

# MANUAL PARA LA EVALUACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LÍNEAS AUTOMÁTICAS DE PRODUCCIÓN





## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>1. IMPACTO SOCIAL</b>	<b>8</b>
<b>2. HERRAMIENTAS DE AUTOMATIZACION</b>	<b>9</b>
<b>3. TIPOS DE AUTOMATIZACIÓN</b>	<b>11</b>
<b>4. SEGURIDAD EN LOS PROCESOS AUTOMATIZADOS</b>	<b>12</b>
<b>5. NUEVOS RIESGOS</b>	<b>14</b>
<b>CAPITULO 1: AUTÓMATAS PROGRAMABLES - PLC</b>	<b>16</b>
<b>1.1.- INTRODUCCIÓN.</b>	<b>16</b>
<b>1.2.- HISTORIA.</b>	<b>17</b>
<b>1.3.- VENTAJAS DE LOS PLC.</b>	<b>18</b>
<b>1.4.- ESTRUCTURA INTERNA.</b>	<b>19</b>
<b>1.5.- CLASIFICACIÓN DE LOS PLC.</b>	<b>20</b>
<b>1.6.- CÓMO FUNCIONA UN PLC.</b>	<b>25</b>
<b>CAPITULO 2: CNC – CONTROL NÚMÉRICO</b>	<b>27</b>
<b>2.1.- INTRODUCCIÓN</b>	<b>27</b>
<b>2.2.- DEFINICIÓN DE “CN”</b>	<b>28</b>
<b>2.3.- BREVE HISTORIA</b>	<b>29</b>
<b>2.4.- CAD / CAM</b>	<b>32</b>
<b>2.5.- ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL CONTROL NUMÉRICO</b>	<b>35</b>
<b>2.6.- MAQUINAS HERRAMIENTAS DE CONTROL NUMÉRICO</b>	<b>37</b>
<b>“MHCN”</b>	
<b>2.7.- VENTAJAS DEL USO DEL CONTROL NUMÉRICO</b>	<b>40</b>
<b>2.8.- ELEMENTOS DE SISTEMAS CNC</b>	<b>44</b>
<b>2.9.- FUNDAMENTOS DEL CONTROL NUMÉRICO DIRECTO</b>	<b>48</b>
<b>2.10.- CONFIGURACIONES DE MÁQUINAS CN</b>	<b>49</b>

---

2.10.1.- Sistemas y Máquinas Posicionales	50
2.10.2.- Sistemas y máquinas de contorneado	52
<b>CAPITULO 3: ROBOTS INDUSTRIALES</b>	<b>54</b>
3.1.- INTRODUCCIÓN	54
3.2.- ROBÓTICA	59
3.2.1.- Campos de aplicación de la robótica.	60
3.2.2.- Factores que limitan el desarrollo e implementación de sistemas robóticos.	61
3.2.3.-Robótica y automatización	62
3.2.4.-Robótica Industrial	62
3.2.4.1.- ¿Qué es el robot industrial?	62
3.2.4.2.- Clasificación de los robots industriales	64
3.2.4.2.1.- Robots de primera generación	64
3.2.4.2.2.- Robots de segunda generación	65
3.2.4.2.3.- Robots de tercera generación	65
3.2.4.3.- Tipos de configuraciones para robots industriales	66
3.2.4.3.1.- Configuración cartesiana	66
3.2.4.3.2.- Configuración cilíndrica	67
3.2.4.3.3.- Configuración polar	68
3.2.4.3.4.- Configuración angular (o de brazo articulado)	69
3.2.4.3.5.- Configuración SCARA	70
3.2.4.3.6.- Configuración paralela	71
3.2.4.4.- Volumen de trabajo	72
3.2.4.5.- Sistemas de Impulsión de los robots industriales	74
3.2.4.5.1.- Hidráulico.	74
3.2.4.5.2.- Eléctrico.	74
3.2.4.5.3.- Neumático.	74
3.2.4.6.- Componentes de un robot industrial	75

---

3.2.4.6.1.- Estructura mecánica	76
3.2.4.6.2.- Sistema locomotor (actuadores)	76
3.2.4.6.3.- Sistema sensorial (sensores)	76
3.2.4.6.4.- Sistema de control de bajo nivel	76
3.2.4.6.5.- Sistema de decisión y planificación	77
3.2.4.6.6.- Dispositivos de entrada y salida de datos	77
3.2.4.6.7.- Sistema de comunicación	77
3.2.4.7.- Grados de libertad o ejes	78
<b>CAPITULO 4: LAS ESTRATEGIAS DE AUTOMATIZACIÓN AVANZADA Y SU IMPACTO SOBRE LA SEGURIDAD Y LA SALUD</b>	<b>80</b>
<b>CAPITULO 5: EVOLUCIÓN DE LOS FACTORES ESTRESORES EN UN CONTEXTO DE FUERTE AUTOMATIZACIÓN</b>	<b>83</b>
<b>CAPITULO 6: RIESGOS EN SISTEMAS ROBOTIZADOS, AUTOMATIZADOS Y MÁQUINAS DOTADAS DE CNC</b>	<b>91</b>
<b>6.1 RIESGOS TRADICIONALES</b>	91
6.1.1 Factores físicos	91
6.1.2 Factores químicos	92
6.1.3 Factores biológicos	92
6.1.4 Factores fisiológicos	92
6.1.5 Factores psicológicos	92
<b>6.2 RIESGOS ESPECÍFICOS</b>	93
6.2.1 Riesgo de colisión entre hombre-maquina	93
6.2.2 Riesgo de proyección	94
6.2.3 Riesgo de atrapamiento	95
6.2.4 Riesgo de corte o amputación	95
6.2.5 Riesgos tradicionales	96
<b>6.3.- POSIBLES FUENTES DE RIESGOS</b>	96
6.3.1.- Errores de control y mando	96

---

---

6.3.1.1.- Fallos producidos por averías en el material que componen los circuitos integrados	96
6.3.1.1.1.- Fallos de lógica	96
6.3.1.1.2.- Perturbaciones	96
6.3.1.1.3.- Problemas de control	100
6.3.2.- Acceso no autorizado	100
6.3.3.- Errores humanos	100
6.3.4.- Elementos mecánicos	101
<b>CAPITULO 7: SISTEMAS DE SEGURIDAD</b>	<b>102</b>
<b>7.1 MEDIDAS DE SEGURIDAD A TOMAR EN LA FASE DE DISEÑO DE LA LÍNEA</b>	<b>103</b>
7.2. MEDIDAS DE SEGURIDAD DE TIPO GENERAL	111
7.3.- MEDIDAS DE SEGURIDAD A TOMAR EN LA FASE DE INSTALACIÓN Y EXPLOTACIÓN DEL SISTEMA.	115
7.4.- SISTEMAS DE SEGURIDAD	116
7.4.1.- Barreras materiales	117
7.4.2.- Accesos a zona perimetral	118
7.4.3.- Sistemas optoelectrónicos de seguridad – barreras inmatrimales	119
<b>CAPITULO 8: ANÁLISIS DEL RIESGO – UNE EN 14121-1</b>	<b>125</b>
8.1.- DEFINICIÓN DE LOS LÍMITES DE LA MÁQUINA - CAPITULO 5 DE LA NORMA	127
8.2.- IDENTIFICACIÓN PELIGROS, SITUACIONES Y SUCESO PELIGROSOS - CAPITULO 6 DE LA NORMA	127
8.3.- ESTIMACIÓN DEL RIESGO - CAPITULO 7 DE LA NORMA	129
8.3.1.- Elementos del riesgo	129
8.3.2.- Aspectos a considerar durante la estimación del riesgo	130
8.4.- VALORACIÓN DEL RIESGO - CAPITULO 8 DE LA NORMA	130

---

<b>8.5.- DOCUMENTACIÓN - CAPITULO 9 DE LA NORMA</b>	<b>131</b>
<b>CAPITULO 9: EVALUACIÓN DEL RIESGO - SEGURIDAD FUNCIONAL MEDIANTE UNE EN 62061 Y UNE EN ISO 13849</b>	<b>132</b>
<b>CAPITULO 10: NORMALIZACIÓN EUROPEA (EN) E INTERNACIONAL (ISO)</b>	<b>152</b>
<b>10.1.- INTRODUCCIÓN</b>	<b>152</b>
<b>10.2.- SISTEMAS INDUSTRIALES AUTOMATIZADOS</b>	<b>152</b>
<b>10.3.- SUBCOMITÉS DEL ISO TC 184</b>	<b>153</b>
<b>10.4.- EL SUBCOMITÉ 02: ROBOTS Y DISPOSITIVOS ROBÓTICOS</b>	<b>156</b>
<b>10.4.1.- Normativa vigente</b>	<b>157</b>
<b>10.4.1.1.- Normas publicadas</b>	<b>157</b>
<b>10.4.1.2.- Normas activas</b>	<b>159</b>
<b>10.4.2.- Grupos de Trabajo</b>	<b>160</b>
<b>CAPITULO 11: NORMATIVA DE SEGURIDAD DE MÁQUINAS</b>	<b>163</b>
<b>11.1.- NORMAS ARMONIZADAS</b>	<b>167</b>
<b>11.1.1.- Concepto</b>	<b>170</b>
<b>11.1.2.- Clasificación de las normas europeas armonizadas</b>	<b>172</b>
<b>11.1.3.- Listado de normativa UNE EN de tipo A y B en vigor</b>	<b>176</b>
<b>CAPITULO 12: ELEMENTOS COMERCIALES DE SEGURIDAD</b>	<b>239</b>
<b>12.1. Interruptores de seguridad</b>	<b>240</b>
<b>12.1.1 Interruptor de seguridad con dispositivo de bloqueo electromagnético</b>	<b>240</b>
<b>12.1.2 Interruptor de seguridad sin dispositivo de bloqueo</b>	<b>242</b>
<b>12.1.3 Interruptor de seguridad sin contacto</b>	<b>245</b>
<b>12.2. Módulos de seguridad</b>	<b>246</b>
<b>12.3 .Bordes sensibles</b>	<b>249</b>
<b>12.4. Alfombras sensibles</b>	<b>250</b>
<b>12.5. Pupitres de doble mando</b>	<b>252</b>
<b>12.6. Pedales</b>	<b>253</b>

---

<b>12.7. Mandos sensitivos</b>	<b>254</b>
<b>12.8. Sistemas de protección optoelectrónicos</b>	<b>255</b>
<b>12.9. Cámaras de seguridad</b>	<b>261</b>
<b>12.10. Elementos neumáticos</b>	<b>263</b>
<b>12.11. Elementos hidráulicos</b>	<b>266</b>
<b>12.12. Cerramientos perimetrales</b>	<b>267</b>
<b>12.13. Señalización</b>	<b>269</b>
<b>12.14. Iluminación</b>	<b>269</b>
<b>12.15. Protecciones para máquina herramienta</b>	<b>270</b>
<b>12.16. Fuelles y cortinas</b>	<b>270</b>
<b>12.17. Cerraduras secuenciales</b>	<b>271</b>
<b>12.18. Autómata de seguridad</b>	<b>273</b>
<b>12.19. Módulos programables</b>	<b>284</b>
<b>ANEXO I: R.D.1644/2008</b>	<b>289</b>
<b>ANEXO II: R.D.1215/1997</b>	<b>352</b>
<b>ANEXO III: R.D.2177/2004</b>	<b>366</b>

Con la colaboración de:



[www.gmpsl.es](http://www.gmpsl.es)

---

## **CAPITULO 0:**

### **INTRODUCCIÓN**

En la antigüedad el ser humano se percató de que existían tareas que se podían realizar e, incluso, mejorar por medio de sistemas mecánicos, hidráulicos... más o menos complejos. Comenzó a crear artefactos y máquinas encargadas de realizar tareas diarias y comunes, que le facilitaban la actividad cotidiana. No todos los artefactos tenían una utilidad práctica o preindustrial, algunas máquinas servían solo para entretener a sus dueños, eran simples juguetes que no hacían nada más que realizar movimientos repetitivos o emitir sonidos.

Los primeros ejemplos de autómatas se registraron en la antigua Etiopía. En el año 1500 a.C., Amenhotep construye una estatua de Memon, el rey de Etiopía, que emite sonidos cuando la iluminan los rayos del sol al amanecer. En China, en el 500 a.C., King-su Tse inventa una urraca voladora de madera y bambú y un caballo de madera que saltaba. En el año 206 a.C. fue encontrado el tesoro de Chin Shin Hueng Ti consistente en una orquesta mecánica de muñecos, encontrada por el primer emperador Han.

Los ingenieros griegos aportaron grandes conocimientos en el campo de los autómatas, aunque su interés era más bien hacia el saber humano más que hacia las aplicaciones prácticas. Entre el 400 y 397 a.C., Archytar de Tarento construye un pichón de madera suspendido de un pivote, el cual rotaba con un surtidor de agua o vapor, simulando el vuelo. Archytar es el inventor del tornillo y la polea.

En el año 62 Heron de Alejandría describe múltiples aparatos en su libro "Autómata". Entre ellos aves que vuelan, gorjean y beben. Todos ellos fueron diseñados como juguetes, sin mayor interés por encontrarles aplicación. Sin embargo, describe algunos

---

como un molino de viento para accionar un órgano o un precursor de la turbina de vapor. También se diseñan ingeniosos mecanismos como la máquina de fuego que abría puertas de los templos o altares mágicos donde las figuras apagaban el fuego de la llama.

En Roma existía la costumbre de hacer funcionar juguetes automáticos para deleitar a los huéspedes. Trimalco ofreció en su famoso banquete, pasteles y frutas que arrojaban un chorro de perfume cuando se hacía una ligera presión sobre un priapo de pasta, en cuyo regazo estaban colocados pasteles y frutas.

La cultura árabe heredó y difundió los conocimientos griegos, utilizándolos no sólo para realizar mecanismos destinados a la diversión, sino que les dieron una aplicación práctica, introduciéndolos en la vida cotidiana de la realeza. Ejemplos de estos son diversos sistemas de dispensadores automáticos de agua para beber o lavarse. Los árabes fueron unos maestros en la construcción de autómatas y en la precisión de sus cálculos, y como ejemplo de ello, se puede mencionar que inventaron el reloj mecánico, así como sus grandes aportaciones a la astrología.

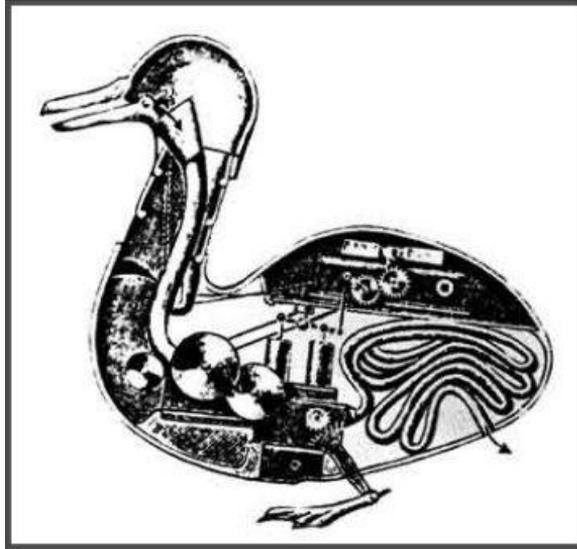
En la Edad Media se desarrollan otros autómatas, de los que hasta nuestros días sólo han llegado referencias no suficientemente documentadas, como el hombre de hierro de Alberto Magno (1204 – 1282) o la cabeza parlante de Roger Bacon (1214 – 1294). En el año 1235, Villard d’Honnecourt escribe un libro con bocetos que incluyen secciones de dispositivos mecánicos, como un ángel autómatas, e indicaciones para la construcción de figuras humanas y animales.

Un magnífico ejemplo de la época fue el Gallo de Estrasburgo que funcionó desde 1352 hasta 1789. Este es el autómatas más antiguo que se conserva en la actualidad, formaba parte del reloj de la catedral de Estrasburgo y al dar las horas movía el pico y las alas.

Durante los siglos XV y XVI algunos de los más relevantes representantes del renacimiento se interesan también por los ingenios descritos y desarrollados por los griegos. Es conocido el León mecánico construido por Leonardo da Vinci (1452 – 1519) para el Rey Luis XII de Francia, que se abría el pecho con su garra y mostraba el escudo de armas del rey. En España es conocido el hombre de palo construido por Juanelo Turiano en el s. XVI para el emperador Carlos V. Este autómatas con forma de monje, andaba y movía la cabeza, ojos, boca y brazos.

Durante los siglos XVII y XVIII se crearon ingenios mecánicos que tenían alguna de las características de los robots actuales. Estos dispositivos fueron creados en su mayoría por artesanos del gremio de la relojería. Su misión principal era la de entretener a las gentes de la corte y servir de atracción a las ferias. Estos autómatas representaban figuras humanas, animales o pueblos enteros. Así, en 1649, cuando Luis XIV era niño, un artesano llamado Camus (1576 – 1626) construyó para él un coche en miniatura con sus caballos, sus lacayos y una dama dentro, y todas las figuras se podían mover perfectamente. Salomón de Camus también construyó fuentes ornamentales y jardines placenteros, pájaros cantarines e imitaciones de los efectos de la naturaleza.

Según P. Labat, el general de Gennes construyó en 1688 un pavo real que caminaba y comía. Este ingenio pudo servir de inspiración a Jacques de Vaucanson (1709 – 1782) para construir su increíble pato mecánico que fue la admiración de toda Europa. Según Sir David Brewster en un escrito de 1868, describe este pato diciendo que es “la pieza mecánica más maravillosa que se haya hecho”. El pato alargaba el cuello para tomar el grano de la mano y luego lo tragaba y lo digería. Podía beber, chapotear y graznar, y también imitaba los gestos que hace un pato cuando traga con precipitación. Los alimentos los digería por disolución y se conducía por unos tubos hacia el ano, donde había un esfínter que permitía evacuarlos.



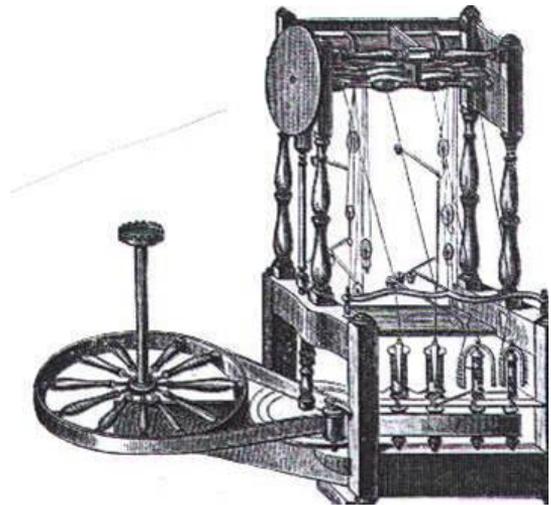
Vaucanson también construyó varios muñecos animados, entre los que destaca un flautista capaz de tocar melodías. El ingenio consistía en un complejo mecanismo de aire que causaba el movimiento de dedos y labios, como el funcionamiento normal de una flauta. Por instigación de Luis XV, intentó construir un modelo con corazón, venas y arterias, pero murió antes de poder terminar esta tarea.

También construyó muchos objetos útiles para la industria como una silla para los tejedores, pero eso suscitó el disgusto de los fabricantes de seda franceses, quienes lo amenazaron de muerte.

El relojero suizo Pierre Jaquet Droz (1721 – 1790) y sus hijos Henri – Louis y Jaquet construyeron diversos muñecos capaces de escribir (1770), dibujar (1772) y tocar diversas melodías en un órgano (1773). Estos se conservan en el Museo de Arte e Historia de Neuchatel, Suiza.

Los Maillardet (Henri, Jean – David, Julien – Auguste, Jacques Rodolphe) entre finales del s. XVIII y principios del s.XIX, construyen un escritor – dibujante con la forma de un chico arrodillado con un lápiz en su mano, escribe en inglés y francés, y dibuja paisajes. Construyen un “mecanismo mágico”, que responde preguntas y un pájaro que canta en una caja.

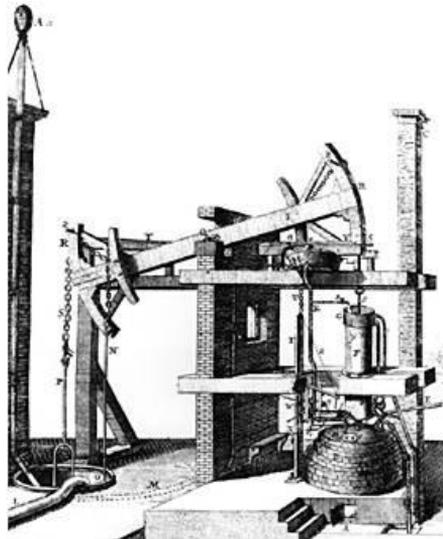
A finales del s. XVIII y principios del XIX se desarrollaron algunas ingeniosas invenciones mecánicas, utilizadas fundamentalmente en la industria textil, entre las que destacan la hiladora giratoria de Hargreaves (1770), la hiladora mecánica de Crompton (1779), el telar mecánico de Cartwright (1785) y el telar de Jacquard (1801).



Jacquard basándose en los trabajos de Bouchon (1725), Falcon (1728) y del propio Vaucanson (1745), fue el primero en aplicar las tarjetas perforadas como soporte de un programa de trabajo, es decir, eligiendo un conjunto de tarjetas, se definía el tipo de tejido que se

desea realizar. Estas máquinas constituyeron los primeros precedentes históricos de las máquinas de control numérico.

Algo más tarde que en la industria textil, se incorporan los automatismos en las industrias mineras y metalúrgicas. El primer automatismo que supuso un gran impacto social, lo realiza Potter a principios del s. XVIII, automatizando el funcionamiento de una máquina de vapor del tipo Newcomen.



A diferencia de los autómatas androides los automatismos dedicados a controlar máquinas industriales incorporan el concepto de realimentación. El ingeniero diseñador tenía una doble labor: realizar el proceso de diseño mecánico y también desarrollar el automatismo, que en muchos casos era parte integrante de la mecánica de la máquina. A partir de aquí el desarrollo de los automatismos es impresionante, en muchas máquinas se incorporan elementos mecánicos como los programadores cíclicos en los cuales se definía la secuencia de operaciones.

La automatización de procesos es el uso de sistemas de control y de tecnología informática para reducir la necesidad de la intervención humana. En el enfoque de la industria, automatización es el paso más allá de la mecanización en donde los procesos industriales son asistidos por maquinas o sistemas mecánicos que reemplazan las funciones que antes eran realizada por animales. Mientras en la mecanización los operadores son asistidos con maquinaria a través de su propia fuerza y de su intervención directa, en la automatización se reduce de gran manera la necesidad mental y sensorial del operador. De esta forma presenta grandes ventajas en cuanto a producción más eficiente y disminución de riesgos al operador.



Las principales ventajas de aplicar automatización a un proceso son:

- Reemplazo de operadores humanos en tareas repetitivas o de alto riesgo.
- Reemplazo de operador humano en tareas que están fuera del alcance de sus capacidades como levantar cargas pesadas, trabajos en ambientes extremos o tareas que necesiten manejo de una alta precisión
- Incremento de la producción. Al mantener la línea de producción automatizada, las demoras del proceso son mínimas, no hay agotamiento o desconcentración en las tareas repetitivas, el tiempo de ejecución se disminuye considerablemente según el proceso.

La automatización de un nuevo producto requiere de una inversión inicial grande en comparación con el costo unitario del producto, sin embargo mientras la producción se mantenga constante esta inversión se recuperara, dándole a la empresa una línea de producción con altos índice de ingresos.

## 1. IMPACTO SOCIAL

Es un pensamiento muy común que la automatización es fuente directa de desempleo. Sin embargo el desempleo es causa por políticas económicas de las empresas como despedir a un operador en lugar de cambiar sus tareas, que quizás ya no sean de máxima concentración en el



proceso sino tareas de supervisión del proceso. En lugar de ser despedidos los trabajadores son desplazados y por lo general son contratados para otras tareas dentro

de la misma empresa, o bien en el mismo trabajo en otra empresa que todavía no se ha automatizado. Esto se puede establecer porque existen muchos trabajos donde no existe riesgo inmediato de la automatización. Ningún dispositivo ha sido inventado que pueda competir contra el ojo humano para la precisión y certeza en muchas tareas; tampoco el oído humano. El más inútil de los seres humanos puede identificar y distinguir mayor cantidad de esencias que cualquier dispositivo automático. Las habilidades para el patrón de reconocimiento humano, reconocimiento de lenguaje y producción de lenguaje se encuentran más allá de cualquier expectativa de los ingenieros de automatización. De esta forma también Hay quienes sostienen que la automatización genera más puestos de trabajo de los que elimina. Señalan que aunque algunos trabajadores pueden quedar en el paro, la industria que produce la maquinaria automatizada genera más trabajos que los eliminados. Para sostener este argumento suele citarse como ejemplo la industria informática. Los ejecutivos de las empresas suelen coincidir en que aunque las computadoras han sustituido a muchos trabajadores, el propio sector ha generado más empleos en fabricación, venta y mantenimiento de ordenadores que los que ha eliminado el dispositivo.

## **2. HERRAMIENTAS DE AUTOMATIZACION**

Con la implementación de métodos numéricos en dispositivos de automatización el resultado es una gama de aplicaciones de rápida expansión y de enfoque especializado en la industria. La Tecnología asistida por computadora (CAx) ahora sirve de base para las herramientas matemáticas y de organización utilizada para crear sistemas complejos. Ejemplos notables de CAx incluyen el diseño asistido por computadora (CAD) y fabricación asistida por ordenador (CAM). La mejora en el diseño, análisis, y la fabricación de productos basados en CAx ha sido beneficiosa para la industria.

La tecnología informática, junto con los mecanismos y procesos industriales, pueden ayudar en el diseño, implementación y monitoreo de sistemas de control. Un ejemplo de un sistema de control industrial es un controlador lógico programable (PLC). Los PLC's están especializados sincronizar el flujo de entradas de sensores y eventos con el flujo de salidas a los actuadores y eventos. La Interfaz hombre-máquina (HMI) o interfaces hombre computadora, se suelen utilizar para comunicarse con los PLC's y otros equipos. El personal de servicio se encarga del seguimiento y control del proceso a través de los HMI, en donde no solo puede visualizar el estado actual proceso sino también hacer modificaciones a variables críticas del proceso.

Existen diferentes tipos de herramientas para la automatización como:

- ANN - Artificial neural network
- DCS - Distributed Control System
- HMI - Human Machine Interface
- SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition
- PLC - Programmable Logic Controller
- PAC - Programmable automation controller
- CNC- Control numérico por computadora
- Instrumentación
- Control de movimiento
- Robótica



---

### 3. TIPOS DE AUTOMATIZACIÓN

Hay tres clases muy amplias de automatización industrial: **automatización fija, automatización programable, y automatización flexible.**

- **La automatización fija** se utiliza cuando el volumen de producción es muy alto, y por tanto se puede justificar económicamente el alto costo del diseño de equipo especializado para procesar el producto, con un rendimiento alto y tasas de producción elevadas. Además de esto, otro inconveniente de la automatización fija es su ciclo de vida que va de acuerdo a la vigencia del producto en el mercado.
- **La automatización programable** se emplea cuando el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad de producción a obtener. En este caso el equipo de producción es diseñado para adaptarse a la variaciones de configuración del producto; ésta adaptación se realiza por medio de un programa (Software).
- Por su parte **la automatización flexible** es más adecuada para un rango de producción medio. Estos sistemas flexibles poseen características de la automatización fija y de la automatización programada.  
Los sistemas flexibles suelen estar constituidos por una serie de estaciones de trabajo interconectadas entre sí por sistemas de almacenamiento y manipulación de materiales, controlados en su conjunto por una computadora.

De los tres tipos de automatización, la robótica coincide más estrechamente con la automatización programable.

