instalación y mantenimiento. Madrid. AENOR. 2005

UNE-EN 1004:2006. Torres de acceso y torres de trabajo móviles construidas con elementos prefabricados. Materiales, dimensiones, cargas de diseño y requisitos de seguridad y comportamiento. Madrid. AENOR. 2006

UNE-EN ISO 7731:2006. Ergonomía. Señales de peligro para lugares públicos y lugares de trabajo. Señales acústicas de peligro (ISO 7731:2003). Madrid. AENOR. 2006

UNE EN 14600:2006. Puertas y ventanas practicables con características de resistencia al fuego y/o control de humos. Requisitos y clasificación. Madrid. AENOR. 2006

UNE-EN 131-1:2007. Escaleras. Parte 1: Terminología, tipos y dimensiones funcionales. Madrid. AENOR. 2007

UNE-EN 131-3:2007. Escaleras. Parte 3: Información destinada al usuario. Madrid. AENOR. 2007

UNE-EN 131-4:2007. Escaleras articuladas con bisagras simples o múltiples. Madrid. AENOR. 2007

UNE-IEC/TS 60479-1. Efectos de la corriente eléctrica sobre el hombre y los animales domésticos. (IEC/TS 60479-1:2005+corrigendum 2006). Madrid. AENOR. 2007

UNE-EN 13501-1:2007+A1:2010. Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego. Madrid. AENOR. 2007

UNE-EN 471:2004+A1:2008. Ropa de señalización de alta visibilidad para uso profesional. Métodos de ensayo y requisitos. Madrid. AENOR. 2008.

UNE-EN 999:1999+A1:2008. Seguridad de las máquinas. Posicionamiento de los dispositivos de protección en función de la velocidad de aproximación de partes del cuerpo humano. Madrid. AENOR. 2008.

UNE-EN 1127-1:2008. Atmósferas explosivas. Prevención y protección contra la explosión. Parte 1: Conceptos básicos y metodología. Madrid. AENOR. 2008

EN ISO 13857:2008. Distancias de seguridad para prevenir el atrapamiento en los miembros superiores e inferiores (ISO 13857:2008) (Ratificada por Aenor en septiembre de 2008).

UNE-EN ISO 14121-1:2008. Seguridad de las máquinas. Evaluación del riesgo. Parte 1: principios (ISO 14121-1:2007). Madrid. AENOR. 2008.

UNE 60250:2008. Instalaciones de almacenamiento de gases licuados del petróleo (GLP) en depósitos fijos para su consumo en instalaciones receptoras. Madrid. AENOR. 2008

UNE-EN 13501-2:2009+A1:2010. Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 2: Clasificación a partir de datos obtenidos de los ensayos de resistencia al fuego excluidas las instalaciones de ventilación. Madrid. AENOR. 2009.

UNE-EN 280:2002+A2:2010. Plataformas elevadoras móviles de personal. Cálculos de diseño. Criterios de estabilidad. Construcción. Seguridad. Exámenes y ensayos. Madrid. AENOR. 2010.

UNE-EN 1495:1998+A2 2010. Plataformas elevadoras. Plataformas de trabajo sobre mástil. Madrid. AENOR. 2010.

UNE-EN 1808:2000+ A1:2010. Requisitos de seguridad para plataformas suspendidas de nivel variable. Cálculo de diseño, criterios de estabilidad, construcción. Ensayos. Madrid. AENOR. 2010.

UNE-HD 60364-4-41:2010. Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 4-41: Protección para garantizar la seguridad. Protección contra los choques eléctricos. Madrid. AENOR. 2010.

UNE 60210:2011. Plantas satélite de gas natural licuado (GNL). Madrid. AENOR. 2011.

## REFERENCIAS LEGALES

En la legislación referenciada se deberán verificar todas las modificaciones, desarrollos y derogaciones posteriores.

R.D. 24.7.1889 (M. Gracia y Justicia., Gaceta de 25.7.1889). Código Civil

Orden de 9.3.1971 (M. de Trabajo, BOE de 16 y 17.3.1971, rect. BOE de 6.4.1971). Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Constitución Española de 27.12.1978 (Jef. Est., BOE 29.12.1978).