---

## 4. SEGURIDAD EN LOS PROCESOS AUTOMATIZADOS

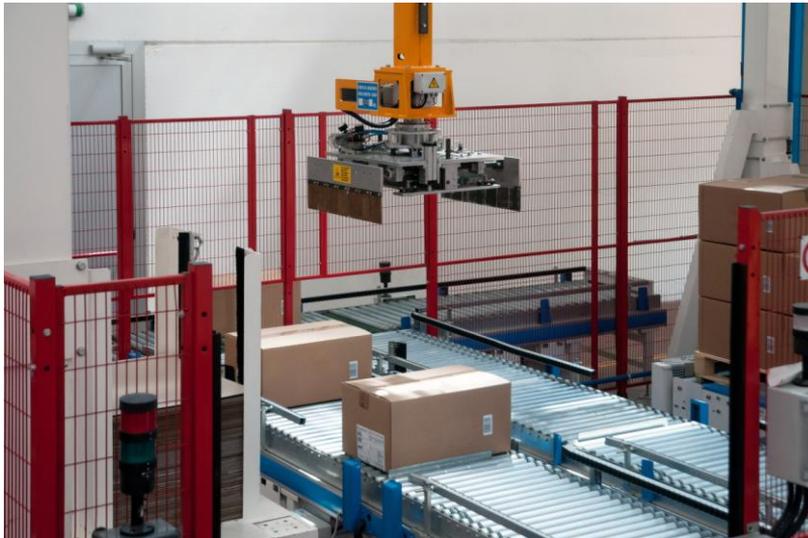
La introducción de automatización de procesos industriales conlleva una reducción de interacción del operario con el propio proceso industrial.

Desde el punto de vista de la seguridad y salud en el trabajo, La automatización de procesos se utiliza para reemplazar ventajosamente a trabajadores que ejecutan tareas con elevado nivel de riesgo, ya sea de seguridad, higiénico o ergonómico/psicosocial. Estudios realizados indican que una vez implantados, los accidentes ocurridos se dan mayoritariamente durante la programación, reprogramación, mantenimiento, reparación, testeado, arranque o ajuste de los mismos y no en condiciones de funcionamiento normal.

Los **nuevos riesgos** se asocian con riesgos de tipo mecánico (choques con el equipo, aplastamiento, atrapamiento, caída de objetos en manipulación, o caída de componentes del equipo. Por ejemplo, un trabajador puede chocar con un brazo del robot como causa de un movimiento imprevisto, un malfuncionamiento del robot, o un cambio de programa imprevisto.

Los **errores humanos** pueden resultar riesgos tanto para el personal como para el equipo. Errores de programación, comunicación con equipos periféricos, conexión de entrada/salidos de sensores, pueden suponer movimientos o acciones imprevistas del de los equipos automatizados que pueden provocar lesiones en el personal y daños en los equipos.

Existen diversas técnicas para prevenir la exposición de los operarios a los riesgos derivados de la automatización de procesos industriales. La técnica más común es la de limitar la accesibilidad al proceso automatizado mediante la implantación de vallados perimetrales con los puntos de acceso asociados a dispositivos de seguridad, de tal forma, que el proceso se detienen si se activa algunos de estos de elementos de seguridad distribuidos o no puede arrancar si algunos de estos elementos esta activo.



Una de las principales contribuciones de los robots a la fabricación industrial es su capacidad para realizar tareas en condiciones peligrosas y entornos hostiles. Satisfacer las reglas de seguridad laboral en el trabajo y reducir los riesgos inherentes a ciertos trabajos (como la soldadura o la pintura en la fabricación de automóviles) son dos de los principales objetivos al invertir en robots industriales. Por ejemplo, con los robots que pintan a pistola se evita la exposición de los trabajadores a sustancias peligrosas, se consiguen superficies mejor terminadas, se gasta menos pintura, hay que retocar menos y hay menos desechos.

Diversas investigaciones indican una disminución en el número de accidentes de trabajo, a la vez que se incrementa el riesgo de peligros laborales derivados de las características de los sistemas tecnológicos y de las condiciones de trabajo. En las cadenas de montaje, cuando se incorpora un robot o una máquina a una cadena de montaje con operarios humanos, hay que ser conscientes de que es el trabajador el que se tiene que acompañar con la máquina. Esto puede no ser trivial. Es obvio que el diseñador y el montador deben conocer los principios ergonómicos para mantener la fatiga y la tensión de los trabajadores a niveles mínimos.

Por otra parte, las investigaciones realizadas en los ochenta demuestran que los sistemas automatizados tienen un excelente nivel de seguridad, en comparación con los sistemas de trabajo intensivo a los que sustituyen.

## 5. NUEVOS RIESGOS

No obstante, las características tecnológicas de la automatización de procesos originan nuevos riesgos. La generalización del uso de robots y la automatización de los procesos introduce riesgos que son característicos de los equipos móviles y de los aparatos eléctricos, lo que transforma el tipo de peligro o lo transfiere a otros operarios

**Los principales factores de riesgo nuevos, originados por trabajar en un entorno altamente automatizado, son la mayor intensidad, el ritmo de trabajo y la carga de trabajo, que entre todos tienden a incrementar el estrés.**

---

Como se ha observado, hay nuevos riesgos asociados a las estrategias para aplicar los sistemas automatizados. Algunas investigaciones han demostrado (López Peláez, A. 2001) que mientras hay una reducción en los riesgos físicos inmediatos derivados de la manipulación manual de objetos y sustancias peligrosos, se produce un incremento en los riesgos derivados de las nuevas condiciones de trabajo.

---

## CAPITULO 1:

### AUTÓMATAS PROGRAMABLES - PLC

#### 1.1.- INTRODUCCIÓN.

PLC son las iniciales de **Programmable Logic Controller**, que traducido resulta **Controlador Lógico Programable**. También se usa para nombrar a estos dispositivos el término **Autómatas Programables**. De ahora en adelante usaremos indistintamente cualquiera de ellos.



AUTÓMATA PROGRAMABLE DE LA MARCA ALLEN-BRADLEY- ROCKWELL

Cualquier modificación en los procesos en una planta, significa re-cablear, agregar relés, temporizadores, etc. en los tableros de mando y control. Esto implica largas paradas de máquinas y a menudo los tableros quedan chicos para absorber los cambios. También es por ustedes conocido que las modificaciones “provisorias” no siempre se vuelcan en los planos eléctricos, con lo cual se dificulta el mantenimiento y por lo tanto aumenta el tiempo de parada de las máquinas.

A fines de la década del 60, consciente de estos problemas, General Motor le encarga a sus proveedores de controladores el diseño de equipos que cumplieran las siguientes especificaciones:

- ✓ **Flexibles:** Los aparatos debían ser capaces de adaptarse a una gran variedad de situaciones, incluso reutilizarse para otras máquinas. Esta flexibilidad pretendía ser lograda mediante la programación.
- ✓ **Estado Sólido:** Los nuevos equipos debían estar realizados usando componentes electrónicos.
- ✓ **Ambiente:** Debían poder soportar los ambientes industriales.
- ✓ **Sencillos:** Tanto la programación, como el mantenimiento y la instalación debían estar a cargo del propio personal de la industria, ingenieros y técnicos, normalmente en esa época sin conocimientos informáticos
- ✓ **Lógicos:** Las funciones que debían gobernar eran del tipo on/off (todo/nada).

## 1.2.- HISTORIA.

El primer PLC apareció en 1968 y cumplía con los requerimientos mínimos de General Motor, pero rápidamente aparecieron ventajas adicionales tales como: menor consumo de energía, reducción de espacio en los tableros, rápido mantenimiento, etc..

Por 1972 aparecieron equipos que ya se programaban usando esquemas de contactos (Relay Ladder Logic). Estos esquemas usaban los ingenieros y técnicos para diseñar los antiguos equipos cableados, por lo que resultaba fácil pasarse a la nueva tecnología y ello popularizó más su uso.

En 1974 aparece el microprocesador, lo que provoca muy importantes avances en el desarrollo de los PLC. Permitiéndole realizar tareas cada vez más complejas, mejorando su confiabilidad.

En estos últimos años el crecimiento no se detuvo y entre los avances y características más importantes de los PLC actuales, destacaremos:

- ✓ Posibilidad de entradas y salidas analógicas.
- ✓ Memorias más potentes y más pequeñas. Lo que permite programas más extensos.
- ✓ Capacidad de realizar operaciones aritméticas más complejas.
- ✓ Posibilidad de comunicación entre PLCs y entre PLC y computadoras.
- ✓ Mayor velocidad en el procesamiento de los datos.
- ✓ Entradas y salidas remotas. Sensores y actuadores a gran distancia del controlador.
- ✓ Nuevos lenguajes de programación.
- ✓ Aplicación de computadoras para su programación.
- ✓ etc.

### **1.3.- VENTAJAS DE LOS PLC.**

Se puede hablar de las siguientes ventajas del uso de los PLC frente a lógica cableada antigua:

- ✓ Menor tiempo empleado en la elaboración del proyecto.
- ✓ Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir elementos.
- ✓ Reducido espacio de ocupación.
- ✓ Menor costo de mano de obra de instalación.
- ✓ Menor tiempo para la puesta en funcionamiento, al quedar reducido el de cableado.
- ✓ Posibilidad de controlar varias máquinas con el mismo autómatas.
- ✓ Economía de mantenimiento.
- ✓ Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el PLC sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

Como es una tecnología que sigue evolucionando seguramente este listado se incrementará día a día.

## 1.4.- ESTRUCTURA INTERNA.

Para poder interpretar luego el funcionamiento de un PLC presentamos la Figura 1, donde se muestra un esquema de su estructura interna.

Podemos distinguir cinco bloques en la estructura interna de los Automatas Programables, que pasaremos a describirlos:

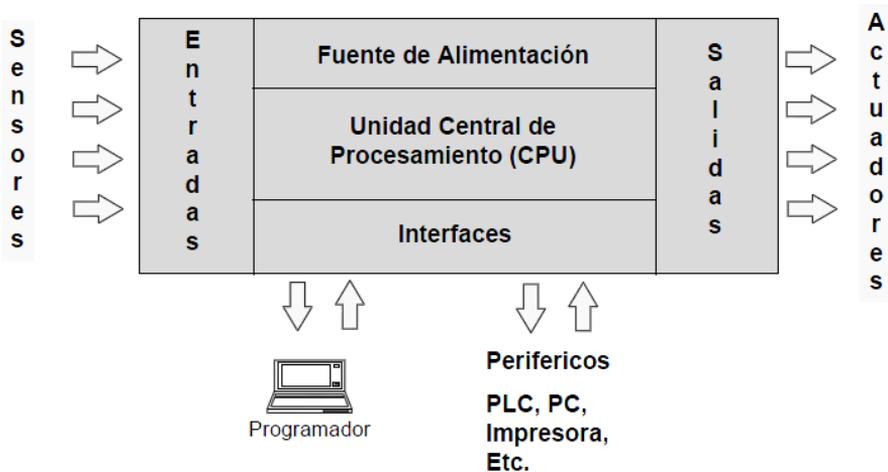


FIGURA 1

- ✓ **Bloque de Entradas.** En él se reciben las señales que proceden de los sensores.

Estas son adaptadas y codificadas de forma tal que sean comprendidas por la CPU.

También tiene como misión proteger los circuitos electrónicos internos del PLC, realizando una separación eléctrica entre éstos y los sensores.

- ✓ **Bloque de Salidas:** Trabaja de forma inversa al anterior. Interpreta las órdenes de la CPU, las descodifica y las amplifica para enviarlas a los actuadores. También tiene una interface para aislar la salida de los circuitos internos.
- ✓ **Unidad Central de Procesamiento CPU):** En ella reside la inteligencia del sistema. En función de las instrucciones del usuario (programa) y los valores de las entradas, activa las salidas.
- ✓ **Fuente de Alimentación:** Su misión es adaptar la tensión de red (220V/50Hz) a los valores necesarios para los dispositivos electrónicos internos (generalmente 24Vcc y 5Vcc).
- ✓ **Interfaces:** Son los canales de comunicación con el exterior. Por ejemplo con:
  - los equipos de programación
  - otros autómatas.
  - computadoras.
  - etc..

## 1.5.- CLASIFICACIÓN DE LOS PLC.

La idea de esta sección es mostrar el amplio espectro de los PLC que actualmente existen en el mercado, para ayudar al usuario a decidir en el momento de realizar una compra.

Con este objetivo, vamos a realizar varias clasificaciones de los Automatas Programables, teniendo en cuenta sus distintas características.

- ✓ **Estructura externa.** Se refiere al aspecto físico exterior del PLC. Actualmente en el mercado existen dos tendencias:

- **Diseño compacto:** En un solo bloque residen todos sus elementos (fuente, CPU, entradas/salidas, interfaces, etc.). Tienen la ventaja de ser generalmente más baratos y su principal desventaja es que no siempre es posible ampliarlos.
- **Diseño modular:** Los distintos elementos se presentan en módulos con grandes posibilidades de configuración de acuerdo a las necesidades del usuario. Una estructura muy popular es tener en un bloque la CPU, la memoria, las interfaces y la fuente. En bloques separados las unidades de entrada/salida que pueden ser ampliadas según necesidades.



AUTÓMATA PROGRAMABLE COMPACTO DE LA  
MARCA ALLEN-BRADLEY- ROCKWELL



AUTÓMATA PROGRAMABLE MODULAR DE LA  
MARCA ALLEN-BRADLEY- ROCKWELL

- ✓ **Memorias.** Llamamos memoria a cualquier dispositivo que nos permita guardar las instrucciones escritas por el programador. Su capacidad de almacenamiento se mide en Kbyte o en Mbyte y está relacionada con el tamaño máximo de programa que podemos escribir.

En la mayoría de los casos están diseñadas con elementos electrónicos. Se distinguen varios tipos:

- **PROM (Programmable Read Only Memory).** Memorias para ser leídas únicamente. Permiten ser programadas una sola vez. Normalmente se usan para automatismos de equipos fabricados en serie. Ante una falta de energía mantienen su contenido.
- **EPROM (Erasable Prog..).** Son iguales a las anteriores, pero está permitido borrar su contenido para reprogramarlas. El borrado se realiza por la aplicación de luz ultravioleta, a través de una ventanilla de cuarzo en su encapsulado.
- **EEPROM (Electrical Eraseble..).** Iguales a las anteriores pero el borrado se realiza por la aplicación de señales eléctricas.
- **RAM (Random Access Memory).** O memorias de acceso aleatorio. Está permitido escribirlas y borrarlas eléctricamente. Su lectura y escritura son muy veloces. Ante una falta de energía su contenido se pierde, por lo que deben usarse alimentadas con pilas de Litio (duración de la pila más o menos 5 años).

Estas dos últimas son las más usadas en la actualidad.

- ✓ **Unidades de Entrada.** Son los dispositivos básicos por donde llega la información de los sensores. Vienen con distintas posibilidades.
- **Analógicas.** Se deben usar cuando la entrada corresponde a una medida de por ejemplo: temperatura, presión, etc. En su interior tienen

un dispositivo que convierte la señal analógica a digital (convertor A/D). Vienen en distintos rangos de tensión e intensidad. (por ejemplo 0 a 10V, 0 a +- 10V, 4 a 20 mA, etc.). La resolución puede ser de 8 o 12 bits.

- **Digitales.** Son las más utilizadas y corresponde a señales todo/nada. O sea la presencia o no de una tensión (por ejemplo de fines de carrera, termostatos, pulsadores, etc.). Esta tensión puede ser alterna ( 0-220V, 0- 110V) o continua (generalmente 0-24V).
- ✓ **Unidades de Salida.** Son los bloques básicos que excitarán los actuadores. Al igual que las entradas pueden ser analógicas o digitales.
- **Analógicas.** Se deben usar cuando el actuador que se debe activar es analógico (por ejemplo una válvula modulante, un variador de velocidad, etc.).
  - En este caso se dispone de un dispositivo interno que realiza el proceso inverso al de las entradas analógicas, un convertor D/A.
  - **Digitales.** Vienen de tres tipos. Con salida a triac, a relé o a transistor. En el primer caso es exclusivamente para corriente alterna. En el segundo puede ser para continua o alterna. En el caso de salida a transistor es exclusivamente para continua. Soportan en todos los casos corrientes entre 0,5 y 2 A.
- ✓ **Lenguajes de Programación.** Son las reglas por las cuáles se le escribe el programa al PLC. Es más bien una característica del dispositivo programador. Existen diferentes lenguajes que el usuario puede elegir de acuerdo a su gusto o experiencia.
- **Listado de instrucciones.** Como su nombre lo indica se trata de introducir una lista de instrucciones que debe cumplir el autómeta.

- **Con símbolos lógicos.** La programación se realiza usando símbolos similares a los que vimos para las compuertas lógicas.
  - **Con símbolos de contactos.** Es el más popular y la programación se lleva a cabo usando redes de contactos (ladder).
- ✓ **Equipos o unidades de programación.** Son los dispositivos que nos permitirán entrar el programa. Son tres los tipos que se disponen.
- **Tipo calculadora.** Constan de un teclado y un visor (como si fuera una calculadora). En el visor se puede ver una o dos líneas del programa. Son muy útiles para realizar modificaciones o ajustes a la par de la máquina.
  - **Consola.** Son un tipo intermedio entre los anteriores y las PC. Permite ver hasta 20 o 30 líneas de programa
  - **PC.** Normalmente cualquier computadora PC, con el software correspondiente y la interfaz adecuada permite la programación de los PLC. Su utilidad es mayor cuando se trabaja con grandes autómatas programándolos en las oficinas de programación.
- ✓ **Tamaño de los PLC.** El tamaño se lo determina generalmente por la cantidad de entradas y salidas disponibles. Pudiendo variar entre 10 E/S hasta varios miles. Las denominaciones son: nanoautómatas, microautómatas, etc..

## 1.6.- CÓMO FUNCIONA UN PLC.

En la Figura 2 se muestra esquemáticamente el funcionamiento de un PLC. En ella podemos distinguir una secuencia que cumple a la puesta en marcha, dónde realiza un autotest para verificar sus conexiones con el exterior (por ejemplo si tiene conectado algún dispositivo de programación. Además dentro de este mismo proceso coloca todas las salidas a 0.

Luego entra en un ciclo que comienza **leyendo** y fijando ( “fotografiando”) el **valor** de las **entradas** (hasta que vuelva a pasar por esta etapa no detectará cualquier variación en ellas).

A continuación comienza a cumplir instrucción por instrucción del programa (**ejecución**). Con los resultados que va obteniendo “**arma**”, internamente, “una imagen” de lo que va a ser la **salida**. Una vez que llega al final del programa recién transfiere esa imagen a los bornes de la salida (**actualiza salidas**).

Cumplida esta tarea, realiza una nueva prueba interna, y vuelve a “cargar” las entradas y así sucesivamente.

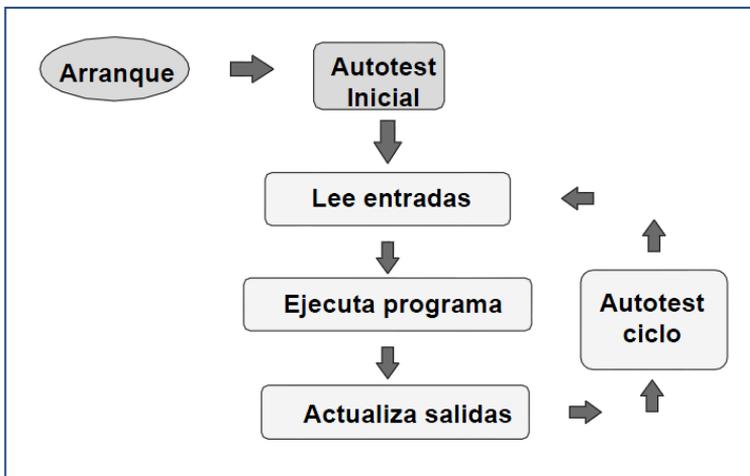


FIGURA 2

---

El tiempo que demora en recorrer el ciclo de trabajo, depende del tamaño del programa (cantidad de instrucciones) pero es muy pequeño, del orden de los milisegundos (un milisegundo = una milésima parte de un segundo).

---

## CAPITULO 2:

### CNC – CONTROL NÚMÉRICO

#### **2.1.- INTRODUCCIÓN**

La máquina herramienta ha jugado un papel fundamental en el desarrollo tecnológico del mundo hasta el punto que no es una exageración decir que la tasa del desarrollo de máquinas herramientas gobierna directamente la tasa del desarrollo industrial.

Gracias a la utilización de la máquina herramienta se ha podido realizar de forma práctica, maquinaria de todo tipo que, aunque concebida y realizada, no podía ser comercializada por no existir medios adecuados para su construcción industrial.

Así, por ejemplo, si para la mecanización total de un número de piezas fuera necesario realizar las operaciones de fresado, mandrinado y perforado, es lógico que se alcanzaría la mayor eficacia si este grupo de máquinas herramientas estuvieran agrupadas, pero se lograría una mayor eficacia aún si todas estas operaciones se realizaran en una misma máquina. Esta necesidad, sumada a numerosos y nuevos requerimientos que día a día aparecieron, forzó la utilización de nuevas técnicas que reemplazaran al operador humano. De esta forma se introdujo el control numérico en los procesos de fabricación, impuesto por varias razones:

- Necesidad de fabricar productos que no se podían conseguir en cantidad y calidad suficientes sin recurrir a la automatización del proceso de fabricación.
- Necesidad de obtener productos hasta entonces imposibles o muy difíciles de fabricar, por ser excesivamente complejos para ser controlados por un operador humano.
- Necesidad de fabricar productos a precios suficientemente bajos.

Inicialmente, el factor predominante que condicionó todo automatismo fue el aumento de productividad. Posteriormente, debido a las nuevas necesidades de la industria

aparecieron otros factores no menos importantes como la precisión, la rapidez y la flexibilidad.

## 2.2.- DEFINICIÓN DE “CN”

Control Numérico (CN) significa, textualmente, mando mediante números. Con este sistema se consigue que las máquinas realicen su trabajo automáticamente, mediante la introducción en la memoria del CN, de un programa de trabajo en el que se define perfectamente las operaciones a realizar por medio de combinaciones de letras y números denominadas “palabras”. (Se denomina palabra al conjunto de una letra y el número que la sigue que define una instrucción o función. La letra define la clase de la instrucción o función; y el número la instrucción o función concreta de que se trata).



La denominación de Control Numérico (CN, en español, o NC, Numerical Controlled, en inglés) se aplicaba originariamente a las máquinas programables que no iban equipadas con computadores. Posteriormente con el abaratamiento y miniaturización de los microprocesadores, se ha generalizado su instalación en las máquinas de CN para realizar los cálculos y ajustes necesarios para obtener automáticamente interpolaciones, roscados etc. Estas máquinas se empezaron a denominar CNC (Computer Numerally Controlled) para diferenciarlas de las NC (numerally Controlled) o CN( Control Numérico) en español para denominar todas las máquinas de control numérico tengan o no computador.

### **2.3.- BREVE HISTORIA**

El primer intento, para dotar a una máquina, de un control automático de su trabajo, fue desarrollado por Jacquard Loom, cuando en 1801 ideó una máquina textil que podía realizar distintos tipos de tejidos, variando los programas de fabricación, que se introducían en la unidad de control, en tarjetas perforadas.

Pero la iniciación del desarrollo del CN, tal como ahora lo conocemos, se debe a la compañía Parsons que en 1947 y por primera vez utilizó un computador para gobernar una fresadora en la mecanización de hélices para helicópteros de diferentes configuraciones.

Esta experiencia resultó tan prometedora que la Fuerza Aérea de los Estados Unidos adjudicó al Instituto de Tecnología de Massachusetts un contrato de investigación que dio como resultado en 1953 el primer prototipo de fresadoras con control numérico que gobernaba los desplazamientos sobre tres ejes.

A continuación vamos a exponer unas breves referencias que nos muestran la evolución de lo que hoy conocemos como “control Numérico”.

- ✓ **(1801)** Jacquard Loom, ideó una máquina textil que podía realizar distintos tipos de tejidos, variando los programas de fabricación, que se introducían en la unidad de control, en tarjetas perforadas.
- ✓ **(1863)** M. Forneaux- primer piano que tocó automáticamente.
- ✓ **(1870-1890)** Eli Whitney- desarrollo de plantillas y dispositivos.
- ✓ "Sistema norteamericano de manufactura de partes intercambiables.
- ✓ **(1880)** Introducción de una variedad de herramientas para el maquinado de metales.
- ✓ Comienzo del énfasis en la producción a gran escala.
- ✓ **(1940)** Introducción de los controles hidráulicos, neumáticos y electrónicos.
- ✓ Aumento del énfasis en el maquinado automático.
- ✓ **(1945)** Comienzo de la investigación y desarrollo del control numérico.
- ✓ Comienzo de los experimentos de producción a gran escala con control numérico.
- ✓ **(1947)** Las herramientas automatizadas comenzaron a aparecer en las plantas de producción para la Fuerza Aérea de producción de los Estados Unidos.
- ✓ **(1956)** Hay concentración en la investigación y el desarrollo del control numérico.
- **(1960)** Hasta la actualidad
  - ✓ Se crean varios nuevos sistemas de control numérico.
  - ✓ Se perfeccionaron las aplicaciones a la producción de una gama más grande de procedimientos de maquinado de metales.

- 
- ✓ Se idearon aplicaciones a otras actividades diferentes del maquinado de metales.
  - ✓ Se utilizaron insumos computarizados de control numérico.
  - ✓ Se utilizan documentos computarizados de planeación gráficos por control numérico.
  - ✓ Se han desarrollado procedimientos computarizados de trazo de curvas de nivel por control numérico, a bajo costo.
  - ✓ Se han establecido centros de maquinado para utilización general.

## 2.4.- CAD / CAM

El denominado CAD/CAM, es el proceso en el cual se utilizan los ordenadores o computadoras para mejorar la fabricación, desarrollo y diseño de los productos. Éstos pueden fabricarse más rápido, con mayor precisión o a menor precio, con la aplicación adecuada de tecnología informática.

Los sistemas de Diseño Asistido por Ordenador (CAD, acrónimo de Computer Aided Design) pueden utilizarse para generar modelos con muchas, si no todas, de las características de un determinado producto. Estas características podrían ser el tamaño, el contorno y la forma de cada componente, almacenados como dibujos bi y tridimensionales. Una vez que estos datos dimensionales han sido introducidos y almacenados en el sistema informático, el diseñador puede manipularlos o modificar las ideas del diseño con mayor facilidad para avanzar en el desarrollo del producto. Además, pueden compartirse e integrarse las ideas combinadas de varios diseñadores, ya que es posible mover los datos dentro de redes informáticas, con lo que los diseñadores e ingenieros situados en lugares distantes entre sí pueden trabajar como un equipo. Los sistemas CAD también permiten simular el funcionamiento de un producto.

Hacen posible verificar si un circuito electrónico propuesto funcionará tal y como está previsto, si un puente será capaz de soportar las cargas pronosticadas sin peligros e incluso si una salsa de tomate fluirá adecuadamente desde un envase de nuevo diseño.



Cuando los sistemas CAD se conectan a equipos de fabricación también controlados por ordenador conforman un sistema integrado CAD/CAM (CAM, acrónimo de Computer Aided Manufacturing).

La Fabricación Asistida por Ordenador ofrece significativas ventajas con respecto a los métodos más tradicionales de controlar equipos de fabricación con ordenadores en lugar de hacerlo con operadores humanos. Por lo general, los equipos CAM conllevan la eliminación de los errores del operador y la reducción de los costes de mano de obra. Sin embargo, la precisión constante y el uso óptimo previsto del equipo representan ventajas aún mayores. Por ejemplo, las cuchillas y herramientas de corte se desgastarán más lentamente y se estropearían con menos frecuencia, lo que reduciría todavía más los costes de fabricación. Frente a este ahorro pueden aducirse los mayores costes de bienes de capital o las posibles implicaciones sociales de mantener la productividad con una reducción de la fuerza de trabajo. Los equipos CAM se basan en una serie de códigos numéricos, almacenados en archivos informáticos, para controlar las tareas de fabricación. Este Control Numérico por Computadora (CNC) se obtiene describiendo las operaciones de la máquina en términos de los códigos especiales y de la geometría de formas de los componentes, creando archivos informáticos especializados o programas de piezas. La creación de estos programas de piezas es una tarea que, en gran medida, se realiza hoy día por software informático especial que crea el vínculo entre los sistemas CAD y CAM.

Las características de los sistemas CAD/CAM son aprovechadas por los diseñadores, ingenieros y fabricantes para adaptarlas a las necesidades específicas de sus situaciones. Por ejemplo, un diseñador puede utilizar el sistema para crear rápidamente un primer prototipo y analizar la viabilidad de un producto, mientras que un fabricante quizá emplee el sistema porque es el único modo de poder fabricar con precisión un

componente complejo. La gama de prestaciones que se ofrecen a los usuarios de CAD/CAM está en constante expansión. Los fabricantes de indumentaria pueden diseñar el patrón de una prenda en un sistema CAD, patrón que se sitúa de forma automática sobre la tela para reducir al máximo el derroche de material al ser cortado con una sierra o un láser CNC. Además de la información de CAD que describe el contorno de un componente de ingeniería, es posible elegir el material más adecuado para su fabricación en la base de datos informática, y emplear una variedad de máquinas CNC combinadas para producirlo. La Fabricación Integrada por Computadora (CIM) aprovecha plenamente el potencial de esta tecnología al combinar una amplia gama de actividades asistidas por ordenador, que pueden incluir el control de existencias, el cálculo de costes de materiales y el control total de cada proceso de producción. Esto ofrece una mayor flexibilidad al fabricante, permitiendo a la empresa responder con mayor agilidad a las demandas del mercado y al desarrollo de nuevos productos.

La futura evolución incluirá la integración aún mayor de sistemas de realidad virtual, que permitirá a los diseñadores interactuar con los prototipos virtuales de los productos mediante la computadora, en lugar de tener que construir costosos modelos o simuladores para comprobar su viabilidad. También el área de prototipos rápidos es una evolución de las técnicas de CAD/CAM, en la que las imágenes informatizadas tridimensionales se convierten en modelos reales empleando equipos de fabricación especializado, como por ejemplo un sistema de estereolitografía.

---

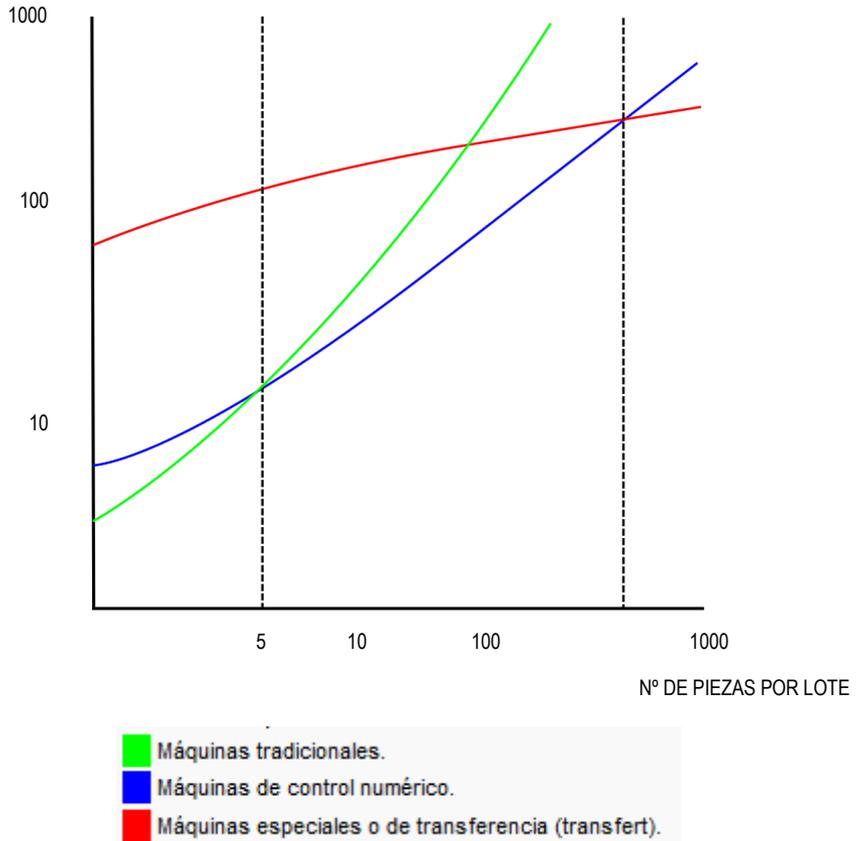
## 2.5.- ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL CONTROL NUMÉRICO

Las cuatro variables fundamentales que inciden en la bondad de un automatismo son: productividad, rapidez, precisión y velocidad.

De acuerdo con estas variables, vamos a analizar qué tipo de automatismo es el más conveniente de acuerdo al número de piezas a fabricar. Series de fabricación:

- **Grandes series: (mayor a 10.000 piezas)**  
Esta producción está cubierta en la actualidad por las máquinas transfert, realizadas por varios automatismos trabajando simultáneamente en forma sincronizada.
- **Series medias: (entre 50 y 10.000)**  
Existen varios automatismos que cubren esta gama, entre ellos los copiadores y los controles numéricos. La utilización de estos automatismos dependerá de la precisión, flexibilidad y rapidez exigidas. El control numérico será especialmente interesante cuando las fabricaciones se mantengan en series comprendidas entre 5 y 1.000 piezas que deberá ser repetida varias veces durante el año.
- **Series pequeñas: (menores a 5 piezas)** Para estas series, la utilización del control numérico suele no ser rentable, a no ser que la pieza sea lo suficientemente compleja como para justificarse su programación con ayuda de una computadora. Pero en general, para producciones menores a cinco piezas, la mecanización en máquinas convencionales resulta ser más económica.

A continuación, podemos ver un gráfico que ilustra de forma clara lo expresado anteriormente.



## 2.6.- MAQUINAS HERRAMIENTAS DE CONTROL NUMÉRICO “MHCN”

Las Maquinas Herramientas de Control Numérico (MHCN), constituyen una modalidad de automatización flexible más utilizada; son maquinas herramientas programadas para fabricar lotes de pequeño y medio tamaño de piezas de formas complicadas; los programas de software sustituyen a los especialistas que controlaban convencionalmente los cambios de las maquinas y constituciones que incluye las tareas y sus velocidades así como algunas variables de control adaptativo para comprobar aspectos tales como temperatura, vibración, control adaptativo, condición del material, desgaste de las herramientas, etc., que permiten proceder a los reajustes necesarios.



Estas maquinas pueden encontrarse en forma asilada, en cuyo caso se habla de un modulo, o bien interconectadas entre si por medio de algún tipo de mecanismo automático para la carga y descarga del trabajo en curso, en cuyo caso se hablaría de una célula de fabricación. En ocasiones las maquinas están dispuestas en forma semicircular para que un robot pueda encargarse de manejar los materiales, mientras que en otros la configuración es lineal. Cuando una maquina de control numérico actúa de forma independiente, necesita contar con la presencia de un operario, quien se ocupa de la carga y descarga de las piezas a procesar, los programas y las herramientas.

Algunas máquinas CN incluyen “cartucheras” rotatorias con diferentes herramientas. El programa de ordenador puede seleccionar la herramienta a utilizar, de este modo, una máquina puede encargarse de realizar distintas operaciones que antes habían de hacerse en varias. No solo se reduce el tiempo de lanzamiento, sino que también se simplifica el flujo de items en curso por el taller. En otros casos, frente a las máquinas se ubica un carrusel de herramientas, materiales, etc. y aquellas, sin necesidad de intervención humana, seleccionan con un “brazo” el instrumento o material que necesitan para desarrollar una determinada tarea.

Se cree que, en un futuro, las máquinas de Control Numérico harán el trabajo de precisión, mientras que los robots se limitarán a la carga, descarga y ensamblaje. En los casos de producción de gran volumen, la automatización rígida, más sencilla y barata, sería suficiente porque, aunque puede haber excepciones, las máquinas CN y los robots son lentos.

Para determinar la conveniencia de estas máquinas en términos de coste habrá que considerar la mano de obra, la disponibilidad de operarios especializados, tipo y grado de precisión requerida, fiabilidad de las máquinas, etc. Algunas empresas que producen una gama de productos estrecha se han dirigido, no obstante, a las máquinas CN porque, aunque el coste de la programación sea alto, una vez hecha esta, puede ser utilizada posteriormente sin necesidad de volver a programar.

## **VENTAJAS**

- Incremento de la flexibilidad en la maquinaria (se adapta mejor a los cambios en las tareas y en los programas de producción)

- Incremento en la flexibilidad para el cambio, en la medida en que las instrucciones grabadas se pueden modificar cuando sea necesario, con lo que facilitan la adaptación a los cambios introducidos por la ingeniería de diseño.
- Reducción de necesidades de mano de obra y de inventarios, así como de los tiempos de lanzamiento, de suministro externo y de proceso.

## **DESVENTAJAS**

- La frecuencia de errores en la programación.
- El deterioro de las cintas magnéticas o perforadas en que están grabadas las instrucciones.
- La sensibilidad del lector de las instrucciones a las averías.

También es importante mencionar que la configuración física de las máquinas no facilita la realización de cambios, así como que, en muchos casos, los operarios especializados tienen que permanecer al lado de aquellas para controlar como funcionan e introducir los posibles ajustes si fuesen necesarios. Aunque, como muchas otras tecnologías, las CN han resuelto menos problemas de los que se esperaba, puede afirmarse, una mayor flexibilidad que las convencionales a las que han sustituido, si bien ésta es mucho menor que la permitida por las máquinas CNC.

---

## **2.7.- VENTAJAS DEL USO DEL CONTROL NUMÉRICO**

El control numérico (NC, Numerical Control), el control numérico computacional (CNC, Computer Numerical Control) y el control numérico directo (DNC, Direct Numerical Control) han dado a la industria manufacturera la capacidad de ejercitar un nuevo y mayor grado de libertad en el diseño y manufactura de productos. Esta nueva libertad es demostrada por la capacidad de producir automáticamente productos que requieren de procesamientos complejos con un alto grado de calidad y confianza. Es más, productos que antes eran imposibles de fabricar económicamente pueden ahora ser hechos con relativa facilidad usando máquinas NC.

Los avances en los diseños de los productos y de las máquinas han sido paralelos; cada avance en las máquinas NC no solo permite diseños de productos antes impracticables, sino que además sugiere mejoras adicionales en las máquinas, lo cual permitiría una mayor complejidad en el diseño de productos. Por esto el diseño de máquina / producto es un continuo ciclo.

El control numérico es aplicable a una gran variedad de tareas industriales. Al evaluar la aplicabilidad del NC a un trabajo en particular, el mayor peso debería caer sobre trabajos que incluyan:

1. Una larga serie de operaciones en las cuales un error en la secuencia destruiría el valor de las operaciones
2. Una gran variedad de diferentes secuencias de operación que deben ser rápida y frecuentemente utilizadas en una misma máquina
3. Una secuencia relativamente compleja de operaciones
4. Una operación en la cual no sea práctico para un ser humano operar en el ambiente requerido

---

Las ventajas del NC en la manufactura son, entre otras:

- ✓ Planificación: Las máquinas herramientas NC proveen un medio económico para la administración de la manufactura haciendo detallados planes de operación y al mismo tiempo reteniendo soportes documentados de dichos planes
- ✓ Flexibilidad: Se puede realizar una mayor cantidad de operaciones individuales en una pieza, debido a sus ventajosas capacidades
- ✓ Programación del tiempo: La aceptación del concepto de mecanizado NC implicará trabajos más complejos en programas simples, con la consiguiente reducción de tiempo
- ✓ Tiempo muerto y de preparación: Debido a que las máquinas NC ocupan un mínimo de preparación para convertir materias primas en productos terminados, si existe una adecuada coordinación habrá importantes disminuciones en el tiempo muerto
- ✓ Mejor control del tiempo de mecanizado y de procesamiento: Al no existir humanos a cargo, las órdenes del departamento de ingeniería llegarán directamente a la máquina, con un estudio previo de la optimización del proceso
- ✓ Utilización de las máquinas: En general, las máquinas NC tienen un mayor costo por tiempo de utilización que otras máquinas; sin embargo, al no existir fatiga ni intervención de operadores, existe un sustancial potencial de mayor utilización de la máquina
- ✓ Costo de las herramientas: El costo disminuye debido a que se tiende a una estandarización de las herramientas; además, hipotéticamente no existen errores en la utilización de éstas, por lo que se elimina la ruptura y el costo de ésta.

- ✓ Precisión: El mecanizado con equipos NC aumenta la repetibilidad de pieza a pieza y de corrida a corrida en comparación a máquinas tradicionales
- ✓ Tiempo de flujo del material y manejo de las piezas de trabajo: Ambos disminuyen debido a que las máquinas NC convierten materias primas directamente en productos terminados
- ✓ Seguridad: La especialización en la planificación de detalles, en preparar las herramientas de corte y sus respectivos portaherramientas contribuye a una mayor seguridad del operador
- ✓ Intercambiabilidad: Existe soporte documentado después de la primera vez que se hace una pieza, con la estandarización existente se puede intercambiar esta información ya sea con otras máquinas o con otras plantas
- ✓ Estimación de costos: En ella, los dos ítems que más influyen son el costo del material y el costo del mecanizado. Al conocerse aquí el tiempo exacto del mecanizado se puede hacer una estimación bastante acertada del costo de las piezas
- ✓ Productividad: Con una buena programación, se minimizan los tiempos muertos, y existiendo intercambiadores automáticos de herramientas, se aumenta claramente la productividad en relación con máquinas herramientas convencionales

Existen además ventajas en el campo del diseño, debido a que se pueden hacer prototipos más precisos cuando se usan máquinas NC, esto es, debido a que cuando la parte es puesta en producción, se logran mejores tolerancias. Además, al tener las máquinas NC la capacidad de hacer contornos precisos, se evita el uso de herramientas especiales, disminuyendo los costos.

Las decisiones envueltas en la manufactura de las partes han sido alejadas de las manos del operador de la máquina herramienta y puestas en manos del programador de partes. El operador tiene poco o nada de control sobre la secuencia de operaciones o sobre la herramienta que se va a usar. Las tolerancias con que se diseña son respetadas por la máquina y en forma repetida en todas las piezas. Estas características llevan a una consistencia en la manufactura.



---

## 2.8.- ELEMENTOS DE SISTEMAS CNC

Los elementos básicos de un sistema de control numérico computacional son: La interface del operador, la interface de la máquina, y el control, que une a los anteriores. El control es el corazón del sistema. Procesa la información recibida de ambas interfaces, interpretándola y manipulándola con lógica de hardware y de programas (software). La memoria provee el medio para guardar los programas y manejar los datos entrantes. Basado en la información recibida, el control devuelve datos a las distintas interfaces.

La interface del operador consiste en dispositivos que mandan, reciben e interpretan información. Considerando que las operaciones realizadas por sistemas NC están definidas por el software, los dispositivos de interface se necesitan para ingresar los programas de la memoria. La cinta perforada es el más común. La estación del operador es el otro gran elemento de interface. Ésta contiene todos los interruptores, botones, displays, etc. requeridos para operar y monitorear las actividades de la máquina.

Los dispositivos de mecanizado son manejados por el control. Basados en la información entregada por la interface del operador y realimentados por varios dispositivos de la máquina, el control conecta y desconecta las acciones y movimientos de ella.

### El control

El control realiza decisiones de tiempo real en un proceso. Existen distintos tipos de sistemas de control, sin embargo, cada uno puede dividirse en las mismas unidades funcionales. Cada unidad realiza funciones específicas, y todas las unidades funcionan juntas para ejecutar las instrucciones programadas. Estas unidades son:

- ✓ Unidad de entrada: Todas las instrucciones y datos son ingresados a través de ella, pudiendo ser software o señales análogas, las cuales son convertidas a digitales
- ✓ Unidad de memoria: La memoria guarda lo recibido por la anterior. También guarda los resultados de las operaciones aritméticas y provee información a la salida. Se divide en memoria RAM y ROM, siendo la principal diferencia entre éstas que la primera puede ser leída y reescrita, mientras la segunda sólo puede ser leída
- ✓ Unidad aritmética: Realiza cálculos y toma decisiones
- ✓ Unidad de control: Toma las instrucciones de la memoria y las interpreta de a una. Luego manda las instrucciones apropiadas a otras unidades para ejecutar las instrucciones
- ✓ Unidad de salida: Toma datos y los envía, por ejemplo para encender y apagar dispositivos, mostrar información; traspassa las señales digitales a análogas

Los tipos de control más conocidos son los de lazo cerrado y de lazo abierto. La diferencia entre ambos es la presencia o ausencia respectivamente de realimentación de la posición de los ejes.

### Interface del operador

La interface del operador consiste en todos los dispositivos, exclusivos de la máquina, que mandan y reciben información de control. Los más comunes se detallan a continuación:

- ✓ Cinta perforada: Cuando se usa, las instrucciones para una operación dada están contenidas en varias filas de información llamadas bloque. La ventaja de este sistema es que permite hacer ciclos que apenas terminan de fabricar una pieza comienzan a fabricar otra. Los lectores de cinta son o electromagnéticos o fotoeléctricos en la detección de las perforaciones
- ✓ Cinta, disco o tambor magnético: Los dispositivos magnéticos graban y leen manchas magnéticas sobre una superficie en movimiento. La ventaja de este sistema es que puede almacenar gran cantidad de datos
- ✓ Tarjetas perforadas: Se usaban hasta hace poco, cuando las empresas aún contaban con personas expertas en perforación de tarjetas
- ✓ Estaciones de operación: Contienen todos los interruptores, botones y displays necesarios para operar la máquina. El propósito principal de ellas es iniciar la operación automática, ingresar los datos y monitorear las actividades
- ✓ Computador anfitrión: El uso de ellos es ventajoso para ciertos usos particulares, pero por su elevado costo no vale la pena tenerlos inoperantes durante tanto tiempo. Sin embargo, hoy en día se comienzan a usar modelos más baratos, los que permiten mejorar aún más el control de calidad
- ✓ MODEM (MODulator DEModulator): Convierte los datos del control en una forma compatible con líneas telefónicas. Su uso principal se relaciona con diagnósticos, y permite a los fabricantes recibir datos de problemas de sus clientes directamente

### Interface de la máquina

La interface de la máquina contiene todos los dispositivos usados para monitorear y controlar la máquina herramienta. Puede monitorear las posiciones, la presión de aire o hidráulica, controlar los motores, etc. Sus principales componentes son:

- ✓ Interruptores de proximidad y de límites: Los primeros son usados para determinar la ubicación de un miembro de la máquina. Se ubican cada cierto tramo del campo de acción de la máquina, sin embargo, hoy en día ya no se usan por su inexactitud. Los interruptores de límites se ubican al final de los ejes y evitan accidentes desconectando la energía cuando algún miembro de la máquina sale del campo de acción
- ✓ Interruptores de presión y temperatura: Determinan las condiciones de operación de la máquina, y permiten monitorearlas
- ✓ Válvulas de control: Muchos miembros de las máquinas herramientas son controlados por cilindros u otros dispositivos hidráulicos o con aire, por ejemplo, los cambiadores automáticos de herramientas o los controladores de avance de algún eje
- ✓ Servomecanismos: Los servomecanismos (también llamados “servos”) son grupos de elementos que convierten la entrada NC en desplazamientos mecánicos de precisión. Estos elementos incluyen motores (hidráulicos o eléctricos), juegos de engranajes y reductores. Los servos pueden ser de loop cerrado o abierto, dependiendo de sí el control recibe la confirmación de que el movimiento se hizo o no

---

## **2.9.- FUNDAMENTOS DEL CONTROL NUMÉRICO DIRECTO**

El control numérico directo (DNC) es un sistema que conecta un grupo de máquinas de control numérico a una memoria computacional común para el almacenaje parcial de programas, con provisión para la distribución de datos de mecanizado durante la demanda. Típicamente, provisiones adicionales están disponibles para recolección, display o reprogramación de partes de programas, instrucciones de operación o datos relacionados al proceso NC.

En general, existen dos áreas de aplicación en las cuales el DNC ha mostrado ventajas específicas. Primero, el concepto DNC se justifica regularmente en aplicaciones que tienen grandes cantidades de información de control que debe ser administrada, guardada y distribuida - muchos programas NC o muy complejos. El DNC facilita el manejo de gran cantidad de programas NC y ayuda a dejar de lado la posibilidad de usar el programa equivocado o que no sea la última versión de éste. Con DNC, los programas largos pueden cargarse rápidamente, eliminando las pérdidas de tiempo al usar medios mecánicos de transferencia de datos. Existe así una mayor eficiencia de las máquinas herramientas.

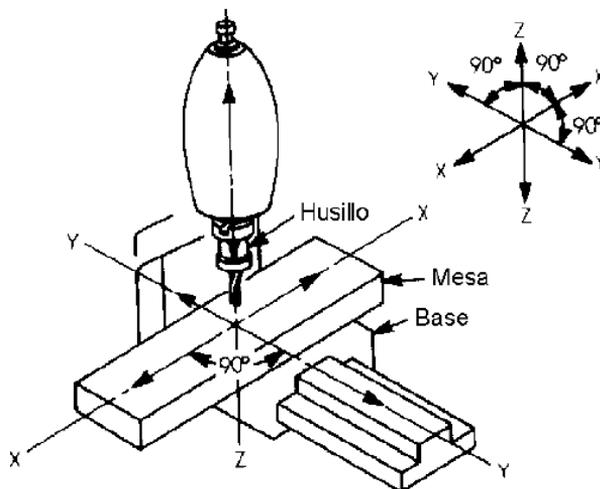
El concepto DNC también se emplea como el corazón del sistema de control para los llamados sistemas de producción flexible, en los cuales una serie de máquinas NC son unidas por medio de comunicaciones electrónicas de datos y automatización mecánica. Estos sistemas se utilizan para mecanizar familias de partes, y están equipados con un computador central, el cual dirige el flujo de partes a través del sistema y opera en un modo DNC, bajando los programas NC a alguna de las máquinas herramientas del sistema cuando ésta lo necesite.

## 2.10.- CONFIGURACIONES DE MÁQUINAS CN

El número de ejes o movimientos de máquina a los cuales se aplica comúnmente control numérico varía de dos a cinco. En general, las máquinas NC están agrupadas en dos clases: Máquinas de posicionamiento y máquinas de contorno. Las capacidades funcionales de ambos tipos de máquinas están explicadas en las siguientes secciones.

Los dos ejes de un sistema posicional representativo son los movimientos lineales longitudinales y transversales, ambos movimientos ocurriendo a  $90^\circ$  entre ellos. Ellos son respectivamente los ejes X e Y, y las posiciones de la mesa o superficie de trabajo se asumen conociendo las coordenadas rectangulares. El control de dos ejes, si está provisto con la capacidad de contorneado, puede ser usado en el contorneado de dos dimensiones.

Un tercer eje puede ser agregado aplicando control numérico a los movimientos de arriba y abajo del husillo de una fresa vertical o de un taladro. Éste se convierte en el eje Z. Las anteriores designaciones de ejes están diagramadas en la siguiente figura.



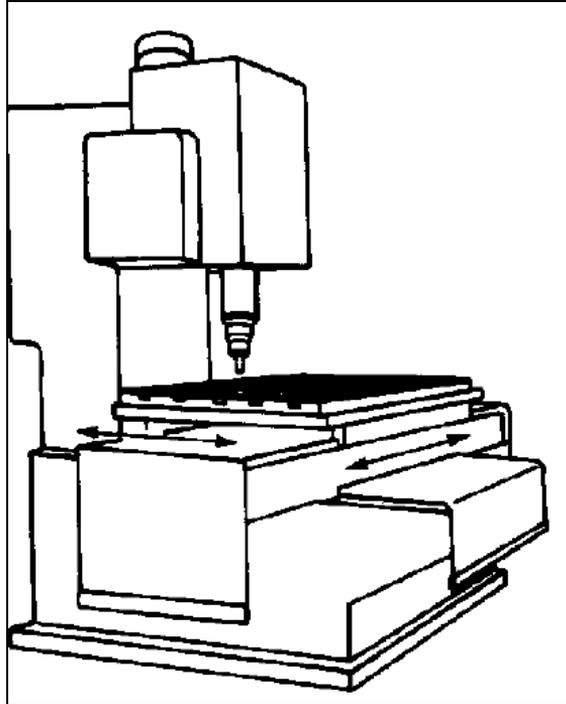
En los sistemas de contorneado, el tercer eje provee un control tridimensional - para fresar cavidades en moldes u otros contornos en tres dimensiones.

### 2.10.1.- Sistemas y Máquinas Posicionales

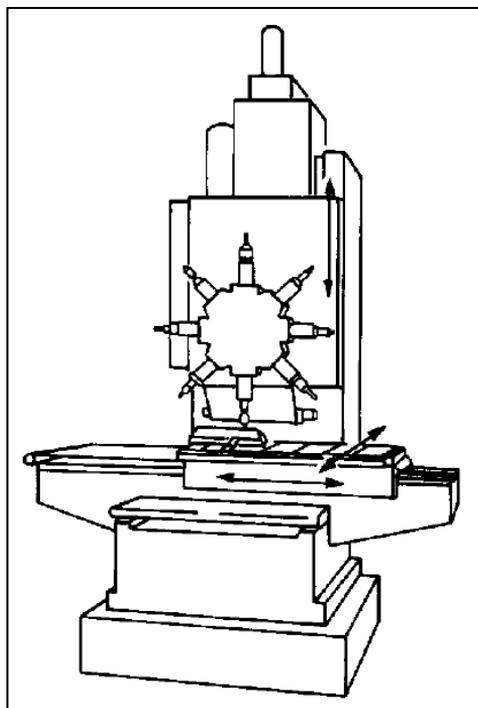
En su forma más simple, la máquina posicional tiene un control dimensional NC de la posición del cursor solamente. El avance y la velocidad de rotación pueden controlarse manualmente. Sin embargo, la mayoría de las máquinas posicionales modernas proveen velocidades, avances y otras funciones automáticas.

A continuación se verán los cuatro sistemas más comúnmente usados por las máquinas posicionales.

- ✓ Punto a punto: una máquina punto a punto es una que mueve el cursor a un punto específico de la pieza en el cual la operación de mecanizado puede comenzar. En algunas máquinas se moverá solamente la herramienta, mientras que en otras se posicionarán tanto la parte como la herramienta simultáneamente. En primera instancia, el cursor se irá directamente al punto elegido, sin preocuparse de una eventual colisión en el camino.
- ✓ Corte recto: El corte recto es usado especialmente en cortes a lo largo de los ejes, pues es sobre ellos el único lugar donde puede mantener su velocidad constante.
- ✓ Sistema de dos ejes: En la siguiente figura se muestra una máquina de dos ejes capaz de fresar y taladrar. En una máquina punto a punto de este tipo la mesa, y por lo tanto la pieza de trabajo, se mueven tanto en el eje X como en el Y. La profundidad es controlada manualmente por el operador, porque no existe manejo NC del eje Z. Sin embargo, una máquina de este tipo puede entregar un sustancial beneficio económico, ya que el operador estará sólo preocupado de la profundidad y del cambio de herramientas.



- ✓ Sistema de tres ejes: una máquina posicional de tres ejes con una torre portaherramientas es lo que se muestra en la próxima figura. Esta máquina requiere un servo adicional para manejar el eje Z, conectado en paralelo a los ejes X e Y. En vista de que la máquina tiene una torre portaherramientas, la cual maneja desde un programa de control, se puede mecanizar una pieza que requiera hasta ocho herramientas distintas, sin detener el ciclo para un cambio de herramienta. Esta máquina puede estar equipada también con un compensador de largo de herramienta, el cual permite memorizar el largo de cada herramienta y ajustar así la altura del portaherramientas respecto de la pieza automáticamente al cambiar de herramienta.



### 2.10.2.- Sistemas y máquinas de contorno

Fresadoras, tornos y otras máquinas-herramientas pueden cortar perfiles muy complejos a través del uso de sistemas controladores NC de contorno. Los sistemas más comunes son:

- ✓ Sistemas de contorno limitado: estos sistemas han sido construidos incluyendo interpolación, pero no memoria. El desarrollo de estos sistemas ha sido pensado minimizando los costos del sistema de contorno. Debe hacerse notar que al no existir memoria, el avance programado y el avance real difieren significativamente, debido a que el promedio de velocidad es calculado instantáneamente por el sistema, y no de acuerdo a lo previamente estimado. Esto acorta significativamente la vida de la herramienta.