NBE-CPI-82. Real Decreto 2059/1981 de 10.4. (M. de Obras Públicas y Urbanismo, BOE de 18 y 19.9.1981, rect. 6.11.1981). Norma Básica de la Edificación sobre protección contra incendios en edificios.

Real Decreto 3275/1982 de 12.12. (M. de Industria y Energía, BOE de 1.12.1982, rect. 18.1.1983). Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

Real Decreto-Ley 1/1986 de 14.3. (Jefatura del Estado, BOE de 26.3.1986). Medidas urgentes administrativas, financieras, fiscales y laborales.

Orden de 16.12.1987 (M. Trab. y S.S., BOE de 29.12.1987, rect. 7.3.1988) por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de accidentes de trabajo y se dan instrucciones para su cumplimentación y tramitación (Parcialmente derogada).

Real Decreto 7/1988 de 8.1. (M. de Industria y Energía, BOE de 14.1.1988). Exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.

Real Decreto 474/1988 de 30.3 (M. Ind. y E., BOE 20.5.1988). Dicta disposiciones en aplicación de la Directiva del Consejo 84/528/CEE sobre aparatos elevadores y de manejo mecánico.

Real Decreto 833/1988 de 20.7. (M. de Obras Públicas y Urbanismo). Reglamentación para la ejecución de la Ley 20/1986 Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos (BOE de 30.7.1988). (Parcialmente derogado).

Orden de 21.3.1989 (M. del Interior, BOE de 11.4.1989). Comisión Nacional de Protección Ci-

vil. Creación de la Comisión Técnica del Riesgo Químico.

NBE-CPI-91. Real Decreto 279/1991 de 1.3. (M. de Obras Públicas y Urbanismo, BOE de 8.3.1991, rect. 18.5.1991). Norma Básica de la Edificación: condiciones de protección contra incendios en los edificios.

Real Decreto 1495/1991 de 11.10. (M. de Industria, Comercio y Turismo, BOE de 15.10.1991, rect. 25.11.1991). Dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 87/404/CEE sobre Recipientes a Presión Simples.

Real Decreto 407/1992 de 24.4. (M. del Interior, BOE de 1.5.1992), por el que se aprueba la Norma Básica de Protección Civil.

Real Decreto 1407/1992 de 20.11. (M. de Relaciones con las Cortes, BOE de 28.12.1992, rect. 24.2.1993). Regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.

Ley 21/1992 de 16.7. (Jef. Est., BOE 23.7.1992). Ley de Industria.

Real Decreto 1942/1993 de 5.11. (M. de Industria y Energía, BOE de 14.12.1993, rect. 7.5.1994) por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

Real Decreto-legislativo 1/1994 de 20.6. (M. Trab. y S.S., BOE 29.6.1994). Texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social.

Ley 40/1994 de 30.12 (Jefatura del Estado, BOE 31.12.1994) Regula la ordenación del sistema eléctrico nacional

Real Decreto 363/1995 de 10.3. (M. Presid., BOE 5.6.1995). Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas,

Real Decreto 2200/1995 de 28.12. (M. Ind. y E., BOE 6.2., rect. 6.3.1996). Reglamento de la infraestructura para la calidad y la seguridad industrial,

Real Decreto-legislativo 1/1995 de 24.3. (M. Trab. y S.S., BOE 29.3.1995). Texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores,

Ley 31/1995 de 8.11. (Jef. Est., BOE 10.11.1995). Ley de prevención de riesgos laborales.

Código Penal. Ley Orgánica 10/1995 de 23.11. (Jefatura del Estado, BOE de 24.11.1995, rect. 2.3.1996).

Real Decreto 400/1996, de 1.3. (M. de Industria y Energía, BOE de 8.4.1996). Dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva 94/9/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.

NBE-CPI-96. Real Decreto 2177/1996 de 4.10. (M. de Fomento, BOE de 29.10.1996, rect. 13.11.1996). Norma Básica de la Edificación NBE-CPI-96: condiciones de protección contra incendios de los edificios.

Real Decreto 39/1997 de 17.1. (M. Trab. y As. Soc., BOE de 31.1.1997). Reglamento de los Servicios de Prevención.