- ✓ Sistemas de contorneado total: estos sistemas poseen interpolación y memoria. De esta manera se logra la linealidad en el avance, pues con los datos de posición y ángulo contenidos en la memoria el propio procesador calcula instantáneamente el movimiento que se debe realizar. La programación para el contorneado debe ser realizada como un pequeño programa computacional. El programa recibe las instrucciones sobre medidas y direcciones, así como cual debe ser la velocidad en la ruta. Luego calcula los datos y dirige los movimientos del cursor con las constantes correctas tiempo/distancia. La interpolación puede ser lineal, circular o parabólica; esto depende de la capacidad específica del procesador.

Es importante dejar claro que la información sobre las coordenadas no es el único tipo de información que debe ser almacenada. De hecho, generalmente lo estará el bloque completo de información - coordenadas, avance, tipo de interpolación, necesidad de aceleración o desaceleración, y cualquier función miscelánea que deba ocurrir. De esto se puede concluir que para pasar de un sistema limitado a uno de contorneado total no es tan fácil como llegar y agregar una caja que diga "memoria". Además de esta unidad de almacenamiento, se requieren variados circuitos para el encendido y funcionamiento continuo de los datos en la unidad.

Otro concepto importante en la configuración de las máquinas NC es el tipo de posicionamiento. Los hay de dos tipos: Absoluto o incremental. En el primer tipo, la posición de la herramienta siempre está definida respecto a un origen fijo; en cambio, en el sistema incremental el punto de referencia para la siguiente instrucción es el punto final de la instrucción precedente. Los sistemas NC actuales permiten trabajar en ambos sistemas y en modo mixto.

---

## CAPITULO 3:

### ROBOTS INDUSTRIALES

#### 3.1.- INTRODUCCIÓN

A modo de introducción, debemos hacer referencia al origen de la palabra Robot, si bien desde la antigüedad se conocen ingenios mecánicos con formas más o menos humanas cuyo propósito fue proveer diversión en las cortes o llamar la atención de la gente, estos ingenios carecen de importancia desde el punto de vista tecnológico, precisamente por su destino.

El término Robot fue acuñado por el escritor checoslovaco Karel Kapek, fallecido en 1938, que adquirió fama mundial con su obra R.U.R en la que presenta al obrero moderno como un esclavo mecánico, es allí donde justamente emplea la palabra Robot, tomada del eslavo Robotá, que significa trabajo. Es este aspecto que sí nos interesa y sobre el cual haremos algunas consideraciones.

Norber Winer, matemático norteamericano, que introdujo el término cibernética y su teoría, refiriéndose al mismo tema, expresó:

*"Es una degradación para un ser humano encadenarlo a un remo y usarlo como fuente de energía; pero es casi igual degradación asignarle tareas puramente repetitivas en una fábrica, que exigen menos de una millonésima de su poder cerebral".*

Es más sencillo organizar una fábrica que utiliza individualidades humanas aprovechando sólo una fracción trivial de su valía, que preparar un mundo en el que estos puedan alcanzar su plena dimensión. La aplicación del Taylorismo ha traído como consecuencia no sólo condiciones particulares de consumo y cultura, sino también resulta ser el responsable de la creación de condiciones de trabajo repetitivas, monótonas, alienantes y degradantes para quien las efectúa.

No son pocos los intentos que se efectúan con el ánimo de modificar las condiciones de trabajo comentadas, estos intentos que describiremos rápidamente y que reciben denominaciones tan atractivas como: "Rotación del trabajo" (Job-rotation) o "Ensanchamiento del trabajo" (Job-enlargement) consisten por ejemplo en que los trabajadores José, Pedro y Juan cumplan alternativamente los trabajos repetitivos X, Y y Z. Como podemos comprender se trata de una solución falsa, en la que operarios cumplen una serie de operaciones repetitivas, al final de las cuales deberán comenzar nuevamente. El "Trabajo enriquecido" (job-enrichement) agrega a la rotación ya descrita la ejecución de tareas no repetitivas, como por ejemplo el mantenimiento. Un ejemplo de este sistema en el que se han puesto grandes esperanzas, lo constituyeron las islas de montaje en la industria automotriz Sueca.

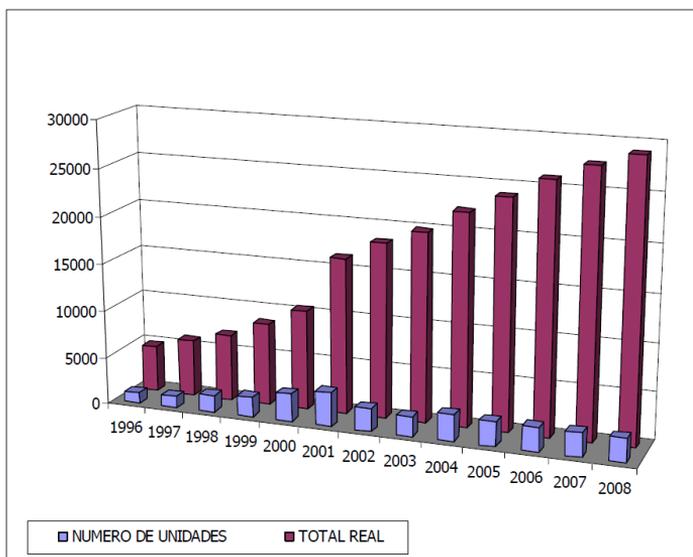
Los resultados obtenidos hasta el presente no justifican las expectativas iniciales. Hasta el momento sólo la Robotización del trabajo o Robótica aparece como el medio capaz de superar al Taylorismo mediante una revalorización de su filosofía, cuya racionalidad consiste en haber parcializado el trabajo, pero su irracionalidad se manifiesta en el último eslabón del proceso, constituido por el empleo de un ser "inteligente" en una operación estúpida.

La aplicación de los robots se enfoca prácticamente a cualquier tarea que el ser humano pueda realizar, abriéndose así el campo de investigación para la robótica. Las principales restricciones para la investigación de cómo realizar cierta tarea son el costo en dinero y tiempo y esto precisamente es lo que ha definido las áreas de investigación en la robótica. Debido a estas restricciones, las principales aplicaciones que se tienen actualmente son en manufactura y cuyo aumento esperado en productividad justifica la inversión.

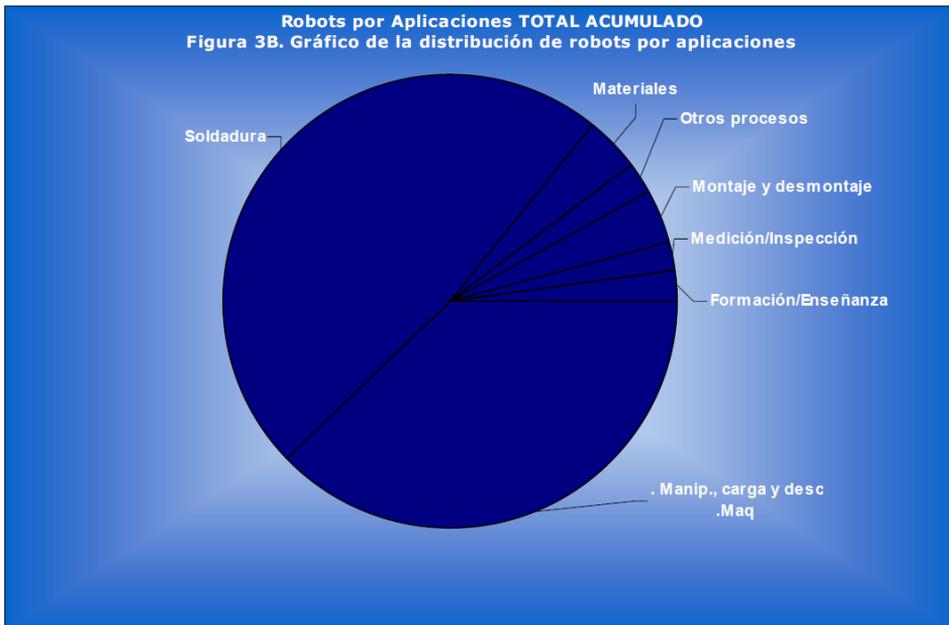
La robotización en España en todos los sectores industriales se incrementa en valor real de año en año.

AÑOS	Nº de unidades	Total acumulado histórico	% Λ	TOTAL REAL (*)
1997	1.203	1.203	18,6	5.954
1998	1.810	3.013	23,6	6.994
1999	2.112	5.125	22,3	8.633
2000	2.941	8.066	25,3	10.473
2001	3.584	11.650	24,6	16.378
2002	2.420	14.070	14,8	18.352
2003	2.031	16.101	11,1	19.847
2004	2.826	18.927	14,2	22.212
2005	2.599	21.526	11,7	24.031
2006	2.527	24.053	10,5	26.016
2007	2.515	33.047	9,7	27.701
2008	2.461	35.508	8,9	29.029

(\*) Acumulado ejercicio anterior + incremento del ejercicio - incremento año número 12 anterior



EVOLUCIÓN DEL PARQUE DE ROBOTS EN ESPAÑA – FUENTE ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ROBÓTICA.



**GRÁFICO DE LA DISTRIBUCIÓN DE ROBOTS POR APLICACIONES EN ESPAÑA (TOTAL ACUMULADO) –  
FUENTE ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ROBÓTICA.**



El cumplimiento de las normas cada vez más estrictas de seguridad en el trabajo ha llevado en los últimos años al desarrollo e implantación de robots que realizan tareas consideradas peligrosas para la salud humana, o que se realizan en contextos hostiles para el ser humano. La descripción de los avances en seguridad derivados de la implantación de robots debe tomar en consideración los nuevos prototipos de robots industriales y de servicios que automatizarán tareas peligrosas en los próximos años. Y debe presentar los nuevos riesgos que se derivan del uso de esta tecnología, que nos sitúan ante un contexto diferente en el ámbito de la prevención, el trabajo y la salud. En este artículo, analizaremos los principales factores que influyen en la evolución del mercado de robots industriales, los impactos sobre la reducción de accidentes laborales, la automatización de tareas consideradas peligrosas para la salud de los trabajadores en los próximos años, y las previsiones de los expertos españoles en relación con la evolución y tipificación de los impactos de la robotización relativos a las condiciones de trabajo y la salud de los trabajadores, haciendo especial hincapié en el análisis de los factores estresores en un contexto laboral caracterizado por una creciente automatización.

---

## **3.2.- ROBÓTICA**

La robótica es una área interdisciplinaria formada por la ingeniería mecánica, eléctrica, electrónica y sistemas computacionales. La mecánica comprende tres aspectos: diseño mecánico de la máquina, análisis estático y análisis dinámico. La microelectrónica le permite al robot transmitir la información que se le entrega, coordinando impulsos eléctricos que hacen que el robot realice los movimientos requeridos por la tarea. La informática provee de los programas necesarios para lograr la coordinación mecánica requerida en los movimientos del robot, dar un cierto grado de inteligencia a la máquina, es decir adaptabilidad, autonomía y capacidad interpretativa y correctiva.

El término de robótica inteligente combina cierta destreza física de locomoción y manipulación, que caracteriza a lo que conocemos como robot, con habilidades de percepción y de razonamiento residentes en una computadora. La locomoción y manipulación están directamente relacionadas con los componentes mecánicos de un robot. La percepción está directamente relacionada con dispositivos que proporcionan información del medio ambiente (sensores); estos dispositivos pueden ser de tipo ultrasonido (radares), cámaras de visión, láseres, infrarrojos, por mencionar algunos. Los procesos de razonamiento seleccionan las acciones que se deben tomar para realizar cierta tarea encomendada. La habilidad de razonamiento permite el acoplamiento natural entre las habilidades de percepción y acción.

La robótica en la actualidad tiene dos ramas: una que trata con ambientes preparados (industriales) y la otra que trata con ambientes no estructurados y no predecibles (submarinos, catástrofes y el espacio). En algún tiempo se pensó erróneamente que se necesitaría de un gran desarrollo en sensado, percepción y razonamiento aún para robots industriales.

Actualmente, la robótica industrial se está extendiendo en muchos países, especialmente en Japón, debido exactamente a que se tiene disponibles el tiempo y el ambiente para preparar al robot en su tarea a realizar para practicarla y perfeccionarla, de tal forma que se pueda repetir muchas veces. El sensado se utiliza raramente para cubrir cosas ligeramente impredecibles. Sin embargo, lo del proceso anterior es suficiente dado que la planeación y preparación son las palabras claves en manufactura.

Los investigadores en robótica han tenido que enfocarse en ambientes no estructurados para poder justificar mucha de la investigación en sensado y habilidad de manejo que se ha hecho en la última década. Obviamente, el hombre puede hacer muchas más cosas que un robot, pero la pregunta continúa: si la robótica lo reemplazará o no.

### **3.2.1.- Campos de aplicación de la robótica.**

Teóricamente el uso de sistemas robóticos podría extenderse a casi todas las áreas imaginables en donde se necesite de la ejecución de tareas mecánicas, tareas hoy ejecutadas por el hombre o imposibles de ejecutar por él (por ej. una exploración sobre el terreno de la superficie marciana). Se entiende, en este contexto, que tarea mecánica es toda actividad que involucra presencia física y movimiento por parte de su ejecutor.

Pero al situarnos en el contexto real, en la práctica, nos damos cuenta de que existen factores que limitan el vuelo de nuestra imaginación, los que mencionaremos en el siguiente punto.

Algunos de los campos de aplicación actuales de la robótica son:

✓ **Investigación - Exploración.**

En donde los robots presentan la ventaja de resistir mejor los medioambientes hostiles para el ser humano.

✓ **Entretenimiento.**

Esta **industria** se favorece del uso de robots para recrear situaciones ficticias o posibles, haciendo uso de los llamados "efectos especiales".

✓ **Construcción.**

**Industria** en que ya se registran proyectos que incluyen el uso de robots como ejecutores de tareas de dimensionamiento, transporte, montaje, entre otras.

✓ **Automatización Industrial.**

Es el más relevante y de **interés** para nosotros. Corresponde al uso de robots en la industria a fin de mejorar, agilizar y aumentar la producción en los diferentes procesos.

### **3.2.2.- Factores que limitan el desarrollo e implementación de sistemas robóticos.**

Como mencionamos anteriormente, las aplicaciones de los sistemas robóticos podrían ser innumerables. Pero existen dos factores, fuertes y decisivos, que inhiben el crecimiento y desarrollo de esta tecnología. Estos a considerar son:

✓ **Limitaciones económicas.**

Dado que la robótica es una disciplina de avanzada y en desarrollo, los costos asociados a ella son altísimos, puesto que se necesitan recursos no sólo para su construcción. Hay muchas áreas de investigación relacionadas que también son fuentes de costo, y hacen que en la actualidad un sistema robótico sea un producto carísimo y no masificado.

✓ **Limitaciones tecnológicas.**

Un campo de investigación como la robótica está orientado a tratar de llevar a la práctica ideas que pueden haber sido concebidas hace ya mucho tiempo. Además del factor recursos, la concreción de dichas ideas dependerá de que se hayan encontrado o desarrollado los medios tecnológicos que la permitan.

### **3.2.3.-Robótica y automatización**

Son disciplinas surgidas en diferentes épocas. La robótica nace en décadas recientes para complementarse con la automatización, aportándole como elemento innovador cierto grado de inteligencia.

En el contexto industrial, la automatización es como una tecnología que está relacionada con el empleo de sistemas mecánicos, electrónicos y basados en la informática en la operación y control de la producción. Este concepto, para ser actualizado, debe incluir el uso de robots.

El robot industrial forma parte del progresivo desarrollo de la automatización industrial, favorecido notablemente por el avance de las técnicas de control por computadora, y contribuye de manera decisiva a la automatización en los procesos de fabricación de series de mediana y pequeña escala.

### **3.2.4.-Robótica Industrial**

#### **3.2.4.1.- ¿Qué es el robot industrial?**

Se entiende por Robot Industrial a un dispositivo de maniobra destinado a ser utilizado

---

en la industria y dotado de uno o varios brazos, fácilmente programable para cumplir operaciones diversas con varios grados de libertad y destinado a sustituir la actividad física del hombre en las tareas repetitivas, monótonas, desagradables o peligrosas.

El RIA Robot Institute of America define al Robot como "Un manipulador multifuncional reprogramable, diseñado para mover materiales, partes, herramientas o dispositivos especializados a través de movimientos variables programados para la performance de una variedad de labores"

Estas definiciones indudablemente no abarcan todas las posibilidades de aplicación presente y futuras de los Robots y en opinión de quienes escriben, el Robot es para la producción, lo que el computador es para el procesamiento de datos. Es decir, una nueva y revolucionaria concepción del sistema productivo cuyos alcances recién comienzan a percibirse en los países altamente industrializados.

Realmente, los Robots no incorporan nada nuevo a la tecnología en general, la novedad radica en la particularidad de su arquitectura y en los objetivos que se procura con los mismos. El trabajo del Robot se limita generalmente a pocos movimientos repetitivos de sus ejes, estos son casi siempre 3 para el cuerpo y 3 para la mano o puño, su radio de acción queda determinado por un sector circular en el espacio donde este alcanza a actuar. Cuando las partes o piezas a manipular son idénticas entre sí y se presentan en la misma posición, los movimientos destinados a reubicar o montar partes se efectúan mediante dispositivos articulados que a menudo finalizan con pinzas.

La sucesión de los movimientos se ordena en función del fin que se persigue, siendo fundamental la memorización de las secuencias correspondientes a los diversos movimientos. Puede presentarse el caso en el que las piezas o partes a ser manipuladas no se presenten en posiciones prefijadas, en este caso el robot deberá

---

poder reconocer la posición de la pieza y actuar u orientarse para operar sobre ella en forma correcta, es decir se lo deberá proveer de un sistema de control adaptativo.

Si bien no existen reglas acerca de la forma que debe tener un robot industrial, la tecnología incorporada a él está perfectamente establecida y en algunos casos esta procede de las aplicadas a las máquinas-herramientas. Los desplazamientos rectilíneos y giratorios son neumáticos, hidráulicos o eléctricos. Como es sabido, los sistemas neumáticos no proveen movimientos precisos debido a la compresibilidad del aire y en ellos deben emplearse topes positivos para el posicionamiento, lo que implica la utilización de dispositivos de desaceleración. Los Robots Neumáticos poseen una alta velocidad de operación manipulando elementos de reducido peso.

Los accionamientos hidráulicos proporcionan elevadas fuerzas, excelente control de la velocidad y posicionamiento exacto. En cuanto a los sistemas eléctricos se utilizan motores de corriente continua o motores paso a paso. Estos dos tipos de Robots quedan reservados a la manipulación de elementos más pesados o los procesos de trayectorias complejas como las tareas **de** soldadura por punto o continua.

### **3.2.4.2.- Clasificación de los robots industriales**

Una clasificación del grado de complejidad del Robot puede establecerse de la siguiente forma:

#### **3.2.4.2.1.- Robots de primera generación**

Dispositivos que actúan como "esclavo" mecánico de un hombre, quien provee mediante su intervención directa el control de los órganos de movimiento. Esta transmisión tiene lugar mediante servomecanismos actuados por las extremidades

---

superiores del hombre, caso típico manipulación de materiales radiactivos, obtención de muestras submarinas, etc.

#### **3.2.4.2.2.- Robots de segunda generación**

El dispositivo actúa automáticamente sin intervención humana frente a posiciones fijas en las que el trabajo ha sido preparado y ubicado de modo adecuado ejecutando movimientos repetitivos en el tiempo, que obedecen a lógicas combinatorias, secuenciales, programadores paso a paso, neumáticos o Controladores Lógicos Programables. Un aspecto muy importante está constituido por la facilidad de rápida reprogramación que convierte a estos Robots en unidades "versátiles" cuyo campo de aplicación no sólo se encuentra en la manipulación de materiales sino en todo los procesos de manufactura, como por ejemplo: en el estampado en frío y en caliente asistiendo a las máquinas-herramientas para la carga y descarga de piezas. En la inyección de termoplásticos y metales no ferrosos, en los procesos de soldadura a punto y continúa en tareas de pintado y reemplazando con ventaja algunas operaciones de máquinas convencionales.

#### **3.2.4.2.3.- Robots de tercera generación**

Son dispositivos que habiendo sido contruidos para alcanzar determinados objetivos serán capaces de elegir la mejor forma de hacerlo teniendo en cuenta el ambiente que los circunda. Para obtener estos resultados es necesario que el robot posea algunas condiciones que posibiliten su interacción con el ambiente y los objetos. Las mínimas aptitudes requeridas son: capacidad de reconocer un elemento determinado en el espacio y la capacidad de adoptar propias trayectorias para conseguir el objetivo deseado. Los métodos de identificación empleados hacen referencia a la imagen óptica por ser esta el lenguaje humano en la observación de los objetos, sin embargo no

puede asegurarse que la que es natural para **el hombre**, constituye la mejor solución para el robot.

### 3.2.4.3.- Tipos de configuraciones para robots industriales

Cuando se habla de la configuración de un robot, se habla de la forma física que se le ha dado al brazo del robot.

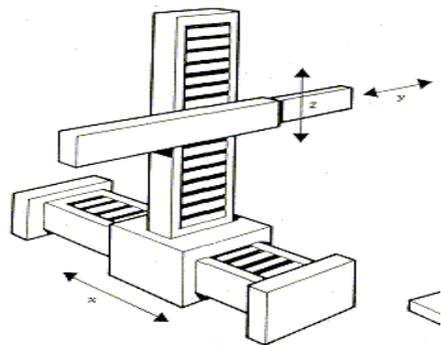
El brazo del manipulador puede presentar cuatro configuraciones clásicas: la cartesiana, la cilíndrica, la polar y la angular.

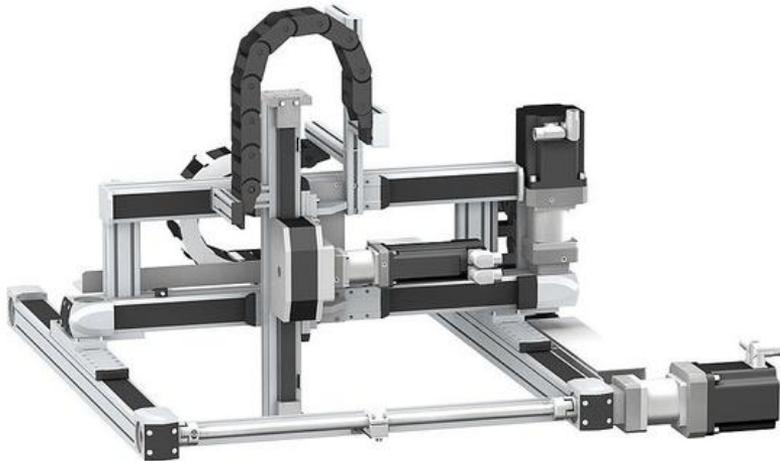
#### 3.2.4.3.1.- Configuración cartesiana

Posee tres movimientos lineales, es decir, tiene tres grados de libertad, los cuales corresponden a los movimientos localizados en los ejes X, Y y Z.

Los movimientos que realiza este robot entre un punto y otro son con base en interpolaciones lineales. Interpolación, en este caso, significa el tipo de trayectoria que realiza el manipulador cuando se desplaza entre un punto y otro.

A la trayectoria realizada en línea recta se le conoce como interpolación lineal y a la trayectoria hecha de acuerdo con el tipo de movimientos que tienen sus articulaciones se le llama interpolación por articulación.





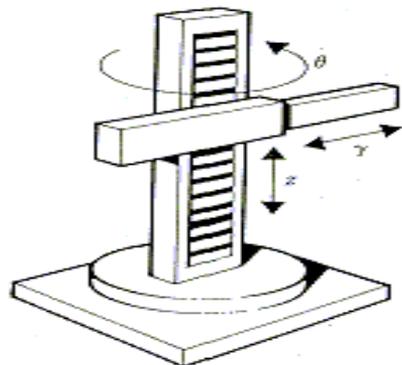
Robot cartesiano LEXIUM MAX SERIES de la marca SCHNEIDER ELECTRIC

### 3.2.4.3.2.- Configuración cilíndrica

Puede realizar dos movimientos lineales y uno rotacional, o sea, que presenta tres grados de libertad.

El robot de configuración cilíndrica está diseñado para ejecutar los movimientos conocidos como interpolación lineal e interpolación por articulación.

La interpolación por articulación se lleva a cabo por medio de la primera articulación, ya que ésta puede realizar un movimiento rotacional.



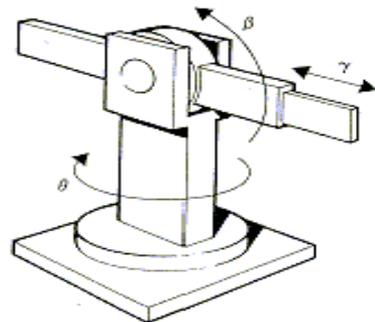


Robot cilíndrico

#### 3.2.4.3.3.- Configuración polar

Tiene varias articulaciones. Cada una de ellas puede realizar un movimiento distinto: rotacional, angular y lineal.

Este robot utiliza la interpolación por articulación para moverse en sus dos primeras articulaciones y la interpolación lineal para la extensión y retracción.



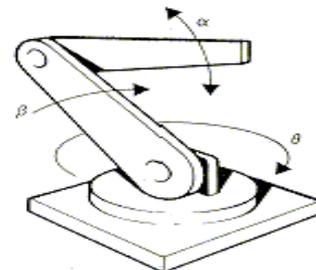


Robot polar

#### 3.2.4.3.4.- Configuración angular (o de brazo articulado)

Presenta una articulación con movimiento rotacional y dos angulares. Aunque el brazo articulado puede realizar el movimiento llamado interpolación lineal (para lo cual requiere mover simultáneamente dos o tres de sus articulaciones), el movimiento natural es el de interpolación por articulación, tanto rotacional como angular.

Además de las cuatro configuraciones clásicas mencionadas, existen otras configuraciones llamadas no clásicas.

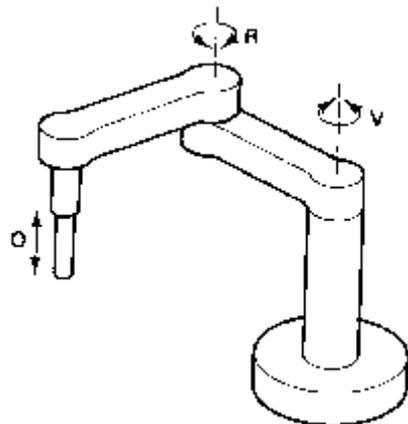




Robot angular (o de brazo articulado)

### 3.2.4.3.5.- Configuración SCARA

El ejemplo más común de una configuración no clásica lo representa el robot tipo SCARA, cuyas siglas significan: Selective appliance arm robot for assembly. Este brazo puede realizar movimientos horizontales de mayor alcance debido a sus dos articulaciones rotacionales. El robot de configuración SCARA también puede hacer un movimiento lineal (mediante su tercera articulación).

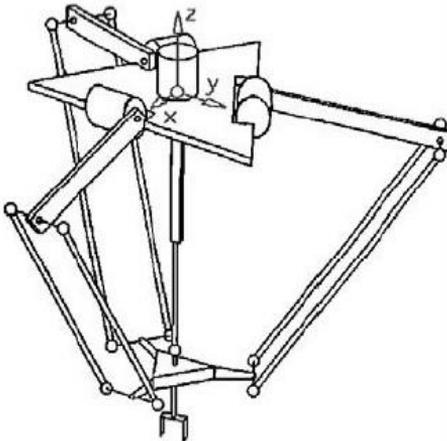




Robot scara STÄUBLI de 4 ejes

### 3.2.4.3.6.- Configuración paralela

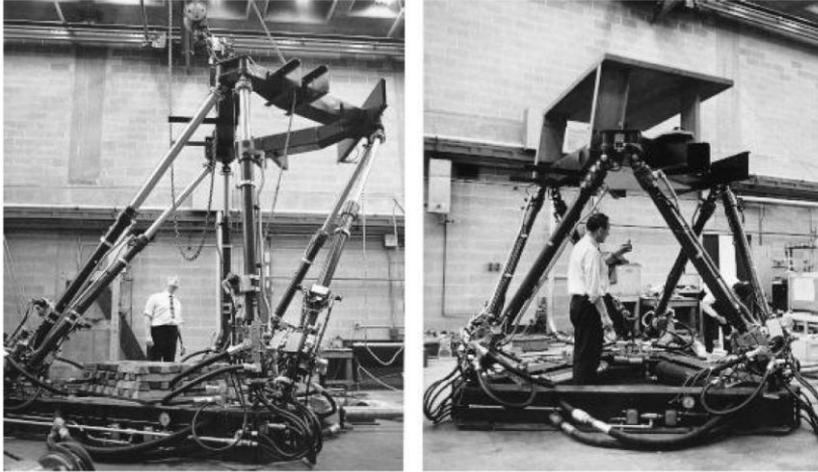
El elemento Terminal se encuentra conectado a la base por, al menos, dos cadenas cinemáticas independientes.



La carga se reparte entre los eslabones.

La rigidez de los eslabones asegura mayor precisión de posicionamiento.

Inicialmente se utilizaban en simuladores de vuelo.



Simulador de vuelo de Klaus Cappel. Construido en los años 60.

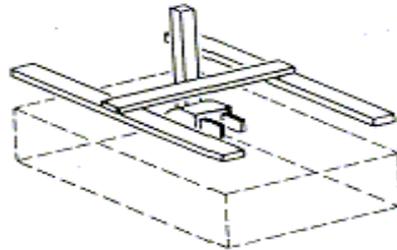
#### 3.2.4.4.- Volumen de trabajo

Para acercarnos más al conocimiento de los robots industriales, es preciso tocar el tema que se refiere al volumen de trabajo y la precisión de movimiento.

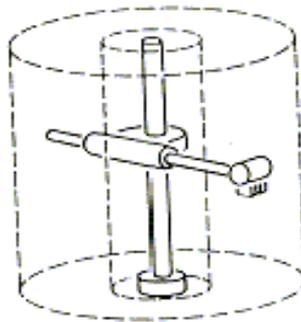
Entre las características que identifican a un robot se encuentran su volumen de trabajo y ciertos parámetros como el control de resolución, la exactitud y la repetibilidad.

El volumen de trabajo de un robot se refiere únicamente al espacio dentro del cual puede desplazarse el extremo de su muñeca. Para determinar el volumen de trabajo no se toma en cuenta el efecto final. La razón de ello es que a la muñeca del robot se le pueden adaptar grippers de distintos tamaños.

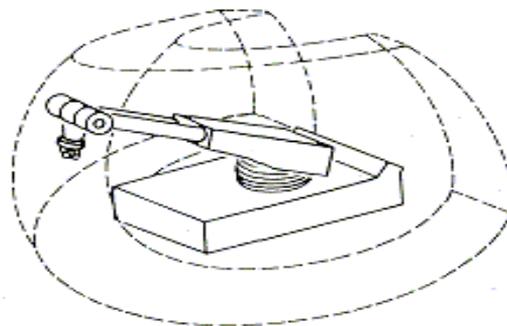
Para ilustrar lo que se conoce como volumen de trabajo regular y volumen de trabajo irregular, tomaremos como modelos varios robots.



El robot cartesiano y el robot cilíndrico presentan volúmenes de trabajo regulares. El robot cartesiano genera una figura cúbica.



El robot de configuración cilíndrica presenta un volumen de trabajo parecido a un cilindro (normalmente este robot no tiene una rotación de 360°)



Por su parte, los robots que poseen una configuración polar, los de brazo articulado y los modelos SCARA presentan un volumen de trabajo irregular.

---

### **3.2.4.5.- Sistemas de Impulsión de los robots industriales**

Los más comunes son tres: impulsión hidráulica, impulsión eléctrica e impulsión neumática.

#### **3.2.4.5.1.- Hidráulico.**

El sistema de impulsión hidráulica es en la que se utiliza un fluido, generalmente un tipo de aceite, para que el robot pueda movilizar sus mecanismos. La impulsión hidráulica se utiliza para robots grandes, los cuales presentan mayor velocidad y mayor resistencia mecánica.

#### **3.2.4.5.2.- Eléctrico.**

Se le da el nombre de impulsión eléctrica cuando se usa la energía eléctrica para que el robot ejecute sus movimientos. La impulsión eléctrica se utiliza para robots de tamaño mediano, pues éstos no requieren de tanta velocidad ni potencia como los robots diseñados para funcionar con impulsión hidráulica. Los robots que usan la energía eléctrica se caracterizan por una mayor exactitud y repetibilidad.

#### **3.2.4.5.3.- Neumático.**

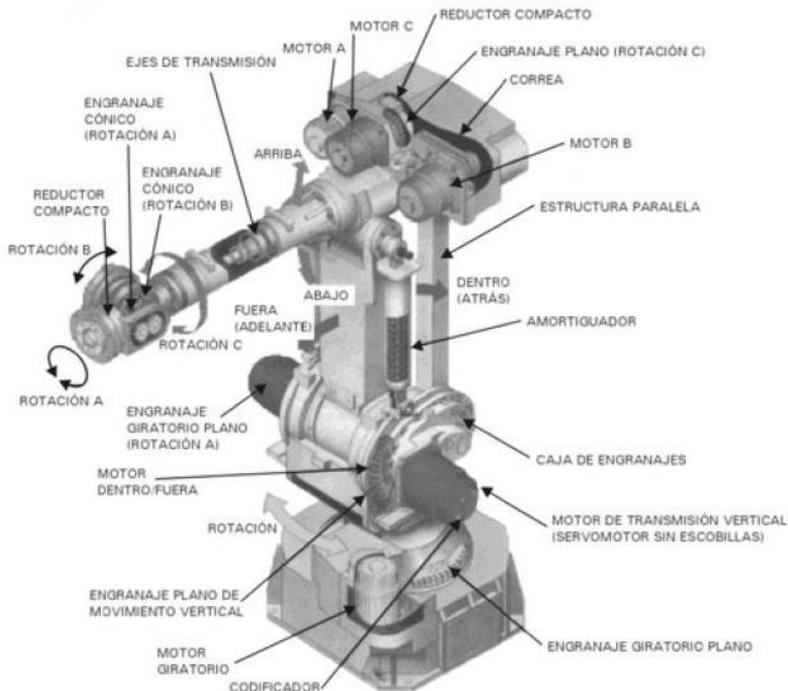
Sólo resta hablar de aquellos robots que se valen de la impulsión neumática para realizar sus funciones. En la impulsión neumática se comprime el aire abastecido por un compresor, el cual viaja a través de mangueras.

Los robots pequeños están diseñados para funcionar por medio de la impulsión neumática.

Los robots que funcionan con impulsión neumática están limitados a operaciones como la de tomar y situar ciertos elementos.

Es importante señalar que no todos los elementos que forman el robot pueden tener el mismo tipo de impulsión.

### 3.2.4.6.- Componentes de un robot industrial



COMPONENTES DE UN ROBOT INDUSTRIAL ANTROPOMÓRFICO O DE CONFIGURACIÓN ANGULAR

#### **3.2.4.6.1.- Estructura mecánica**

- ✚ Está compuesto de varias articulaciones y sus elementos de transmisión y reductoras.
- ✚ Las partes que conforman el manipulador reciben los nombres de: cuerpo, brazo, muñeca y elemento Terminal.

#### **3.2.4.6.2.- Sistema locomotor (actuadores)**

- ✚ Sirven para actuar sobre la estructura mecánica modificando su configuración, y por tanto, la posición del órgano Terminal.

#### **3.2.4.6.3.- Sistema sensorial (sensores)**

- ✚ Es necesario para conocer el estado del robot y de su entorno.

#### **3.2.4.6.4.- Sistema de control de bajo nivel**

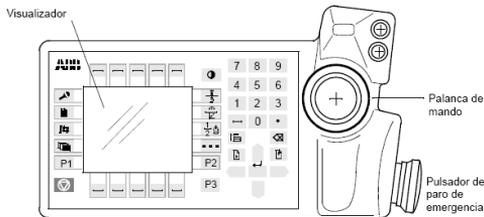
- ✚ Gobierna los accionadores del robot a partir de la definición de movimientos a ejecutar, de acuerdo con el sistema de decisión y la información proporcionada por el sistema sensorial.
- ✚ Es el que controla cada uno de los movimientos del manipulador y guarda sus posiciones.
- ✚ El controlador recibe y envía señales a otros elementos de la celda de trabajo (por medio de señales entrada/salida) y almacena programas.

### 3.2.4.6.5.- Sistema de decisión y planificación

- ✚ Elabora el movimiento del robot a partir de la definición de la tarea a ejecutar transmitida por el operador con ayuda del sistema de comunicación

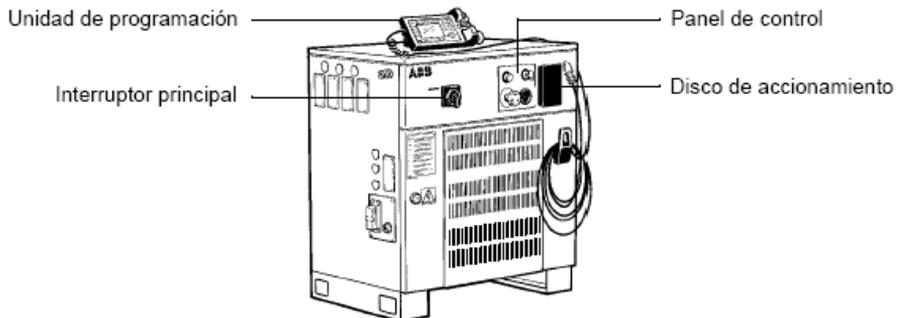
### 3.2.4.6.6.- Dispositivos de entrada y salida de datos

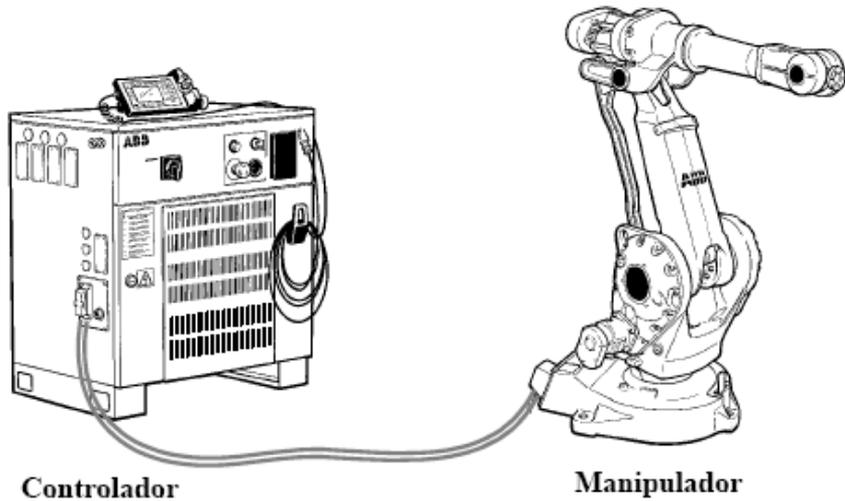
- ✚ Los mecanismos de entrada y salida, más comunes son: teclado, monitor y caja de comandos.



### 3.2.4.6.7.- Sistema de comunicación

- ✚ Comunica los programas de actuación al robot.

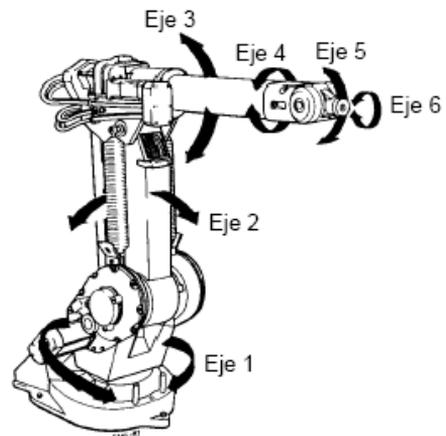




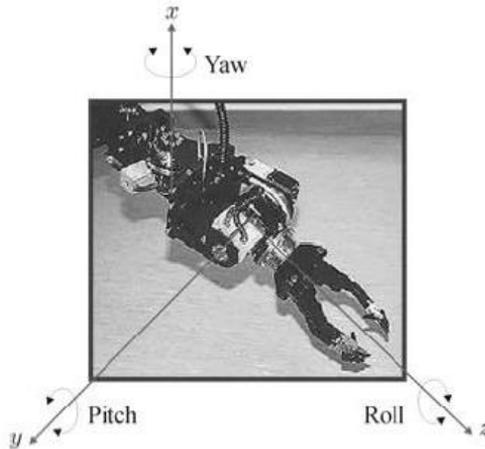
### 3.2.4.7.- Grados de libertad o ejes

Cada uno de los movimientos independientes que una articulación permite efectuar le confiere un grado de libertad a la estructura del manipulador.

El número de grados de libertad de la estructura viene determinado por la suma de los grados de libertad de cada una de las articulaciones.



El número de grados de libertad requerido puede completarse con la muñeca: articulación o conjunto de articulaciones que enlazan el elemento Terminal con el elemento de trabajo.



---

## CAPITULO 4:

# LAS ESTRATEGIAS DE AUTOMATIZACIÓN AVANZADA Y SU IMPACTO SOBRE LA SEGURIDAD Y LA SALUD

Una de las aportaciones fundamentales de los robots en el ámbito de la producción industrial es la realización de trabajos en condiciones y ambientes hostiles y peligrosos. El cumplimiento de las normativas de seguridad en el trabajo, y la disminución de los riesgos inherentes a determinadas tareas (como la soldadura o pintura en el área de automoción), son dos de los objetivos principales para invertir en robots industriales. Por ejemplo, la pintura con pistola pulverizadora mediante robots permite evitar que los trabajadores se contaminen, la superficie pintada resulta más uniforme, se pierde menos pintura, son necesarios menos retoques, y hay menos desechos. Diversas investigaciones señalan cómo disminuyen el número de accidentes laborales, pero aumenta el riesgo de sufrir accidentes laborales más graves, derivados de las características de los sistemas tecnológicos instalados, y de las condiciones de trabajo en ese contexto. En las cadenas de montaje, "cuando se incorpora un robot o una máquina de producción automática a una cadena con operadores humanos, hay que darse cuenta de que el trabajador a quien el robot pasa el trabajo sigue el ritmo de la máquina. Esto puede resultar muy difícil (...) es obvio que el diseñador y el instalador tienen que conocer los principios ergonómicos para que la fatiga y la tensión puedan mantenerse a un mínimo" (Knight, 1989: 2146). Los estudios realizados en la década de los años 80, muestran como " los sistemas automáticos tienen un excelente record de seguridad en comparación con los sistemas de trabajo intensivo a los que sustituyen" (Knight, 1989: 2146).

En estudios recientes sobre la utilización de robots en el área del vidrio, cerámica y materiales afines, se ha podido comprobar cómo "el uso de automatismos para eliminar el movimiento manual del material desempeña un papel importante en la prevención de las lesiones ergonómicas. Los automatismos han reducido los esfuerzos ergonómicos y las graves lesiones con desgarro que históricamente se han asociado a la manipulación del material (por ejemplo, vidrio plano) por el personal de producción" (Hellerstein, Bender, Hadley y Omán, 1999: 843). Sin embargo, las características tecnológicas de los robots introducen nuevos riesgos: "la mayor utilización de robots y la automatización de procesos introduce los riesgos propios de la maquinaria móvil y la energía eléctrica, lo cual transforma los tipos de peligros o los desplaza a otros operarios" (Hellerstein, Bender, Hadley y Omán, 1999: 843).

La rápida evolución tecnológica y la creciente implantación de robots industriales (y de servicios), hace necesario considerar, junto con las experiencias empíricas disponibles sobre los impactos de la Robótica en la seguridad y la salud, las previsiones de los expertos sobre las nuevas áreas de actividad que van a ser automatizadas en los próximos años, para poder establecer estrategias adecuadas que, sobre la base de los impactos que ya conocemos, y de los impactos previsibles en los próximos años, permitan mejorar las condiciones de seguridad en el trabajo. Por ello, hemos desarrollado una investigación prospectiva (Tezanos, Díaz, Sánchez Morales y López, 1997; López Peláez, 2000), en la que nos hemos dirigido a expertos en innovación tecnológica y diseño de robots, a expertos en desarrollo de sistemas robotizados aplicados a la producción industrial y los servicios; a expertos en la gestión de dichos sistemas, en su implantación y mejora; a expertos en la formación del personal que trabaja con sistemas automáticos y robotizados; a cuadros sindicales conocedores de esta cuestión; así como a especialistas españoles en el análisis de las características y consecuencias de los sistemas automáticos en la industria. El grupo de expertos

consultados en ambos estudios Delphi puede considerarse que está altamente capacitado para analizar los impactos reales de los sistemas robotizados y su difusión, más allá de las cualificaciones en la investigación tecnológica punta en robots cuya viabilidad en el mercado depende justamente de los aspectos que aparecen planteados a lo largo de esta investigación. Los impactos de la Robótica sobre la seguridad y la salud en el trabajo disminuyen los riesgos físicos, pero generan nuevas condiciones de trabajo en las que aparecen nuevos factores estresores. Si no se evalúan y se establecen estrategias adecuadas, estos factores pueden generar nuevas enfermedades profesionales.



---

## **CAPITULO 5:**

# **EVOLUCIÓN DE LOS FACTORES ESTRESORES EN UN CONTEXTO DE FUERTE AUTOMATIZACIÓN**

La Robótica disminuye los riesgos físicos que se derivan de trabajar en contextos hostiles, de difícil acceso, con materiales tóxicos que implican graves riesgos para la salud y seguridad del trabajador. Los nuevos robots industriales y de servicios se orientan a automatizar este tipo de tareas, tanto en la construcción, como en el ámbito de la investigación submarina, espacial, el área de la energía nuclear, y las áreas de actividad de sectores tradicionalmente consumidores de robots, como el sector automovilístico, que utilizan materiales tóxicos y en los que se trabaja en condiciones peligrosas para la salud. Ahora bien, la evolución del mercado de robots muestra un crecimiento muy elevado, que se prevé continúe en los próximos años. Ante la mayor presencia de robots industriales y de servicios en diversas áreas de actividad, es necesario tomar en cuenta las previsiones de los expertos, para establecer estrategias que aumenten la seguridad y la salud en un contexto caracterizado por la presencia masiva de sistemas robotizados. Los nuevos riesgos, como hemos podido observar, van unidos a las estrategias de aplicación de los sistemas automáticos y robotizados: nos encontramos con una disminución de los riesgos físicos derivados de la manipulación de objetos y sustancias peligrosas, y con un aumento derivado de las nuevas condiciones de trabajo. Son los siguientes:

Características de los puestos de trabajo
<p>Aumentará el número de tareas y funciones que asumen los trabajadores que operan con sistemas automáticos y robotizados.</p> <p>Aumentará la movilidad funcional en las empresas con altos niveles de automatización.</p> <p>Aumentará el nivel de saturación experimentado por los trabajadores en las empresas con altos nivel, de robotización y automatización.</p> <p>Aumentará el ritmo de trabajo de los trabajadores que operan con sistemas automáticos y robotizados.</p> <p>Aumentará el enriquecimiento de los puestos de trabajo en las empresas con altos niveles de automatización y robotización.</p>
Nuevos riesgos derivados de la implantación de sistemas automáticos y robotizados
<p>Mayor nivel de stress derivado de la mayor intensidad y del aumento de la carga de trabajo.</p> <p>Mayor presión psíquica derivada del requerimiento del ritmo de trabajo del robot, las tareas añadidas y, el aumento de las responsabilidades en la toma de decisiones.</p> <p>Riesgo de accidentes más graves, derivados de las características de las nuevas tecnologías de automatización: riesgos derivados de la maquinaria móvil y del uso de energía eléctrica.</p> <p>En áreas de actividad no industriales, como la construcción, la limpieza y mantenimiento de edificios, o la ayuda hospitalaria, riesgos derivados del mal uso o error del robot, relativos a su capacidad móvil, su potencia en el movimiento de objetos, y sus requerimientos energéticos</p>
Mejoras de la salud y la seguridad derivadas de la implantación de sistemas automáticos y robotizados
<p>Disminuirán el número de accidentes laborales en las empresas con altos niveles de robotización.</p> <p>Desde el punto de vista físico, la robotización mejora y optimiza las condiciones de trabajo, eliminando riesgos laborales derivados del trabajo en contextos hostiles o con sustancias tóxicas.</p> <p>Supresión de trabajos rutinarios y fatigosos.</p>

Fuente de tablas: López Pelaéz, A. (2000): Impactos de la Robótica y la Automatización Avanzada en el trabajo. Estudio delphi, Madrid, Sistema.

Los estudios empíricos sobre los impactos de las nuevas tecnologías, y específicamente de la Robótica y Automatización avanzada, sobre la seguridad y la salud de los trabajadores, muestran el aumento de los niveles de estrés en aquellos trabajadores que desarrollan su actividad en contextos fuertemente automatizados (López Peláez, 2000). Los factores estresores pueden agruparse en tres grandes ámbitos (Peiró, 1999): el ambiente físico y las características de los puestos de trabajo; el desempeño del rol laboral, las relaciones sociales en el trabajo, y el desarrollo de la carrera profesional en la organización; y, finalmente, las estructuras organizativas y el clima laboral en el que se desarrolla la actividad. Las previsiones de los expertos señalan, como hemos podido analizar anteriormente, cómo la automatización y la robotización afectará a cada uno de estos tres grupos de factores estresores, estableciendo un contexto diferente que debe ser tenido en cuenta para establecer estrategias que disminuyan los riesgos laborales asociados al estrés. En este punto, los expertos prevén un mayor enriquecimiento de los puestos de trabajo en los próximos años, y una disminución de la conflictividad laboral, dos factores que en principio pueden reducir los factores estresores (tabla nº 1). Ahora bien, como vemos en la tabla nº 2, otros impactos derivados de la expansión de la Robótica y la Automatización avanzada nos sitúan ante un contexto en el que aumentarán los niveles de estrés, derivados de los factores estresores que conlleva la automatización.

**TABLA 1**

Impactos positivos de la Robótica sobre los factores estresores en los próximos diez años (2001-2010): previsiones de los expertos españoles

<b>Factores estresores relacionados con el ambiente físico y el puesto, de trabajo</b>
<p>Mejora de las condiciones físicas de trabajo: eliminación de riesgos laborales asociados a actividades peligrosas o nocivas para la salud humana.</p> <p>Supresión de trabajos rutinarios o fatigosos.</p> <p>Disminución del número de accidentes laborales.</p>
<b>Factores estresores relacionados con el desempeño del rol laboral, las relaciones sociales en el trabajo y el desarrollo de la carrera profesional</b>
<p>Enriquecimiento de los puestos de trabajo.</p> <p>Aumento de las responsabilidades a todos los niveles.</p> <p>Aumento de la polivalencia de los trabajadores.</p>
<b>Factores estresores relacionados con las estructuras organizativas y el clima laboral</b>
<p>Reforzamiento de los equipos directivos, de los departamentos de I+D, servicios de mantenimiento, servicios comerciales, y sistemas de formación y gestión.</p> <p>Incremento de los controles de calidad y productividad.</p>

Fuente de tabla: López Pelaéz, A. (2000): *Impactos de la Robótica y la Automatización Avanzada en el trabajo. Estudio delphi*, Madrid, Sistema.

**TABLA 2**

Impactos negativos de la Robótica sobre los factores estresores en los próximos diez años (2001-2010): previsiones de los expertos españoles

<b>Factores estresores relacionados con el ambiente físico y el puesto, de trabajo</b>
<p>Aumentará la saturación en el puesto de trabajo.</p> <p>Aumentará el ritmo de trabajo.</p>
<b>Factores estresores relacionados con el desempeño del rol laboral, las relaciones sociales en el trabajo y el desarrollo de la carrera profesional</b>
<p>Aumentará el número de tareas y funciones que asumen los trabajadores.</p> <p>Aumentará la movilidad funcional.</p> <p>Aumentará la individualización de las relaciones laborales.</p> <p>Disminuirán las posibilidades de carrera profesional.</p>
<b>Factores estresores relacionados con las estructuras organizativas y el clima laboral</b>
<p>Los salarios se mantendrán igual que en la actualidad.</p> <p>Aumentará la inestabilidad en el empleo en el sector industrial y en el sector servicios.</p> <p>Disminución del empleo en términos absolutos: pérdida de puestos de trabajo</p> <p>Disminuirán los puestos de mando intermedios, y las organizaciones tenderán a adoptar estructuras más "planas", con menos niveles jerárquicos.</p> <p>Disminuirá la conflictividad laboral.</p>

Fuente de tabla: López Pelaéz, A. (2000): *Impactos de la Robótica y la Automatización Avanzada en el trabajo. Estudio delphi*, Madrid, Sistema.

Frente a las nuevas posibilidades y riesgos derivados de la aplicación de la Robótica y la Automatización avanzada, y teniendo en cuenta las previsiones de expansión de los robots industriales y de servicios en los próximos años, y la experiencia de los últimos 30 años en la implantación y uso de robots industriales, una estrategia dirigida a mejorar las condiciones de seguridad y salud en el trabajo debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones (cuadro nº 1). Se trata de aumentar la polivalencia y los niveles de formación de los trabajadores, y a la vez de regular el mercado de trabajo para que los posibles impactos negativos derivados de la Robótica y la Automatización avanzada no supongan un incremento de los riesgos relativos a la seguridad y la salud de los trabajadores. Específicamente, los expertos señalaban dos niveles en los que deben tomarse medidas para reducir los impactos negativos de la Robótica: en el ámbito de las empresas que instalan estos sistemas, y en el ámbito global de una sociedad tecnológica avanzada en la que cada vez se alcanzan mayores niveles de automatización.

En el ámbito de los puestos de trabajo y de las empresas que instalan robots y sistemas automáticos de trabajo, será necesario aumentar los niveles de capacitación, responsabilidad y nivel técnico de los trabajadores, a la vez que deben establecerse programas de formación continua y reciclaje. Aumentarán las exigencias formativas, y debe establecerse un proceso de adaptación constante al sistema y a las nuevas condiciones de trabajo. La finalidad de este proceso es llegar a una transformación progresiva que desemboque en un compromiso con la automatización. Según los expertos, en este proceso pueden distinguirse tres fases: en un primer momento, aumentará la conflictividad hasta que se consiga la adaptación; en un segundo momento, se conseguirá la acomodación-negociación de aspectos técnicos y sociales para permitir el ajuste persona/puesto/entorno; en un tercer momento, se logrará la participación-aceptación activa (con propuestas consensuadas de nuevas directrices y

---

mejoras de los sistemas implantados, que desembocarán en un mayor compromiso del trabajador y de la empresa con la automatización).

En el ámbito de la sociedad globalmente considerada, hay que tener en cuenta que los impactos previsibles de la Robótica y la Automatización avanzada provocarán un aumento de la productividad global del sistema económico, y una mejora de la calidad y del precio de la oferta de bienes y servicios, facilitando el tránsito hacia una sociedad del ocio. Pero, junto a estos impactos positivos, la automatización de un número cada vez mayor de tareas en cada vez más áreas de actividad, llevará a una variación importante en una parte significativa de la población activa, un aumento del paro en las áreas en las que se implantan los robots y los sistemas automáticos de trabajo, y establecerá nuevas exigencias de formación que aumentarán las dificultades de los colectivos con bajos niveles formativos para encontrar puestos de trabajo. Por ello, los expertos señalaban que, junto a las estrategias organizativas dirigidas a mejorar las condiciones de los puestos de trabajo en las empresas con altos niveles de automatización, deben tomarse decisiones políticas para reducir los impactos negativos de la robotización: pensiones para

grupos excluidos, incremento de los recursos del Estado del Bienestar para proporcionar ingresos a las personas que pierden su puesto de trabajo, y para financiar programas de formación y capacitación técnica que aumenten las posibilidades de los sectores de trabajadores afectados para encontrar otro puesto de trabajo.