Real Decreto 485/1997 de 14.4. (M. Trab. y As. Soc., BOE de 23.4.1997). Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Real Decreto 486/1997 de 14.4. (M. Trab. y As. Soc., BOE de 23.4.1997). Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 773/1997 de 30.5. (M. Presid., BOE de 12.6.1997, rect. 18.7.1997). Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Real Decreto 1215/1997 de 18.7. (M. Presid., BOE de 7.8.1997). Se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Real Decreto 1216/1997 de 18 de julio. (M. Presid., BOE de 7.8.1997). Establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo a bordo de buques de pesca.

Real Decreto 1389/1997 de 5 de septiembre (M. de Industria y Energía, BOE de 7.10.1997). Aprueba las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y salud de los trabajadores en las actividades mineras.

Real Decreto 1627/1997 de 24.10. (M. Presid., BOE de 25.10.1997). Establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Ley 10/1998 de 21.4. (Jefatura de Estado, BOE de 22.4.1998) de Residuos, (derogada parcialmente).

Orden de 18.9.1998 (M. Trab. y As. Soc., BOE de

25.9.1998) por la que se aprueban los nuevos modelos de parte médico de baja/alta.

Real Decreto 1254/1999 de 16.7. (M. Presid., BOE 20.7 rect. 4.11.1999). Se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas,

Real Decreto 1955/2000 de 1.12 (M. d Economía, BOE 27.12.2000, rectificado 13.3.2001) Regula las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

Real Decreto 222/2001 de 2.3. (M. de Ciencia y Tecnología, BOE de 3.3.2001). Dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva 1999/36/CE, del Consejo, de 29.4., relativa a equipos de presión transportables.

Real Decreto 374/2001 de 6.4. (M. Presid., BOE de 1.5.2001, rect. 30.5.2001 y 22.6.2001). Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

Real Decreto 379/2001 de 6.4. (M. de Ciencia y Tecnología, BOE de 10.5.2001, rect. 19.10.2001). Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE-APQ-1, MIE-APQ-2, MIE-APQ-3, MIE-APQ-4, MIE-APQ-5, MIE-APQ-6 y MIE-APQ-7, MIE -APQ-8 y MIE-APQ-9.

Real Decreto 614/2001 de 8.6. (M. Presid., BOE de 21.6.2001). Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Real Decreto 749/2001 de 29.6. (M. de Ciencia y Tecnología, BOE de 18.7.2001). Establece las características mínimas que deben cumplir las bocas de hombre e inspección de las cisternas de carburantes (gasolinas, gasóleos y fuel-oils ligeros), así como combustibles de calefacción domésticos y otros combustibles de uso industrial que estén calificados en el ADR como materias de la clase 3, y que además tengan una presión de cálculo de la cisterna de menos de 0,75 kg/cm<sup>2</sup> de presión monométrica

Real Decreto 551/2006 de 5.5 (M. Presid., BOE de 12.5.2006). Se regulan las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español.

Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías peligrosas por carretera (ADR), de

30.9.1957. Texto refundido en vigor el 1.1.2003 (M. As. Ext., BOE 7.2.2003). Última enmienda (M. As. Ext., BOE 29.7.2009).

Real Decreto 842/2002 de 2.8. (M. de Ciencia y Tecnología, BOE de 18.9.2002). Reglamento electrotécnico para baja tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT 01 a BT 51

Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-29 "Prescripciones particulares para las instalaciones de locales con riesgo de incendio o explosión" del Real Decreto 842/2002 de 2.8. (M. de Ciencia y Tecnología, BOE de 18.9.2002). Reglamento electrotécnico para baja tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

Orden TAS/2926/2002, de 19 de noviembre de 2002, por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de los accidentes de trabajo y se posibilita su transmisión por procedimiento electrónico.

Real Decreto 255/2003 de 28.2. (M. Presid., BOE 4.3.2003, rect. 5.3.2004). Aprueba el reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos,

Real Decreto 1196/2003, de 9.9 (M. Interior, BOE 9.10.2003) por el que se aprueba la Directriz básica de protección civil para el control y planificación ante el riesgo de accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas.

Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre (M. Presid., BOE de 13.11.2004). Equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.