## CUADRO 1

Estrategias para mejorar las condiciones de seguridad y salud en el trabajo en un contexto caracterizado por la expansión de la automatización avanzada en el sector industrial y en el sector servicios

- 1. Aumento del nivel formación de los trabajadores, específicamente en el área de automática y robótica.
- 1. Formación continua dirigida no sólo al conocimiento de nuevas tecnologías, sino a la capacitación de los trabajadores para poder desarrollar más tareas y funciones, asumiendo el nuevo contexto de trabajo. La formación en este campo debe estar dirigida a aumentar la capacidad del trabajador para dominar las nuevas exigencias de los sistemas de trabajo, gestionando mejor el nivel de estrés.
- 1. Regulación de la jornada de trabajo y de los períodos de actividad, teniendo en cuenta la mayor intensidad del mismo y el aumento de la carga de trabajo y la saturación del trabajador derivados del uso del robots y sistemas de trabajo automáticos: establecimiento de períodos de descanso que sustituyan las estrategias informales de descanso (ya que estas desaparecen en contextos de trabajo muy automatizados, donde el operario debe seguir el ritmo de la máquina automática).
- 1. Establecimiento de normativas que regulen el uso de robots en nuevas áreas de actividad (limpieza y mantenimiento de edificios, seguridad, hostelería, construcción, agricultura, salvamento, y tareas domésticas), a través de la creación de productos estandarizados que minimicen los posibles riesgos derivados de su uso: accidentes derivados de la capacidad móvil del robot y su fuente de alimentación energética.
- 1. Promoción de programas de formación y capacitación del usuario en aquellas áreas de actividad en las que se están implantando robots, más allá de los sectores tradicionalmente usuarios de robots industriales.

Fuente de cuadro: López Pelaéz, A. (2000): Impactos de la Robótica y la Automatización Avanzada en el trabajo. Estudio delphi, Madrid, Sistema.

---

## **CAPITULO 6:** **RIESGOS EN SISTEMAS ROBOTIZADOS, AUTOMATIZADOS Y** **MÁQUINAS DOTADAS DE CNC**

Todos estos sistemas por sus especiales características de trabajo, no necesitan de la presencia humana para su funcionamiento. Este alejamiento conlleva un menor riesgo de accidente, ya que el operario está alejado de la fuente de riesgo (robot, sistemas automatizado o maquina dotada de CNC). Pero este riesgo no es eliminado del todo, ya que no es garantizable, que el operario este alejado siempre y en todo momento del entorno de trabajo. La forma de garantizar la no presencia del hombre, es instalar unos elementos que impidan el acceso del trabajador a la zona de peligro, o en su defecto, medios destinados a detener el sistema, cuando el operario entre en esta.

Entre los riesgos podemos destacar dos tipos:

### **6.1 RIESGOS TRADICIONALES**

#### **6.1.1 Factores físicos**

- ✦ Polvo
- ✦ Temperatura ( en materiales y equipos)
- ✦ Temperatura ambiente
- ✦ Ruidos
- ✦ Vibraciones
- ✦ Humedad
- ✦ Radiaciones
- ✦ Electrocutión
- ✦ Electricidad estática
- ✦ Campos electromagnéticos
- ✦ etc.

### **6.1.2 Factores químicos**

Según su acción sobre el organismo se pueden clasificar en:

- ✦ Productos cáusticos y corrosivos
- ✦ Productos tóxicos
- ✦ Productos irritantes
- ✦ Productos sensibilizantes
- ✦ Productos cancerígenos
- ✦ Productos mutantes

### **6.1.3 Factores biológicos**

Su acción sobre el organismo puede dar lugar a enfermedades profesionales.

### **6.1.4 Factores fisiológicos**

- ✦ Sobrecarga estática (actitud, postura)
- ✦ Sobrecarga dinámica (esfuerzos)

### **6.1.5 Factores psicológicos**

En ciertas condiciones de trabajo dan como resultado sobrecargas neuropsíquicas.

## 6.2 RIESGOS ESPECÍFICOS

Como consecuencia de la instalación de los Robots Industriales o sistemas automatizados por mediante PLC ó sistemas CNC hay que añadir a los anteriormente enumerados los riesgos inherentes a estos sistemas.



Los robots y/o otras máquinas industriales debido a su automatización dan lugar a accidentes de especiales características, dado que pueden en un momento determinado ser impredecibles en sus acciones, además de que debido a la rapidez de movimiento de sus órganos móviles y a su imprevisibilidad de acción, pueden ocupar un área de trabajo mayor que las máquinas pero con un tratamiento de prevención particular.

Los riesgos más frecuentes son:

### 6.2.1 Riesgo de colisión entre hombre-máquina

- Son riesgos provocados por golpes debidos al movimiento del robot, bien sea producido por el propio brazo del robot, una pieza que este maneja o el útil que va unido al brazo.
- Acceso a zonas automatizadas en movimiento, como por ejemplo el cargador de herramienta de una máquina CNC, el acceso un cargador de materia prima o el acceso a una zona de paletización de producto final ya elaborado.



## 6.2.2 Riesgo de proyección

- Los operarios pueden ser alcanzados por piezas que el robot deje caer o proyecte, así como producirse quemaduras por gotas de material fundido o cáustico vertidos por una mala operación realizada por él.
- Puede producir la proyección de piezas manipuladas por sistemas hidráulicos o neumáticos.
- En las máquinas-herramienta gobernadas por un CNC puede producirse la proyección de una pieza amarrada por un sistema de mordazas o un plato de amarre. También podría producirse la proyección de partes de una herramienta que se rompiese durante la operación de mecanizado.



### 6.2.3 Riesgo de atrapamiento

- El robot al moverse puede atrapar a un trabajador, entre el brazo y obstáculos que se encuentren a su alrededor, ya sean estos obstáculos fijos o móviles.
- En los sistemas de transfer se pueden producir un atrapamiento.
- Durante el movimiento de cualquier sistema automatizado mediante un PLC o un sistema CNC se puede producir un atrapamiento si el operario accede a la zona de riesgo.



### 6.2.4 Riesgo de corte o amputación

- El corte o amputación de puede producir por el acceso del operario a una zona con una herramienta de corte.
- También se pueden producir amputaciones por el acceso del operario a zonas de riesgo en sistemas automatizados que poseen prensas, punzonadoras o cizallas.
- En general se puede producir una amputación en cualquier sistema automatizado en el que exista una apertura que se cierra y en la que cabe un miembro de un operario y el sistema tienen la suficiente fuerza como para producir dicha amputación.



### **6.2.5 Riesgos tradicionales**

Son los anteriormente descritos, pero producidos como consecuencia de la sustitución del robot o del sistema automatizado por un operario, por avería de aquel. En este caso el operario sustituyente al sistema, se ve más expuesto a los riesgos por la falta de práctica y pérdida del método de trabajo.

## **6.3.- POSIBLES FUENTES DE RIESGOS**

### **6.3.1.- Errores de control y mando**

#### **6.3.1.1.- Fallos producidos por averías en el material que componen los circuitos integrados**

##### **6.3.1.1.1.- Fallos de lógica**

- a) Como consecuencia de un fallo material se produce un defecto en la memoria RAM.
- b) Fallos producidos por el creador del programa y que no han sido detectados durante los periodos de ensayo y experimentación del R.I.
- c) Fallos por intervención de los usuarios en el programa, creando secuencias peligrosas.

##### **6.3.1.1.2.- Perturbaciones**

Estas pueden ser:

---

### Físicas

- Producidas por choques, vibraciones, temperatura, etc.
- El peligro en las vibraciones radica en la posibilidad de que el robot entre en resonancia con una de las frecuencias naturales, en este caso.
- Los desplazamientos dinámicos son de tal envergadura que hacen el R.I. incontrolable al menos durante un intervalo de tiempo. También es posible que las vibraciones afecten a las cabezas lectoras del computador, dando lugar a disfunciones.

### Químicas

- Producidas por ácidos, gases, etc.

### Eléctricas

Estas son las más frecuentes y se pueden dividir en:

- Variaciones lentas de la tensión de la red: La tensión de la red puede variar en un 10% en la distribución exterior a la fabrica sin embargo en el interior pueden existir variaciones más importantes que las anteriormente reseñadas, con la consiguiente disfunción del R.I.
- Variación de la frecuencia de la red: Con variaciones hasta de 1 Hz.
- Caída de tensión: Estas caídas de tensión tienen una duración comprendida entre 60 y 2000 ms, si bien las más frecuentes se hallan entre 100 y 500 ms.

- Tensiones impulsivas: Pueden ser producidas por las conmutaciones normales de carga y en casos llegar hasta 1.200 v. con tiempos de duración de algunos nanosegundos. El simple accionamiento de un interruptor mecánico, crea un paquete de tensiones impulsivas, de duraciones comprendidas entre los 100  $\mu$ s y algunos milisegundos.
- Sobretensiones de origen atmosférico: Como consecuencia de rayos produciendo sobretensiones de hasta 6 Kv.
- Señales de telemando centralizado: Son señales adicionales inyectadas sobre la red, de frecuencias generalmente de 110, 175, 183, 217, 317 y 600 Hz. con tensiones inferiores a la nominal en un 5%.
- Señales de altas frecuencias: Ciertos aparatos como la calefacción por inducción, interfono, axial como un gran número de equipos electrónicos pueden introducir en la red, cantidades elevadas de parásitos en niveles de frecuencia estrecha. Estas interferencias pueden ser conducidas al robot a través del cable de unión, por acoplamientos capacitivos o inductivos con la fuente, o por diferencia de potencial entre las masas de los diferentes equipos, etc: estas interferencias pueden ser engendradas por descargas electrostáticas entre operadores y carcasas o bien por campos electromagnéticos irradiados por Walkies-Talkies, estaciones de radar, prensas de alta frecuencia, etc. Estas perturbaciones pueden ser de dos tipos:
  - ✓ Perturbaciones no destructivas:  
Son alteraciones que no producen destrucción o averías de los componentes y son:

- Alteraciones de la memoria; se producen fundamentalmente sobre las memorias vivas (RAM) de datos de programa, produciendo un cambio de:

- a) El valor de un bit de una palabra de memoria.
- b) El valor de una o varias palabras de memoria.

Las alteraciones de la memoria se concretizan en:

1. Cambios en la secuencia del programa
2. Ejecución de un programa no deseado
3. Paradas en la ejecución del programa, sin posibilidad de recuperación.

- Alteraciones del valor de las salidas: que dan como consecuencia el mal funcionamiento del R.I., produciendo por ejemplo el arranque intempestivo de un motor, pudiendo producir un accidente.
- Alteraciones de los temporizadores: estas temporizaciones son realizadas en numérico o en analógico, sea cual sean las alteraciones se traducen en:
  - a) Que el valor inicial de la temporización cambia tomando un valor cualquiera.
  - b) Que la temporización se relanza intempestivamente.
- Alteraciones del contador del programa.  
Cuando el programa esta perturbando el R.I. ejecuta un programa no deseado.

- ✓ Perturbaciones destructivas:

---

Son producidas por parásitos cuando destruyen los componentes del autómeta, como fusibles, resistencias, condensadores, circuitos integrados, etc. La consecuencia es la parada de escrutación del programa con salidas a cero o al último estado de funcionamiento.

#### **6.3.1.1.3.- Problemas de control**

Pueden derivarse también por el sistema hidráulico o neumático que forman el entorno del robot, produciéndose defectos en este control o de sus elementos de transmisión. Ejemplo: Defectos en las válvulas, en el suministro de aire, fallos en las conducciones etc., así como una liberación de la energía almacenada en los sistemas de acumuladores.

#### **6.3.2.- Acceso no autorizado**

Son riesgos procedentes de, los abusos en sistemas de permisos de trabajo, o normas de acceso dentro de los cerramientos que contienen al sistema automatizado.

#### **6.3.3.- Errores humanos**

Son los riesgos más importantes y peligrosos, se producen como consecuencia del acceso del operario a lugares que normalmente no son permitidos, salvo para operaciones de programación o trabajos de mantenimiento, así como operaciones de carga y descarga.

Estos errores pueden provenir de dos causas principales:

1º Como falta de conocimientos del manejo y áreas de trabajo del robot.

---

2° Demasiada familiaridad con el robot (exceso de confianza).

#### **6.3.4.- Elementos mecánicos**

- ✓ Son riesgos derivados de piezas o herramientas manipulados o transportados, como piezas con aristas vivas, cargas pesadas, electrodos, etc.
- ✓ Un fallo mecánico puede ser el resultado de una sobrecarga del robot, pudiéndose producir el accidente al soltar la pieza, que el RI este manipulado.
- ✓ También los fallos mecánicos pueden provenir como consecuencia de la fatiga y de la realización de trabajos en ambientes corrosivos.

---

## CAPITULO 7: SISTEMAS DE SEGURIDAD

Es preciso determinar las medidas de seguridad que disminuyan el riesgo y la gravedad.

Es importante considerar que según estudios realizados, el 90% de los accidentes en líneas automatizadas ocurren durante las operaciones de mantenimiento, ajuste, programación, etc., mientras que sólo el 10% ocurre durante el funcionamiento normal de la línea.

Este dato es de gran relevancia y pone de manifiesto la gran importancia que tiene, para lograr un nivel de seguridad adecuado, el impedir el acceso de operarios al campo de acción de la línea mientras está en funcionamiento.

La seguridad presenta, por tanto, tres vertientes:

1. Aquella que se refiere a la seguridad intrínseca de los equipos que forman la línea y que es responsabilidad del **fabricante**.
2. Aquella que tiene que ver con el diseño e implantación del sistema programación responsabilidad del **integrador**.
3. Aquella que se refiere a su utilización y mantenimiento que es responsabilidad del **usuario**.

## ESTRATEGIA DE TRABAJO PARA EL DESARROLLO Y SELECCIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD

- ❖ Determinación de los límites del sistema: intención de uso, espacio y tiempos de trabajo, etc.
- ❖ Identificación y descripción de todos aquellos peligros que pueda generar la máquina durante las fases de trabajo. Se deben incluir los riesgos derivados de un trabajo conjunto entre la máquina y el ordenador y los riesgos derivados de un mal uso de la máquina.
- ❖ Definición del riesgo de que se produzca el accidente. Se definirá probabilísticamente en función del daño físico que pueda producir.
- ❖ Comprobar que las medidas de seguridad son adecuadas.

### **7.1 MEDIDAS DE SEGURIDAD A TOMAR EN LA FASE DE DISEÑO DE LA LÍNEA**

En la automatización y de su sistema de control debe considerarse siempre el posible accidente, tomándose las acciones oportunas para evitarlo en la medida de lo posible. Así, los equipos que forman la línea deben contar con una serie de medidas internas encaminadas a evitar posible accidentes:

- Los equipos elegidos para formar el sistema automatizado deberán estar adecuados a normativa. Dependiendo de su año de fabricación deberán estar certificados a la directiva 98/37CE (R.D.1435/92 y R.D.56/95) o la directiva 2006/42/CE. En caso de que su año de fabricación se anterior a la vigencia de estas directivas se deberá revisar respecto a R.D.1215/96.

➤ Responsabilidad de la línea automatizada.

Quién asume la responsabilidad general cuando una instalación de máquinas no tiene una única procedencia, lo que también puede significar que las máquinas (con independencia de que sean completas o cuasi máquinas) hayan sido facilitadas/incorporadas por fabricantes terceros (incluyendo máquinas de construcción propia).

En este caso se necesita (en el mejor de los casos de forma anticipada) el nombramiento de un contratista general (un integrador de sistemas) que (más allá de la conformidad con la Directiva "presentada" con respecto a cada una de las máquinas) responda de la conformidad con la Directiva del total de la instalación (es decir, del trabajo de integración).

En el caso de que la cuestión de la responsabilidad general no se encuentre regulada, el responsable en el sentido de la Directiva será en caso de duda el explotador de la máquina.

➤ Instalación formada por máquinas viejas y nuevas

En relación con el apartado anterior, puede que con frecuencia un conjunto de máquinas de nueva agrupación no solamente esté compuesto de máquinas nuevas. Es bastante más probable que haya máquinas o cuasi máquinas con años de fabricación más antiguos.

En este caso, se plantea la cuestión de cómo se ha de valorar el hecho de que una de estas máquinas presente un estado tecnológico anterior en cuanto a sistemas de seguridad de cara al cumplimiento de los requisitos de la Directiva sobre instalaciones de máquinas.

Esta pregunta plantea la misma disyuntiva que la pregunta de cuándo una máquina presenta una modificación sustancial y cuándo no.

Por lo general, se aplica el principio de que las máquinas CE conformes de años de fabricación anteriores conservan el estado adquirido. Es decir, que las máquinas que en una fecha X eran seguras en el sentido de los requisitos y condiciones de la Directiva vigente en aquel momento siguen siendo "seguras".

El mantenimiento de la condición adquirida se aplica también a las máquinas antiguas clásicas, es decir, a las máquinas anteriores a la época de la Directiva, por lo que por regla general estas máquinas antiguas pueden ser incorporadas tal cual en instalaciones de máquinas nuevas. No obstante, para ello se requiere que cumplan los requisitos especificados en el R.D.1215/97.

En el caso de que la integración esté compuesta por máquinas antiguas anteriores a la directiva 98/37/CE, máquinas posteriores a esta y otras más modernas conformes a la nueva directiva, el contratista general (el integrador de sistemas), que preferiblemente debe designarse previamente, "certifica" la conformidad CE de la integración. En caso necesario, las condiciones o requisitos establecidos por las Directivas comunitarias que no se puedan cumplir en las máquinas antiguas deben ser puestas de manifiesto en una hoja complementaria anexa a la declaración CE de conformidad.

➤ ¿La integración es una sola máquina?

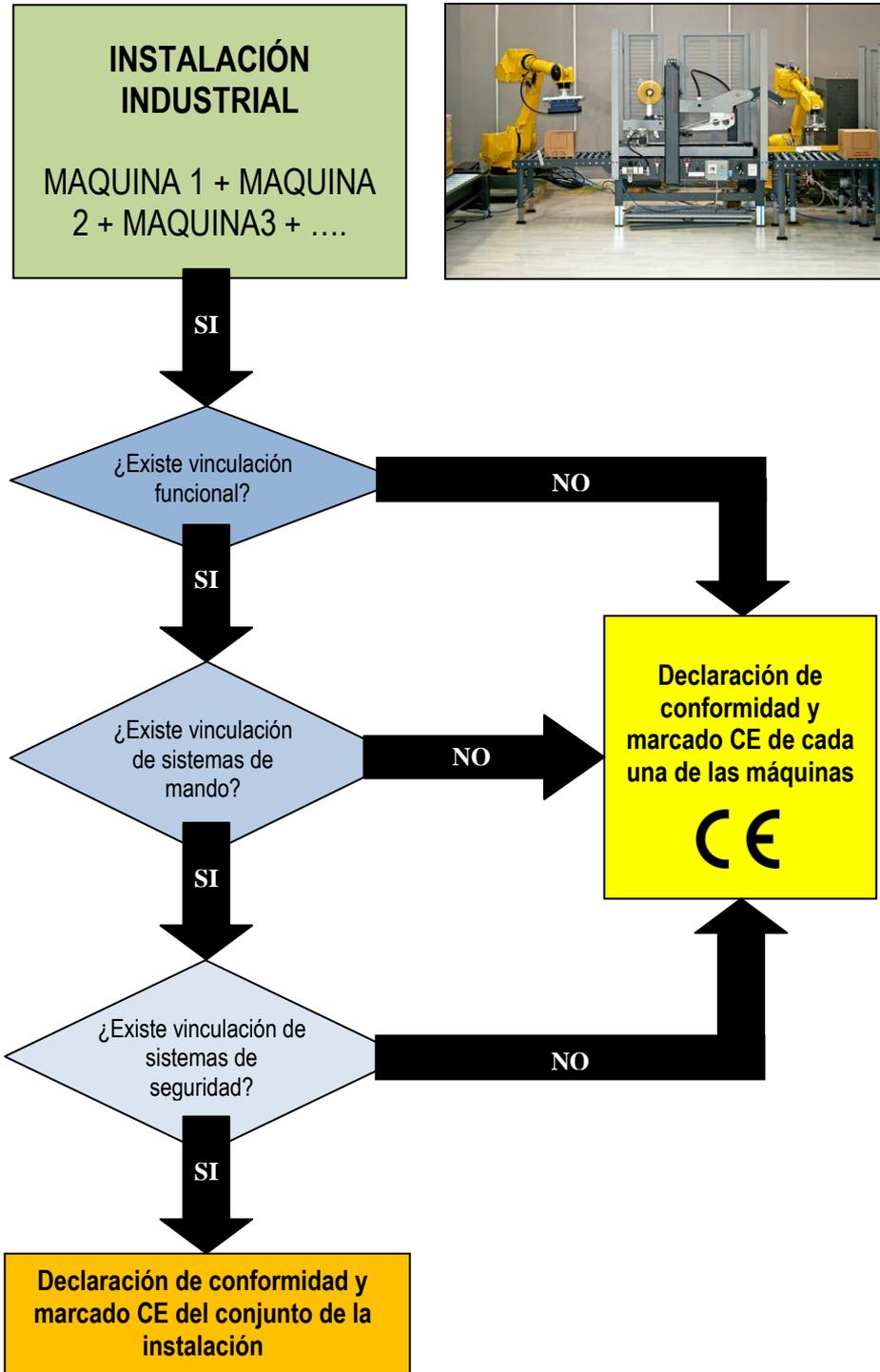
Una tercera cuestión que es probable que se plantee con frecuencia en relación con las instalaciones de máquinas es cuándo la agrupación de

---

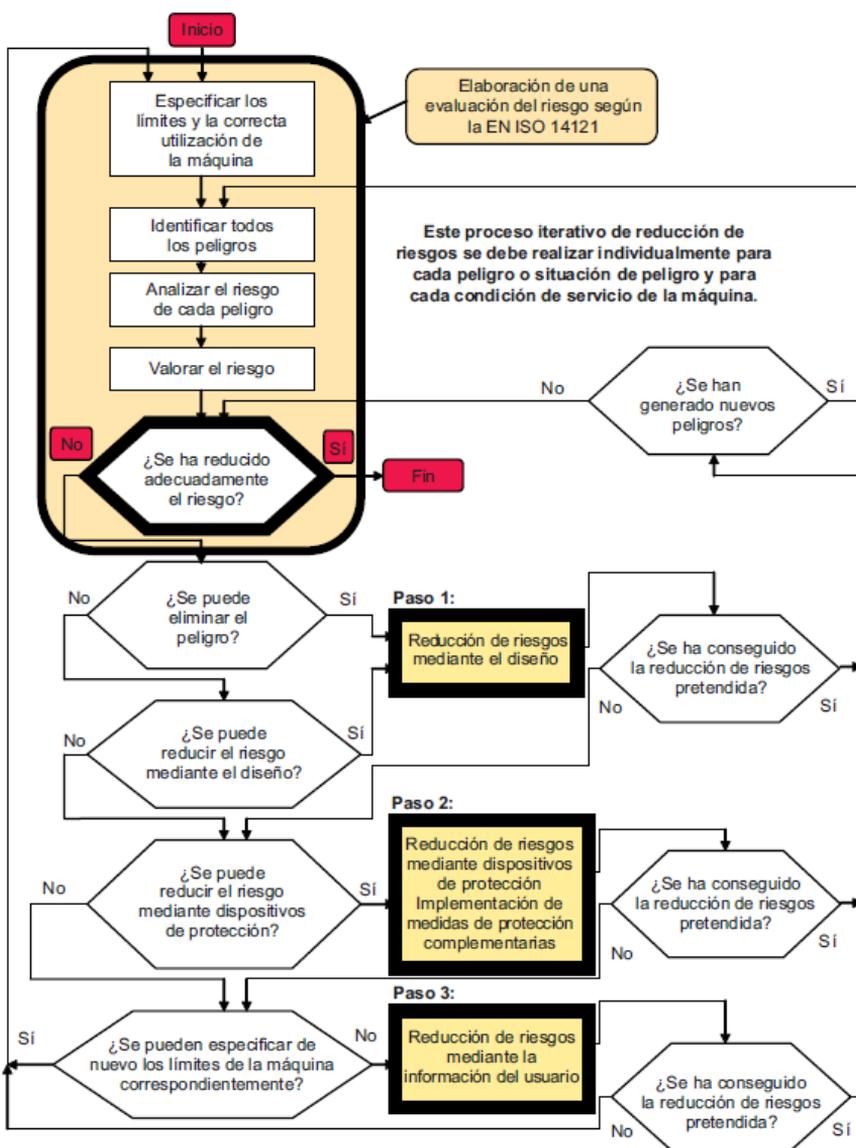
máquinas constituye una instalación de máquinas (una unidad) y cuándo no.

Según este principio, no existe un conjunto de máquinas en el sentido de la Directiva cuando dicho conjunto está formado por máquinas capaces de funcionar de forma independiente (o instalaciones parciales capaces de funcionar de forma independiente) que se encuentran conectadas desde el punto de vista funcional y de mando, pero que sin embargo no constituyen una unidad desde el punto de vista de la seguridad en el sentido anteriormente indicado. Esto sucede, por ejemplo, cuando en las interfaces/puntos de transición no existe ningún riesgo, o un riesgo escaso, entre las máquinas a causa de su agrupación (máquinas conectadas de forma marginal en cadena).

Las **máquinas conectadas de forma marginal en cadena** pueden seguir siendo consideradas independientes desde el punto de vista de la seguridad. En este caso, la Directiva establece que las medidas de protección sean adoptadas únicamente en la máquina individual.



- Realizar proceso iterativo para la reducción de riesgos según UNE EN ISO 12100-1 - *Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 1: Terminología básica, metodología.*



- La línea deberá cumplir todas las exigencias establecidas en la norma UNE-EN ISO 11161 - *Seguridad de las máquinas. Sistemas de fabricación integrados.*
- Los sistemas eléctricos/electrónicos programables relacionados con la seguridad deberán cumplir todas las exigencias establecidas en la norma UNE EN 61.508 - *Seguridad funcional de los sistemas eléctricos/electrónicos programables relacionados con la seguridad.*
- Los sistemas instrumentados de seguridad para industrias de procesos deberán cumplir todas las exigencias establecidas en la norma UNE EN 61511 - *Seguridad funcional. Sistemas instrumentados de seguridad para el sector de las industrias de procesos.*
- Si se utilizan robots para el proceso de automatización deberán ser acordes a la norma UNE EN ISO 10218 - *Robots para entornos industriales. Requisitos de seguridad.*
- Es muy importante determinar que no se puede gestionar la seguridad de una instalación con un autómatas que no este homologado. Los elementos distribuidos de seguridad deberán estar gestionados por módulos de seguridad, módulos de seguridad programables o autómatas de seguridad.

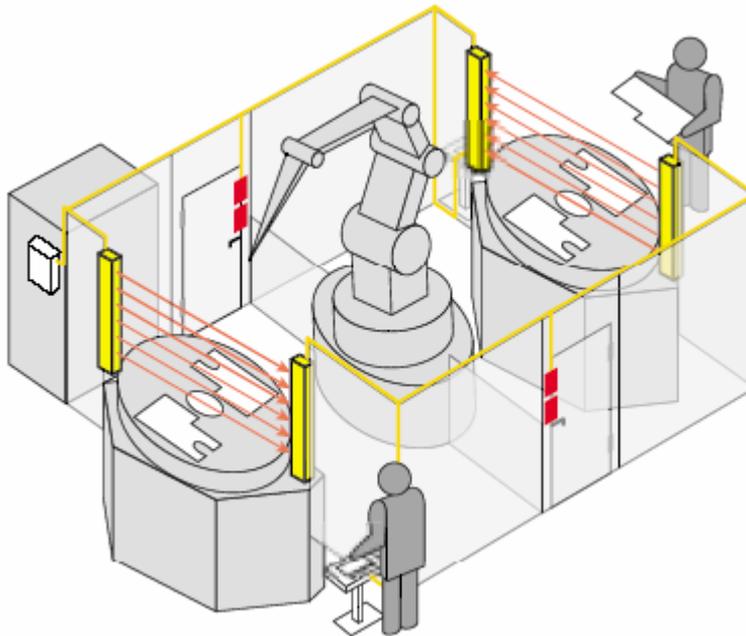


Si se utiliza un equipo electrónico programable para desempeñar funciones de seguridad, en situaciones en las que se puede producir un accidente importante (lesiones graves, muy graves o incluso la muerte), se deben cumplir requisitos muy especiales (utilización de sistemas redundantes, utilización de diversidad, autocontrol, etc,..). Para ciertas aplicaciones de riesgo elevado como, por ejemplo, para mando de prensas, quemadores, etc., normalmente este tipo de equipos se someten a ensayos en Laboratorios u Organismos reconocidos para tal fin, que emiten el correspondiente certificado. Además se deben respetar los requisitos específicos de montaje, instalación, programación, etc., que solo puede ser realizados por personal cualificado.

## 7.2. MEDIDAS DE SEGURIDAD DE TIPO GENERAL

En el establecimiento del lay-out de la célula se ha de considerar la utilización de barreras de acceso y protección en general que intenten minimizar el riesgo de aparición de un accidente. De forma general se pueden citar las siguientes:

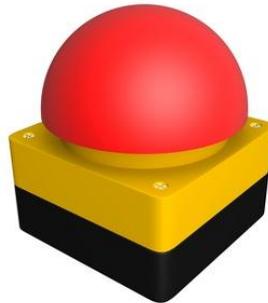
- Barreras de acceso a la célula: Se dispondrán barreras en torno a la línea, que impidan el acceso a personas (parada inmediata al entrar en la zona de trabajo).
- Dispositivos de intercambio de piezas: En caso de que el operador deba poner/recoger piezas situadas dentro del área de trabajo del robot, se utilizarán dispositivos que permitan realizar estas acciones a distancia, utilizando, por ejemplo, mesas giratorias.



- Movimientos condicionados: En el caso de que durante el funcionamiento de la célula el operario deba entrar en determinados momentos dentro del campo de acción de los equipos en movimiento como un robot (para alimentar de nuevas piezas al robot por ejemplo), se programará a éste de manera que no efectúe movimiento alguno durante estos instantes.
- Zonas de reparación: Se preverá la existencia de zonas de reparación y mantenimiento. Estas zonas, dentro del campo de acción del robot, estarán fuera de su zona de trabajo. En ellas se asegurará mediante diferentes dispositivos que el robot no realizará movimientos de manera automática.
- Condiciones adecuadas en la instalación auxiliar: Sistema eléctrico con protecciones, aislamientos, etc., sistemas neumáticos o hidráulicos correctos.
- No permitir que el personal no formado trabaje en la línea.
- Instalar un mecanismo de acceso a la línea con código para impedir la entrada de personal no autorizado, así como barreras de seguridad fotoeléctricas industriales, sensores de presencia o proximidad y sistemas de visión para reforzar la seguridad.



- Identificar claramente la zona máxima en que se produce el movimiento del robot con marcas en el suelo, señales y barreras especiales y colocar todos los controles de los equipos fuera de esa zona. Los operarios deben conocer perfectamente el área de la célula de trabajo completa (robot y su área de trabajo), más el área ocupada por los mecanismos externos y otros equipos con los que interactúa.
- No confiar el software como elemento principal de seguridad.
- Instalar un número adecuado de botones o interruptores de “parada de emergencia” para el operador y en puntos críticos dentro y alrededor de la célula de trabajo. Los operarios deben conocer dónde están colocados dichos botones.



- Instalar luces destellantes y/o mecanismos audibles (alarmas) que se activen cuando los equipos que forman la línea estén funcionando.
- Revisar los mecanismos de seguridad periódicamente.
- Proporcionar suficiente espacio dentro de la célula de trabajo para que el personal pueda guiar el robot y realizar operaciones de mantenimiento de forma segura. Eliminar los puntos de peligro de quedar atrapado entre el robot móvil y el equipo.
- Antes del teaching u operación manual del robot, verificar que no hay condiciones potenciales de peligro con el robot y en su entorno y probar que la

maleta de programación (teach pendant) opera correctamente antes de entrar en el área de trabajo.

- El área cercana a los equipos debe estar limpia y sin aceite, agua o residuos.
- Conocer el camino para salir de la célula en caso de movimiento anómalo de algún equipo y cerciorarse de que no está nunca bloqueado.
- Aislar la línea de cualquier señal de control remoto que pueda causar movimiento mientras se está dentro de su alcance.
- Asegurarse de que todo el personal está fuera del área de trabajo antes de comenzar con la producción, y por supuesto, no entrar nunca en el área de trabajo si la línea esta en producción.
- El personal que opera durante la producción debe comprender bien la tarea completa para la que está programados los equipos antes de empezar la operación de producción y saber la localización y estado de todos los interruptores, sensores y señales de control que podrían causar el movimiento de los equipos.
- Nunca suponer que un programa ha acabado porque los equipos no se están moviendo, ya que éstos podría estar esperando alguna señal de entrada que le permita continuar con su actividad.
- Nunca intentar para el movimiento del robot o un equipo con el cuerpo.
- Durante la inspección de la célula es necesario apagar el controlador y los posibles suministros de aire a presión, y en caso de que se necesite encender para revisar los circuitos eléctricos o de movimiento, el operario debe estar preparado para apretar el botón de parada de emergencia en caso de necesidad.
- Durante en mantenimiento, si es necesario entrar en el área de trabajo mientras está en funcionamiento, el operario debe apretar primero el botón de parada de emergencia y llevar siempre la maleta de programación en la mano. Cuando se reemplazan o instalan componentes, asegurarse de que no entra suciedad o residuos al sistema.

### 7.3.- MEDIDAS DE SEGURIDAD A TOMAR EN LA FASE DE INSTALACIÓN Y EXPLOTACIÓN DEL SISTEMA.

Por otra parte, durante la utilización del sistema y en especial durante las fases y puesta en marcha, deben respetarse rigurosamente determinadas normas que reducirán el riesgo de accidente. Además, es importante que exista información en la propia planta de la posibilidad de esos riesgos, así como que los operarios tengan la formación adecuada. Estas consideraciones se pueden resumir de forma breve en los siguientes puntos:

- Abstenerse de entrar en la zona de trabajo: Durante la programación e implantación de la aplicación, se procurará permanecer, dentro de lo posible, fuera del campo de acción de los equipos que forman la línea. Éstos equipos trabajarán a velocidades lentas. En cualquier caso, se deberá salir fuera del área de trabajo cuando los equipos vayan a trabajar de manera automática, aun siendo en fase de pruebas. Es también aconsejable que, siempre que sea posible, la fase de programación se realice con dos operarios, observando uno de ellos la marcha del proceso, estando dispuesto a accionar el paro de emergencia en caso de necesidad.
- Señalización adecuada: La línea estará dotada de una adecuada señalización del estado de los equipos integrados o de línea mediante señales luminosas y acústicas. Así, será aconsejable que antes de comenzar el ciclo de trabajo tras una parada se avise mediante una sirena e indicación luminosa. Del mismo modo, señales luminosas llamarán la atención sobre el hecho de que los



equipos que integran la línea están funcionando y su riesgo potencial de accidente.

- Prueba progresiva del programa o los programas (PLC, robot, variadores, CNC....). El desarrollo y ejecución de los programas, deberá hacerse con sumo cuidado. El programa deberá ejecutarse primeramente a velocidad lenta y paso a paso. A continuación se podrá ejecutar de manera continua, pudiéndose aumentar progresivamente la velocidad.

Formación adecuada del personal que manejará la línea.

#### **7.4.- SISTEMAS DE SEGURIDAD**

El objetivo primordial de la seguridad es tratar de evitar los riesgos que puedan producir en un momento determinado y en unas circunstancias concretas un accidente de trabajo.

La seguridad en la línea debe tenerse en cuenta desde la fase de diseño y ante la imposibilidad de actuar en esta fase, tenemos que exigir unos elementos de seguridad en la fase de adquisición, exigiendo a los fabricantes una serie de requisitos.

Las medidas técnicas de prevención estarán fundamentadas en dos principios:

1. La ausencia de personas en el espacio controlado durante el funcionamiento automático.
2. La eliminación de los peligros o al menos su reducción de los riesgos durante las intervenciones de reglaje, verificación de programa, etc..., en el espacio controlado.

Para poder conseguir una célula robotizada segura utilizaremos los siguientes sistemas de seguridad:

#### 7.4.1.- Barreras materiales

Estos elementos de seguridad estarían dentro de lo que se podría llamar seguridad positiva y consiste, en un diseño por el cual se trata de proteger al trabajador de los riesgos, ocasionados por una disfunción del sistema de control, y tratando de impedir que el trabajador acceda a la zona de riesgo. En el caso de que el sistema sea violado, se desencadenaría la acción de otros dispositivos de seguridad, que provocaría la parada de la instalación.



Esto se consigue con un cerramiento mediante vallas o guardas, de dimensiones concordantes al tipo de riesgo existente y al robot instalado. El sistema de protección se basa en, la combinación de altura y distancia, con el propósito de no acceder al punto peligroso.

---

En cualquier caso deberemos tener en cuenta las distancias de seguridad establecidas en las normas:

- UNE EN ISO 12100  
Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos. Principios generales para el diseño
- UNE EN ISO 13857  
Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores e inferiores
- UNE EN 953  
Seguridad de las máquinas. Resguardos. Requisitos generales diseño y construcción de resguardos fijos y móviles.

#### **7.4.2.- Accesos a zona perimetral**

En las puertas de acceso se implementarán interruptores de seguridad, preferiblemente con enclavamiento electromagnético. Deberán ir conexiados al circuito de seguridad de cerramientos general de tal forma que si se abre una de estas puertas se debería producir la parada de todos los equipos que forman la célula robotizada.

Existen los siguientes tipos de interruptores de seguridad:

1. Interruptor de seguridad con dispositivo de bloqueo
2. Interruptor de seguridad sin dispositivo de bloqueo
3. Interruptor de seguridad sin contacto

### **7.4.3.- Sistemas optoelectrónicos de seguridad – barreras inmateriales**

No es recomendable implementar sistemas optoelectrónicos como protección perimetral, ya que parte de los equipos que forman la línea en muchos casos se está utilizando para manipulación y podría fallar los sistemas de sujeción de pieza por un frenado brusco debido a una emergencia o por un fallo de sistema; y porque la longitud perimetral puede ser considerable lo que puede originar paradas accidentales de producción. Se pueden instalar en las localizaciones específicas de acceso.

Cuando utilicemos un sistema optoelectrónico de seguridad en una línea automatizada, este debería ser siempre homologado categoría de seguridad e según UNE EN 13849 y se deberán tener en cuenta las siguientes indicaciones:

- ✓ El dispositivo sensible debe estar instalado y dispuesto de manera que no pueda entrar ninguna persona y alcanzar una zona peligrosa sin haber activado el dispositivo o que no pueda alcanzar el espacio restringido antes de que hayan cesado las condiciones peligrosas.
- ✓ Cuando sea posible permanecer entre los haces fotoeléctricos y la zona de riesgo, se deben instalar medios adicionales.
- ✓ Solo será posible el acceso a la zona peligrosa a través de la zona de detección del sistema optoelectrónico. Otras protecciones adicionales deben impedir el acceso a la zona peligrosa desde cualquier otra dirección.
- ✓ Se debe disponer de un sistema de rearme por cada sistema optoelectrónico empleado.
- ✓ Si se utilizan espejos reflectores para cubrir toda la zona se debe asegurar que no queda ningún ángulo o zona muerta de acceso.

- ✓ Cuando un dispositivo sensible ha sido activado, puede ser posible volver a poner la célula en marcha a partir de la posición de parada, a condición de que esto no provoque otros peligros.
- ✓ Dependiendo de la funcionalidad de la línea no se podrán emplear sistemas optoelectrónicos, sobre todo cuando hay riesgos de proyecciones, radiaciones, etc....; a no ser que se combinen con protecciones físicas que anulen estos riesgos.

Las cortinas de seguridad son aquellos cuya función de detección se realiza mediante elementos optoelectrónicos emisores y receptores de tal manera dispuestos que forman una cortina de radiaciones ópticas y que detectan la interrupción de estas dentro del dispositivo realizada por un objeto opaco presente en la zona de detección especificada. Dependiendo del objeto que se quiera detectar deberá tener una resolución específica, por ejemplo si se quiere detectar un dedo la resolución o distancia entre los haces que forman la cortina de protección debe ser igual o menor que 14 mm. y 40 mm. para una mano o un brazo.

La actuación se efectuará, por la interrupción de un solo rayo de luz infrarroja, que acciona una alarma y bloquea un relé situado a la salida de la señal.

Para asegurar la fiabilidad, el sistema autochequea el circuito electrónico, la alineación y da aviso de la suciedad de las lentes, las cuales parpadean tan pronto la señal de percepción es inferior al doble del umbral de respuesta.

En el proceso de interrupción del haz luminoso, el rearme solo debe ser posible desde la unidad de control. La barrera consta de dos cuerpos, uno el emisor que emite luz (infrarroja, ultravioleta, etc.), y un receptor que capta estos rayos de luz.

Cuando se va a instalar una barrera fotoeléctrica hay que tener en cuenta, la distancia que la persona recorrerá antes de que el robot se pare. Esta distancia viene dada por la siguiente fórmula.

$$D \geq V \cdot (t_1 + t_2) + C_3$$

siendo:

D = Distancia de protección.

V = Velocidad de desplazamiento del hombre o operario. Esta velocidad es distinta según los países en Alemania  $V = 1,6$  m/s y en Francia  $V = 2,5$  m/s.

$t_1$  = Tiempo de respuesta de la barrera fotoeléctrica.

$t_2$  = Tiempo de parada de la maquina en milisegundos.

$C_3$  = Es una distancia adicional (seguridad). Esta "constante" varia según los países así en Alemania es 180 mm. Y en Francia es de 125 mm.

En las barreras el emisor y el receptor deben estar enfrentados, debiendo existir una buena alineación en altura y en ángulo.

Hay una tolerancia en la alineación que es de dos grados ( $2^\circ$ ) aproximadamente.

La existencia de superficies reflectantes dentro de la zona de detección, puede provocar deflexiones y por consiguiente inducir a error a la barrera, no detectando obstáculos.

Según sea la separación del receptor y emisor, hay una distancia mínima entre el punto de coincidencia de la anchura del haz y la anchura de captación. Esta distancia mínima variará según los países; así según la reglamentación Alemana:

$$D = 0,035 \cdot L + 5\text{mm.}$$

---

siendo L la distancia entre el receptor y el emisor.

Cuando las alturas a proteger, sean superiores a la altura de la barrera fotoeléctrica, se pueden instalar dos o más barreras, una a continuación de otra. Para evitar interferencias entre equipos que estén próximos éstos tienen que actuar con emisión inversa.

Es posible utilizar dispositivos inteligentes opto-electrónicos para proteger puntos y áreas peligrosas y controlar los accesos, tanto vertical como horizontalmente. Estos dispositivos sin contacto se auto testean, pueden ser comprobados y cumplen las normas de seguridad vigentes en todo el mundo.

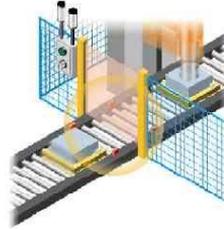
También se pueden utilizar dispositivos de un solo haz para controlar accesos a zonas de riesgo. Estos elementos también poseen la misma homologación de seguridad que una cortina pero se deben poner más alejados de la zona de riesgo. Se suelen combinar con espejos para conseguir un doble haz y de esta forma impedir un “burlado” fácil del sistema de seguridad.

Es muy interesante utilizar sistemas “muting” en islas robotizadas de paletizado. Estos sistemas disgregan el paso de una pieza o un hombre y permiten puentear con seguridad un sistema optoelectronico para permitir la entrada o salida de pieza.

Veamos a continuación como funcionan un sistema de estas características:

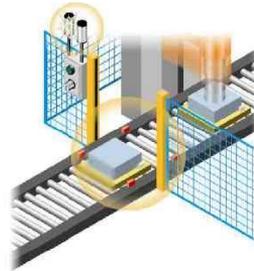
#### Muting – Fase 1

- Material delante de la zona de peligro
- Barrera fotoeléctrica activa
- Lámpara muting apagada



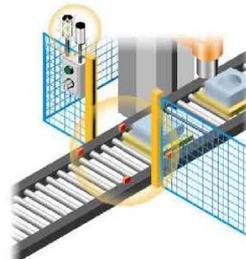
#### Muting – Fase 2

- Sensores muting 1 + 2 accionados
- Barrera fotoeléctrica puenteada
- Lámpara muting activada



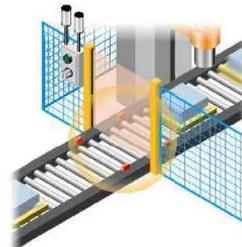
#### Muting – Fase 3

- Sensores muting 3 + 4 accionados
- Barrera fotoeléctrica puenteada
- Lámpara muting activada



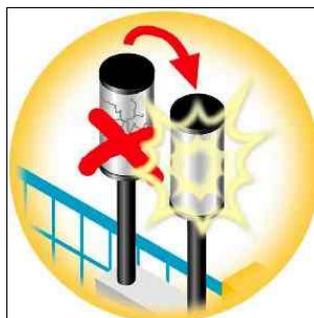
#### Muting – Fase 4

- Proceso de muting finalizado
- Barrera fotoeléctrica de nuevo activa
- Lámpara muting apagada



Según la norma UNE EN 61496-1 A.7 'Muting' es el puenteado automático, seguro y transitorio de una barrera inmaterial de seguridad.

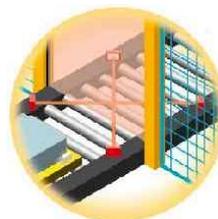
Según la norma UNE EN 61496-1 A.7, las lámparas de muting blancas tienen que iluminarse con una luminosidad definida durante el muting y tienen que ser supervisadas. Mediante la supervisión de la lámpara de muting tiene lugar una conmutación automática en caso de error.



Según la posición de los sensores que determina la inhibición de la barrera se distinguen dos tipos

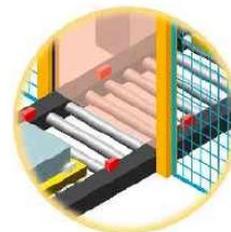
### 1. Muting paralelo

- El punto de cruce queda detrás de la barrera fotoeléctrica
- Posible con exploradores de punto luminoso
- Posible con barreras fotoeléctricas



### 2. Muting serie en conexión con

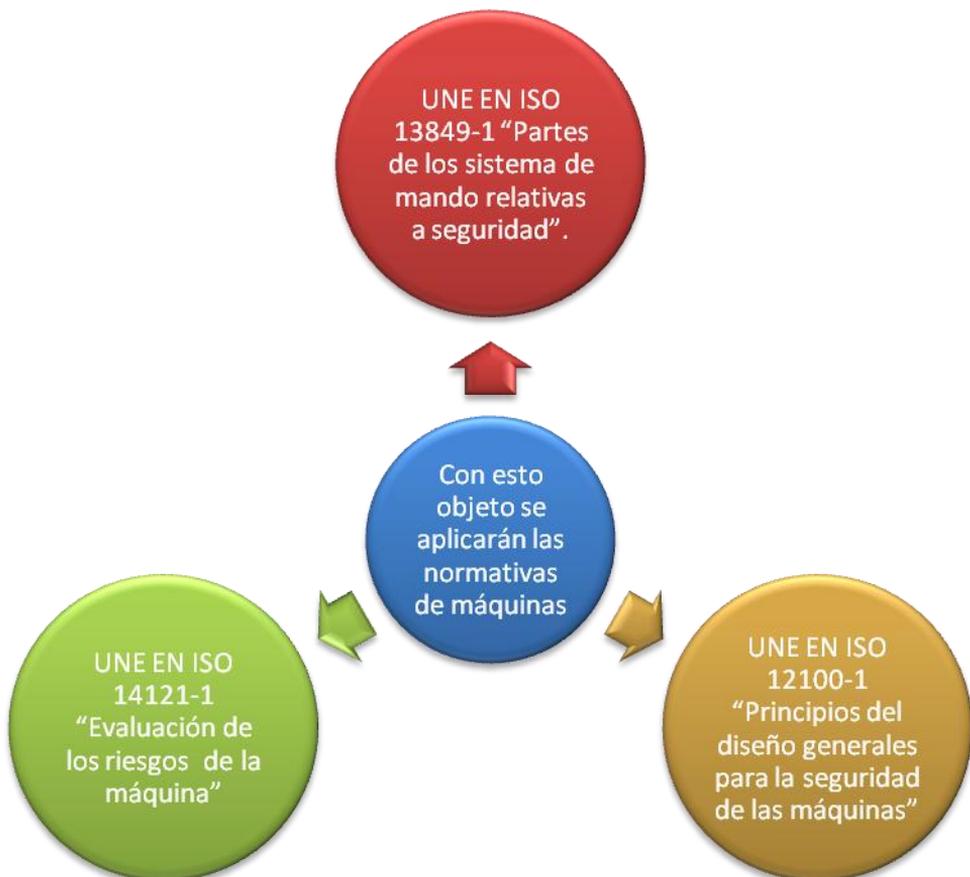
- Interruptores de posición
- Interruptores de aproximación
- Exploradores de punto luminoso
- Barreras fotoeléctricas

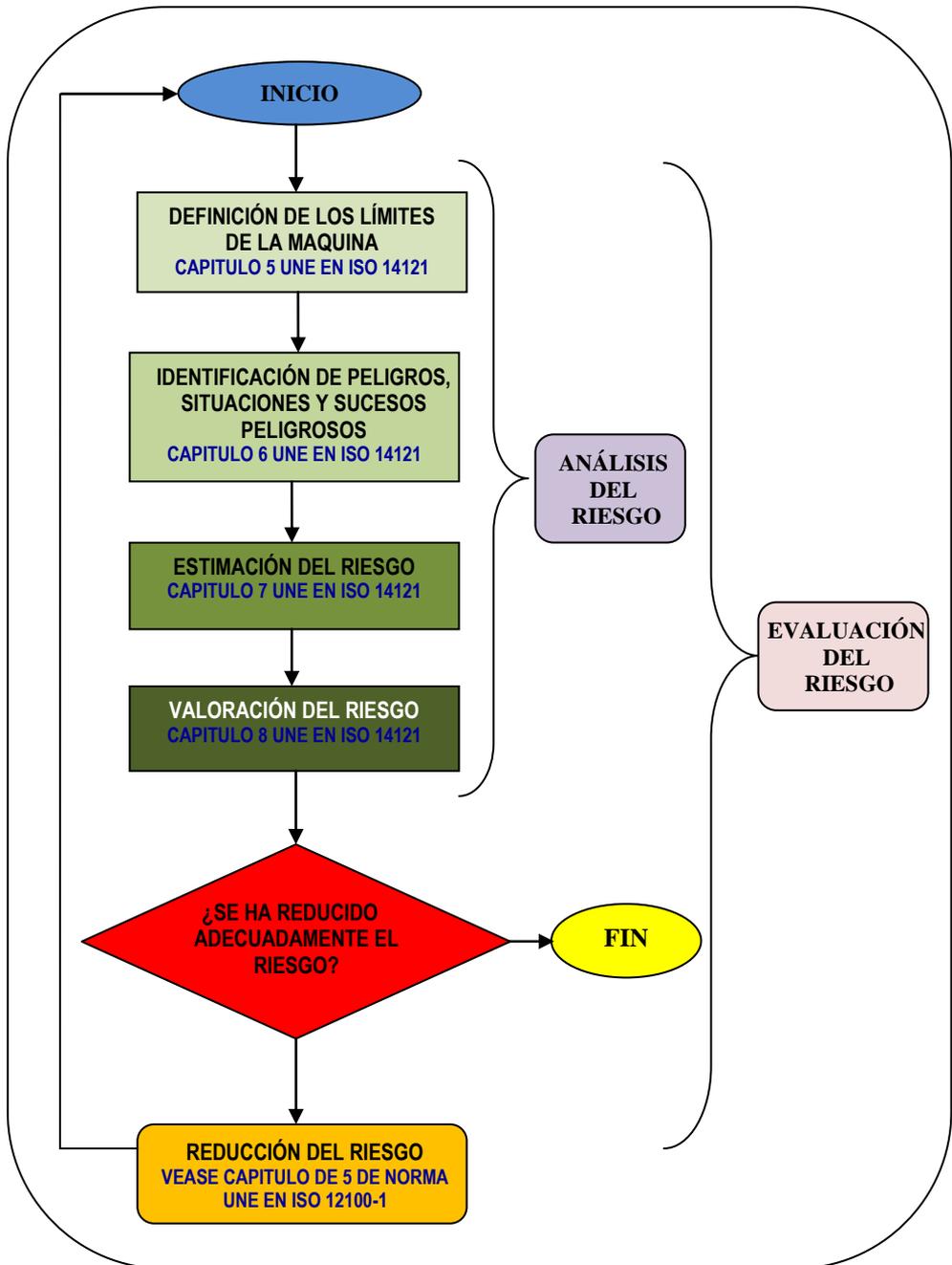


---

## CAPITULO 8: ANÁLISIS DEL RIESGO – UNE EN 14121-1

**TODO FABRICANTE DEBERÍA REALIZAR UNA EVALUACIÓN DE RIESGO PARA EVALUAR QUE NORMATIVAS HAN DE APLICARSE Y EN QUÉ MEDIDA.**





**PROCESO ITERATIVO PARA REDUCIR EL RIESGO**

---

## **8.1.- DEFINICIÓN DE LOS LÍMITES DE LA MÁQUINA - CAPITULO 5 DE LA NORMA**

### **Extractos de la norma UNE EN ISO 14121-1**

*La evaluación del riesgo comienza con la determinación de los límites de la máquina, teniendo en cuenta todas las fases del ciclo de vida de la máquina. Esto significa que se deberían identificar las características y prestaciones de la máquina o de una serie de máquinas comprendidas en un proceso integrado, así como las de las personas implicadas, el medio ambiente y los productos, en términos de límites de la máquina tal como se indica en los apartados:*

- *Límites de utilización*
- *Límites en el espacio*
- *Límites en el tiempo*
- *Otros límites (como por ejemplo medioambiental, conservación....)*

## **8.2.- IDENTIFICACIÓN PELIGROS, SITUACIONES Y SUCESO PELIGROSOS - CAPITULO 6 DE LA NORMA**

### **Extractos de la norma UNE EN ISO 14121-1**

*Después de la determinación de los límites de la máquina, el paso esencial en cualquier evaluación de riesgos de una máquina es la identificación sistemática de todos los peligros, situaciones peligrosas y sucesos peligrosos que sean razonablemente previsibles, durante todas las fases del ciclo de vida de la máquina, es decir:*

- a) transporte, montaje e instalación;
- b) puesta en servicio;
- c) utilización;
- d) puesta fuera de servicio, desmontaje y retirada;

También se deberán considerar todas las tareas que se pueden realizar durante la vida activa de la máquina:

- reglaje;
- pruebas/ensayos;
- aprendizaje/programación;
- cambio de proceso o de herramientas;
- puesta en marcha
- todos los modos de funcionamiento;
- alimentación de la máquina;
- retirada de productos de la máquina;
- parada de la máquina;
- parada de la máquina en caso de emergencia;
- restablecimiento del funcionamiento después de un atasco;
- nueva puesta en marcha después de una parada imprevista;
- búsqueda/detección de averías (intervención del operador);
- limpieza y conservación;
- mantenimiento preventivo;
- mantenimiento correctivo.