Real Decreto 2267/2004 de 3.12. (M. Ind., Tur. y Com., BBOOE 17.12.2004, rect. 5.3.2005). Aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

Real Decreto 314/2006, de 17.3 (M. de la Vivienda, BOE 23.3.2006), por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Real Decreto 396/2006 de 31.3.2006 (M. Presid., BOE 11.4.2006), por el que se establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

Real Decreto 1299/2006 de 10.11. (M. Trab. y As. Soc.,

BOE 19.12.2006). Aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.

Orden ITC/3721/2006, de 22.11 (M. Ind. Com. y Turismo., BOE 8.12.2006). Regula el control metroológico del Estado en la fase de comercialización y puesta en servicio de los instrumentos de trabajo denominados manómetros, manovacuómetros y vacuómetros con elementos receptores elásticos e indicaciones directas, destinados a la medición de presiones.

Orden TAS/3623/2006 de 28.11. (M. Trab. y As. Soc., BOE 29.11.2006). Regula las actividades preventivas en el ámbito de la Seguridad Social y la financiación de la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales.

Reglamento (CE) N° 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 18.12.2006 relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), por el que se crea la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos, se modifica la Directiva 1999/45/CE y se derogan el Reglamento (CEE) n° 793/93 del Consejo y el Reglamento (CE) n° 1488/94 de la Comisión, así como la Directiva 76/769/CEE del Consejo y las Directivas 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE y 2000/21/CE de la Comisión. Versión corrección de errores. DOUE L136 de 29/05/2007.

Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16.11 (M. Presid., BOE 30.11.2007; rect. 13.2.2008). Por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y otras leyes complementarias

Real Decreto 393/2007, de 23.3 (M. Interior, BOE 24.3.07) por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección (NBA) de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia.

Real Decreto 223/2008, de 15.2 (M. Ind. Tur. y Com., BOE 19.3; rect. 17.5.2008 y 19.7.2008), por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

Reglamento (CE) N° 440/2008 de la Comisión de 30.5.2008, por el que se establecen métodos de ensayo de acuerdo con el Reglamento (CE) n° 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), DOUE L142 de 31.5.2008.

Real Decreto 1644/2008 de 10 de octubre (M. Presid., BOE de 11.10.2008), por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

Real Decreto 1802/2008, de 3.11 (M. Presid., BOE 4.11.2008). Adaptación disposiciones al Reglamento (CE) n.º 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo (Reglamento REACH).

Real Decreto 2060/2008, de 12.12 (M. Ind. Tur. y Com., BB.OO.E 5.2.2009.,rect. 28.10.2009). Por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

Ley 8/2010, de 31.3 (Jefatura de Estado, BOE de 1.4.2010), por la que se establece el régimen sancionador previsto en los Reglamentos (CE) relativos al registro, a la evaluación, a la autorización y a la restricción de las sustancias y mezclas químicas (REACH) y sobre la clasificación, el etiquetado y el envasado de sustancias y mezclas (CLP), que lo modifica.

Real Decreto 717/2010, de 28.5 (M. Presid., BOE 8.6.2010), por el que se modifican el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas y el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.

## **ENLACES DE INTERÉS**

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

Calculador para el coste de los accidentes laborales  
<http://calculadores.insht.es/>

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

Seguridad contra incendios en establecimientos industriales: Nivel de riesgo intrínseco  
<http://calculadores.insht.es/>

MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES  
Estadística de accidentes de trabajo. Año 2008  
<http://www.mtas.es/es/estadisticas/>

OBSERVATORIO ESTATAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

Indicadores de accidentes de trabajo, enfermedades profesionales y otros daños a la salud.  
<http://www.oect.es/portal/site/Observatorio/>

**OBSERVATORIO ESTATAL DE CONDICIONES DE TRABAJO**

Análisis cualitativo de la mortalidad por accidente de trabajo en España. 2005-2007

Madrid, INSHT, 2007

<http://www.oect.es/portal/site/Observatorio/>

**PORTAL DE INFORMACIÓN REACH**

Servicio Nacional de Asistencia Técnica que propor-

ciona asesoramiento a los fabricantes, importadores, usuarios intermedios y otras partes interesadas sobre las responsabilidades y obligaciones que se derivan del Reglamento REACH.

<http://portalreach.info/reach/w/>

**AGENCIA EUROPEA DE SUSTANCIAS Y PREPARADOS QUÍMICOS (ECHA)**

<http://echa.europa.eu>