## 8.3.- ESTIMACIÓN DEL RIESGO - CAPITULO 7 DE LA NORMA

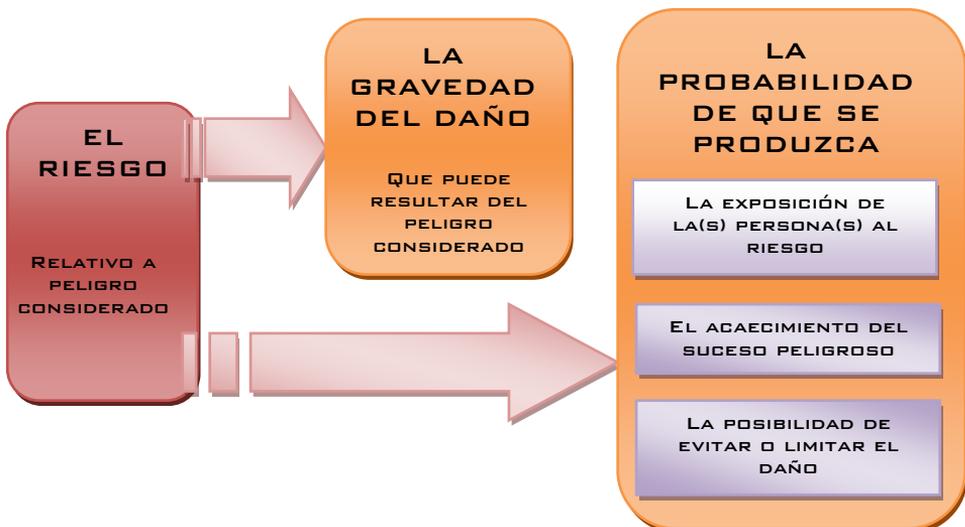
### Extractos de la norma UNE EN ISO 14121-1

*Después de la identificación de peligros se debe llevar a cabo la estimación del riesgo para cada situación peligrosa, determinando los elementos del riesgo. Al determinar estos elementos es necesario tener en cuenta los aspectos indicados en el apartado.*

#### 8.3.1.- Elementos del riesgo

El riesgo asociado a una situación peligrosa concreta depende de los elementos siguientes:

- a) la gravedad del daño;
- b) la probabilidad de que se produzca dicho daño, que es una función de:
  - 1) la exposición de las personas al peligro;
  - 2) el acaecimiento de un suceso peligroso;
  - 3) las posibilidades técnicas y humanas para evitar o limitar el daño.



### 8.3.2.- Aspectos a considerar durante la estimación del riesgo

- ✦ Personas expuestas
- ✦ Tipo, frecuencia y duración de la exposición
- ✦ Relación entre la exposición y los efectos
- ✦ Factores humanos
- ✦ Idoneidad de las medidas preventivas
- ✦ Posibilidad de neutralizar o de burlar las medidas preventivas
- ✦ Aptitud para mantener las medidas preventivas
- ✦ Información para la utilización

## 8.4.- VALORACIÓN DEL RIESGO - CAPITULO 8 DE LA NORMA

### Extractos de la norma UNE EN ISO 14121-1

*Después de estimar el riesgo se debe llevar a cabo la valoración del riesgo con el fin de determinar si se requiere reducir el riesgo. Si es necesario reducir el riesgo, entonces se deben seleccionar y aplicar medidas preventivas apropiadas, repitiendo el procedimiento. Como parte de este proceso iterativo, el diseñador debe verificar si al aplicar nuevas medidas preventivas, se generan peligros adicionales o se aumentan otros riesgos. Si se generan nuevos peligros, éstos se deben añadir a la lista de peligros identificados y se requerirán medidas preventivas apropiadas dirigidas a ellos*

---

## **8.5.- DOCUMENTACIÓN - CAPITULO 9 DE LA NORMA**

### **Extractos de la norma UNE EN ISO 14121-1**

*La documentación sobre la evaluación de riesgos debe probar el procedimiento que se ha seguido y los resultados que se han alcanzado*

*NOTA En esta parte de la Norma ISO 14121 no hay ningún requisito que indique que es necesario suministrar la máquina junto con la documentación relativa a la evaluación de riesgos*

---

## **CAPITULO 9:**

### **EVALUACIÓN DEL RIESGO - SEGURIDAD FUNCIONAL**

#### **MEDIANTE UNE EN 62061 Y UNE EN ISO 13849**

Actualmente las aplicaciones industriales exigen cada vez más seguridad, pues es sencillo deducir que cuando una aplicación cubre todas las recomendaciones y normatividad para protección de averías y seguridad, la probabilidad de averías (pérdidas económicas y humanas) se reduce drásticamente justificando la inversión en equipos de excelente calidad bajo las más estrictas normas (Hardware optimizado, algoritmos optimizados, redundancia, etc).

Existen las siguientes normas para evaluar el nivel de los sistemas de seguridad:

- **UNE EN 954-1: 03-1997: Partes relacionadas con la seguridad de los sistemas de control de las máquinas. – Parte 1: Principios generales para el diseño.**
  
- **UNE EN ISO 13849-1: 12-2007: Partes relacionadas con la seguridad de los sistemas de control de las máquinas – Parte 1: Principios generales para el diseño.**
  
- **UNE/IEC EN 62 061: 10-2005: Seguridad de las máquinas – seguridad funcional de los sistemas de mando eléctricos, electrónicos y electrónicos programables relativos a la seguridad**

- **UNE/IEC EN 61 508: 2002-11: Seguridad funcional de los sistemas de mando eléctricos, electrónicos y electrónicos programables relativos a la seguridad**
  - **Parte 1: Requisitos generales**
  - **Parte 2: Requisitos de los sistemas de mando eléctricos, electrónicos y electrónicos programables relativos a la seguridad**
  - **Parte 3: Requisitos del software**
  - **Parte 4: Términos y abreviaturas**
  - **Parte 5: Ejemplos para calcular el nivel de integridad de seguridad**
  - **Parte 6: Principios de aplicación de las normas IEC 61 508-2 e IEC 61 508-3**

Los estándares que definen los PL (niveles de rendimiento) y los SIL (niveles de integridad de seguridad) cubren los sistemas de control eléctrico relacionados con la seguridad y producen resultados idénticos o similares, aunque a través de diferentes métodos. Esto proporciona a los usuarios la opción de elegir el más adecuado para su aplicación. Los resultados de ambos estándares ofrecen niveles de rendimiento de seguridad o integridad comparables y cada estándar ofrece diferencias que son apropiadas para los usuarios a los que se dirige.

Los PL están relacionados con las categorías de sistema de control de seguridad, que aparecieron por primera vez en los años 90 como parte del estándar europeo **UNE EN 954-1** que daba soporte a la directiva de maquinaria de la UE. Se decidió que debería existir un estándar para el diseño de componentes relacionados con la seguridad de los sistemas de control. El estándar resultante presentó una serie de categorías que se utilizan para describir la estructura de un circuito relacionado con la seguridad.

En términos de los estándares de seguridad de maquinaria de la norma **UNE EN 954-1**, seguridad en maquinaria; partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad, la norma que ha clasificado hasta ahora los niveles de seguridad, será sustituida por dos estándares que coexistirán durante un tiempo. La norma original estará vigente hasta **2010** para permitir un periodo de transición a la nueva versión revisada.

En muchos casos, los diseñadores e instaladores de sistemas de seguridad electrónicos pueden elegir si cumplir los requisitos de la norma **UNE EN ISO 13849-1** o **UNE EN/IEC 62061** y cumplir completamente la Directiva Europea sobre Máquinas. La imagen 1 muestra el proceso de decisión del diseño y cómo los dos estándares se relacionan.

Antes de que esos estándares puedan ser aplicados, se debe haber realizado una evaluación de riesgos de acuerdo con lo definido en la norma **UNE EN ISO 14121** para identificar los riesgos potenciales y las medidas de reducción de riesgos. Las mejores prácticas exigen que se documenten y, en muchos casos, se redacten las evaluaciones como complemento a las instrucciones de funcionamiento de los equipos en la documentación técnica.



Antes de seguir deberíamos tener en cuenta ciertas siglas que se utilizan comúnmente en estas normas:

## GLOSARIO

**Arquitectura designada:**

Estructura predeterminada de una SRP/CS.

**$B_{10d}$ :**

Número de operaciones de conmutación en que el 10% de la muestra falla.

**CCF:**

Fallo por causa común.

**DC:**

Cobertura de diagnóstico.

**$DC_{avg}$ :**

Cobertura media de diagnóstico.

**MTBF:**

Tiempo medio entre fallos.

**$MTT\bar{F}_d$ :**

Tiempo medio hasta fallo peligroso.

**PFH:**

Probabilidad de fallo por hora.

**$PFH_d$ :**

Probabilidad de fallo peligroso por hora.

**PL:**

Nivel de fiabilidad.

**$PL_r$ :**

Nivel de fiabilidad requerido.

**SIL:**

Nivel de integridad de seguridad.

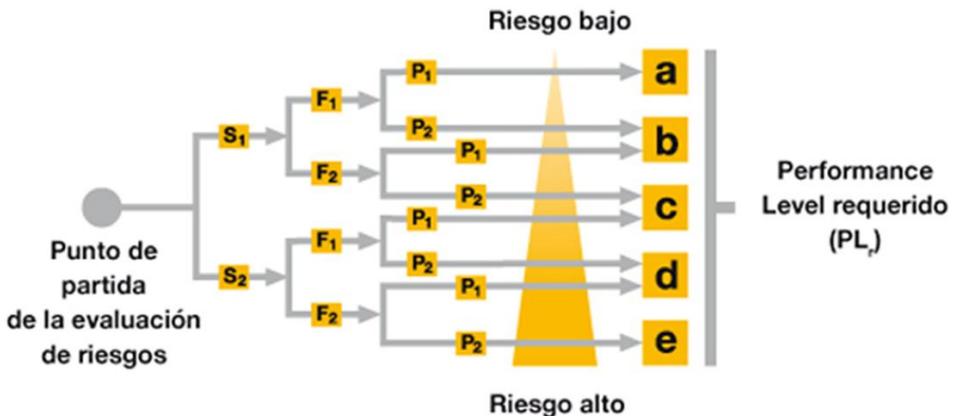
**SRP/CS:**

Partes relacionadas con la seguridad de los sistemas de control de las máquinas

Vamos a continuación a describir brevemente la norma **“UNE EN ISO 13849-1:2008 – Seguridad en Maquinaria: componentes seguros en sistemas de control”**:

Este estándar es una revisión de la norma **UNE EN 954-1** y proporciona los requisitos de seguridad y directrices para el diseño y la integración de las partes relativas a la seguridad de los sistemas de control.

Introducida en 1996, la norma **UNE EN 954-1** fue considerada por algunos como una aproximación demasiado simplista e insuficiente a la hora de obligar a los diseñadores a evaluar la fiabilidad de los componentes de seguridad. El nuevo estándar añade un cálculo cuantitativo a los requisitos cualitativos del estándar anterior y contempla la posibilidad de fallos en los componentes del sistema de seguridad. Al igual que en la norma **UNE EN 954-1**, se utiliza una estimación del riesgo para determinar el nivel de rendimiento necesario (**PLr**). Esto se realiza con un gráfico de riesgos, como el que se muestra en la Imagen.



**Gravedad de la herida (S)**

**S1 = herida leve (normalmente reversible)**

**S2 = herida grave (normalmente irreversible), incluida la muerte**

**Frecuencia y/o tiempo de exposición al peligro (F)**

**F1 = rara vez a frecuente y/o poco tiempo**

**F2 = a menudo a continuamente y/o mucho tiempo**

**Posibilidades de evitar el peligro (P)**

**P1 = posible en determinadas circunstancias**

**P2 = raramente posible**

De acuerdo con el gráfico anterior, se incluyen más directrices en el nuevo estándar para ayudar al diseño del sistema, lo que quiere decir que las matemáticas necesarias son mínimas.

### Nueva tabla de riesgos

Antecedentes	Ejecución
<p>La norma <b>UNE EN ISO 13 849-1</b> también utiliza una tabla de riesgos (véase Figura anterior); sin embargo, la consideración de los parámetros de riesgo ya no se traducen en categorías de control, como en la <b>UNE EN 954-1</b>, sino en los denominados niveles de fiabilidad (PL).</p> <p>El <b>PL</b>, nivel de fiabilidad, designa la capacidad de una parte relacionada con la seguridad de los sistemas de control de las máquinas (<b>SRP/CS</b>) de ejecutar una función de seguridad para alcanzar la reducción del riesgo deseado, un enfoque que incluye aspectos cuantitativos y cualitativos.</p> <p>Los parámetros de riesgo individuales de la norma <b>UNE EN ISO 13 849-1</b> (gravedad de la lesión, frecuencia y duración de la exposición, etc.) no se modifican respecto a los de la norma <b>UNE EN 954-1</b>.</p>	<p>El nivel de fiabilidad correspondiente (subdividido desde <b>PL “a”</b> hasta <b>PL “e”</b>) refleja los diferentes riesgos residuales, expresados como la probabilidad de fallo grave por hora o <b>PDHd</b></p> <p>Por tanto, el enfoque de la nueva norma tiene en cuenta la probabilidad residual, es decir, incluye ingeniería de fiabilidad o una combinación de las visiones determinista y probabilista.</p> <p>Los grados del <b>PL</b> se han seleccionado para que se ajusten a los niveles de integridad de seguridad (<b>SIL</b>) de la <b>UNE IEC EN 61 508</b>, y puedan asociarse a las categorías de control de la <b>UNE EN 954-1</b>, si bien la coincidencia no es exacta (como ya hemos indicado); por ejemplo, la <b>categoría 1</b> corresponde (aunque no exactamente) al <b>PL “b”</b>, la categoría 2, al <b>PL “c”</b>, etc.</p>

### Aplicación

Deben tenerse en cuenta todas y cada una de las funciones de seguridad de la máquina que surjan a partir de un análisis de riesgos, como, por ejemplo, la parada de emergencia, el enclavamiento de resguardos móviles, etc. El denominado **PL<sub>r</sub>** es el producto de la consideración de la gráfica de riesgo (la letra “r” significa “requerido”)

El **PL** es una consideración global, y siempre se refiere a la cadena de sensores (detección), al componente lógico (proceso) y al accionador (interruptor).

#### Nuevos aspectos a tener en cuenta

El resultado de la combinación de los enfoques determinista y probabilista (el equilibrio al que nos hemos referido anteriormente) es que para la determinación del **PL** hay que tener en cuenta los siguientes aspectos

1. La categoría de control (de forma aproximada, como ya hemos mencionado) contenida en la norma, es denominada de forma predominante “arquitectura designada”.
2. El “**MTTF<sub>d</sub>**” (tiempo medio hasta el fallo peligroso).
3. La “cobertura de diagnóstico” (**DC**).
4. La denominada “gestión de fallos por causas comunes” (**CCF**).



Asimismo, existen medidas para contrarrestar los fallos de sistema, un prerequisite ya presente en la norma **UNE EN ISO 13849-1** y que aparece en el **Anexo G**. Su origen es la teoría del fallo en la ingeniería de fiabilidad, que distingue entre fallos coincidentes (véase **MTTF<sub>d</sub>**) y sistemáticos, entre otros.

Los fallos sistematicos tienen causas deterministas no coincidentes, y solo pueden eliminarse mediante modificaciones en el diseño, la producción, las secuencias de operación o factores de similares.

El anexo G sugiere las siguientes medidas:

Una selección de las  
contenidas en la  
norma UNE ENE ISO  
13849-2

La protección ante  
las influencias  
procedentes del  
entorno

Medidas  
informaticas tipicas  
(control y revisión  
de programas, etc..)

Protección de las  
comunicaciones de  
datos

### Aplicación

Deben tenerse en cuenta todas y cada una de las funciones de seguridad de la máquina que surjan a partir de un análisis de riesgos, como por ejemplo la parada de emergencia, el enclavamiento de resguardos móviles,

etc. El denominado  $PL_r$  es el producto de la consideración de la gráfica de riesgo (la letra

“r” significa requerido).

El  $PL$  es una consideración global, y siempre se refiere a la cadena de sensores (detección), al componente lógico (proceso) y al accionador (interruptor)

Funciones de seguridad ejecutadas por las partes relacionadas con la seguridad de los sistemas de control de las máquinas.



Representación según la norma:

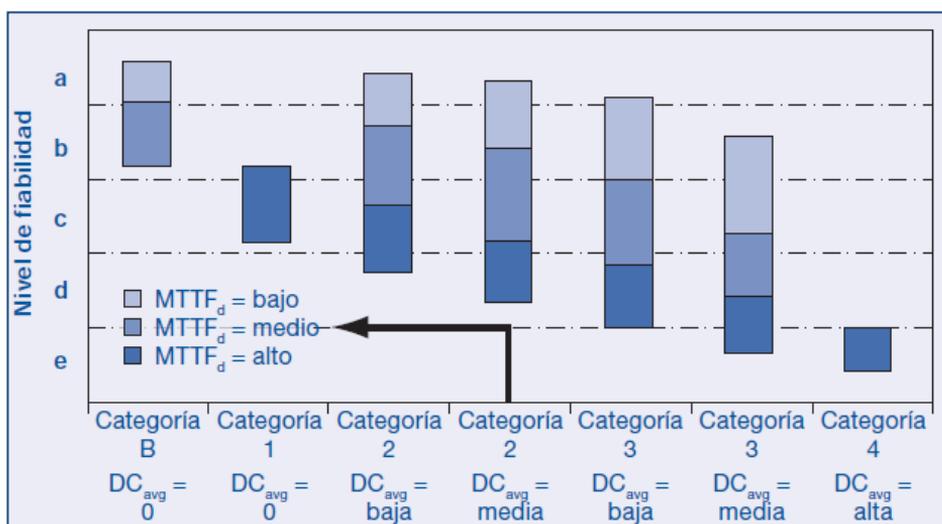


Ejemplos de maquinaria:

- Parada cuando se abren los resguardos
- Reducción de la velocidad en modo manual (configuración)

### El nivel de fiabilidad en sustitución de la categoría de control

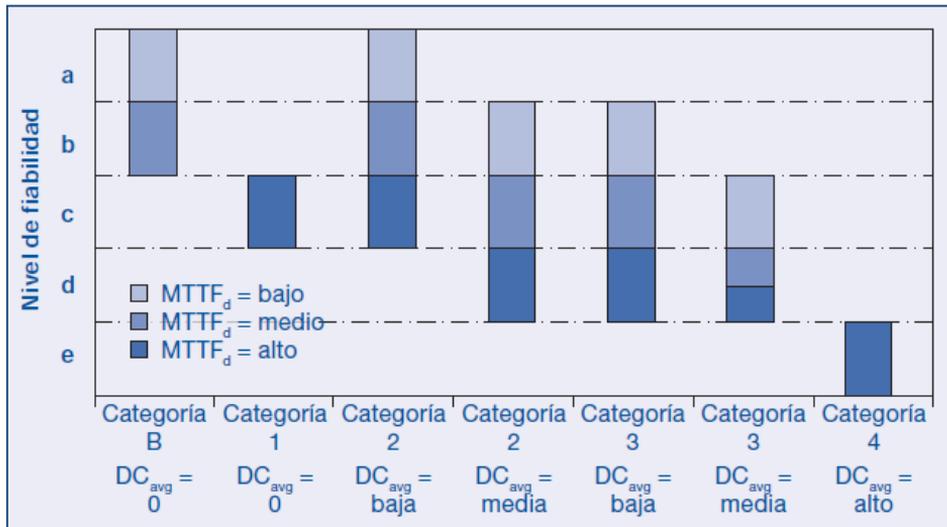
El resultado de los análisis del 1 al 4 (es decir, el análisis de la arquitectura designada, el MTTFd por canal, la DC y el CCF) se introducen en un diagrama de bloques a partir del cual se obtiene el nivel de fiabilidad alcanzado



Ello significa que un PL “e” requiere una estructura que corresponda a la categoría 4, un valor MTTFd por canal “alto” y una DC igualmente “alta” (el concepto de DCavg corresponde a la cobertura media de diagnóstico).

Si, en cambio, el objetivo es que la reducción del riesgo alcance un PL “c” o “d”, pueden seleccionarse varias posibilidades de diseño; por ejemplo, para un PL “d”, una estructura conforme a la categoría 2, un MTTFd “alto” y una DC “media”. A partir de la categoría 2 debe tenerse siempre en cuenta el factor CCF.

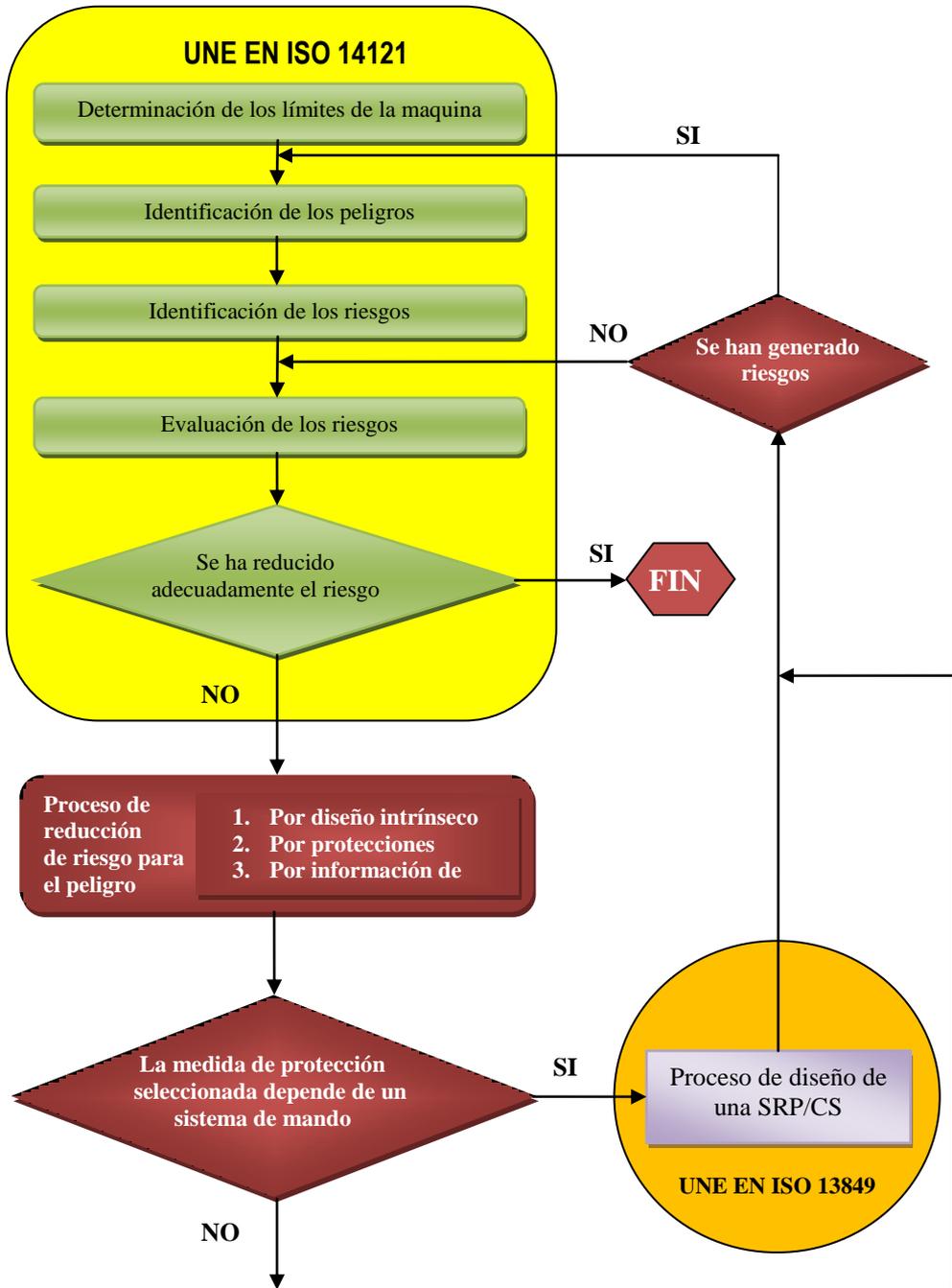
Debido a que los límites entre los diferentes PL del diagrama no coinciden exactamente con las categorías, se permite una simplificación (en la norma se incluye una tabla, en lugar de un gráfico).



En términos generales, la **UNE EN ISO 13849-1** adopta una aproximación en cuatro fases para el diseño de sistemas de mando relacionados con la seguridad.

1. Realizar una evaluación de riesgos (**UNE EN ISO 14121**)
2. Para los riesgos identificados, asigne la medida de seguridad correspondiente para el nivel de rendimiento (**PLr**)
3. Elabore una arquitectura de sistema adecuada para el nivel de rendimiento (**PL**)
4. Valide el diseño para comprobar que cumple con los requisitos de la evaluación de riesgos inicial

El último paso contempla la utilización de los datos del fabricante para la fiabilidad de los componentes, incluido el cálculo del tiempo medio hasta que se produce un fallo peligroso (**MTTFd**) y la capacidad de diagnóstico y que representan el fallo en modo común de los componentes.



A finales de los 70 se introdujeron los sistemas electrónicos en el mundo de la ingeniería mecánica. Al principio sólo se utilizaban en funciones no relacionadas con la seguridad, pero en la actualidad, muchas de las funciones de seguridad realizadas por los sistemas de control en máquinas se llevan a cabo a través de LSI/VLSI, ASICs, PLCs, microcontroladores, etc.

Debido a ello se hizo evidente que era necesario contar con un nuevo estándar que tratara todos los aspectos del sistema de control moderno. El resultado final fue la normativa IEC61508:1999, 'Seguridad funcional de sistemas relacionados con la seguridad electrónica programable/electrónica/eléctrica'. A esta le siguió en el año 2005 la normativa **UNE IEC/EN 62061** 'Seguridad de la maquinaria – Seguridad funcional de los sistemas relacionados de seguridad electrónica programable/electrónica/eléctrica'. Este estándar se ocupa de los sistemas de maquinaria compleja y, al igual que la normativa IEC 61508, ofrece el concepto de niveles de integridad de seguridad o SIL – otro modo de clasificar el rendimiento del sistema

---

Vamos a continuación a describir brevemente la norma **“UNE EN/IEC 62061 - Seguridad en Maquinaria: seguridad funcional de sistemas de mando eléctricos, electrónicos y electrónicos programables”**:

Los sistemas de mando eléctricos relativos a la seguridad en maquinaria desempeñan un papel creciente a la hora de garantizar la seguridad global de las máquinas y utilizan cada vez con más frecuencia tecnología electrónica compleja.

La **UNE EN/IEC 62061** es un estándar del sector de maquinaria basado en la norma **UNE EN/IEC 61508** (seguridad funcional de sistemas relativos a la seguridad eléctricos, electrónicos y electrónicos programables) para que las compañías que ya han estado diseñando este tipo de sistemas de acuerdo con la norma **UNE EN/IEC 61508** experimenten una transición relativamente sencilla al nuevo estándar.

La norma **UNE EN/IEC 62061** describe tanto la cantidad del riesgo que se debe reducir como la capacidad de un sistema de mando de reducir dicho riesgo en términos del nivel de integridad de seguridad

(**SIL**). Hay tres **SIL** que se emplean en el sector de la maquinaria, siendo **SIL 1** el más bajo y **SIL 3** el más alto. Los riesgos de gran magnitud pueden darse en otros sectores como en la industria de procesos y por esa razón, la norma **UNE EN 61508** y el estándar específico del sector de procesos (**UNE EN 61511**) incluyen el nivel **SIL 4**.

Un **SIL** se aplica a una función de seguridad. Los subsistemas que completan el sistema que implementa la función de seguridad debe tener la capacidad **SIL** adecuada. Esta capacidad se conoce como requerimiento límite **SIL (SIL CL)**.

Para determinar un nivel de SIL requerido se deberían tener en cuenta las consecuencias y una serie de factores descriptivos del posible riesgo como son:

- Frecuencia y/o perduración. **Fr**
- Posibilidad de la situación peligrosa. **Pr**
- Posible evitación. **Av**

### Determinación del SIL requerido

(asignación SIL)

Frecuencia y/o perduración <b>Fr</b>		Probabilidad de la situación peligrosa <b>Pr</b>		Posible evitación <b>Av</b>	
≤ 1 h	5	frecuentemente	5		
> 1 h-1 día	5	probable	4		
> 1 día-2 semanas	4	posible	3	imposible	5
> 2 semanas-1 año	3	poco frecuente	2	posible	3
> 1 año	2	despreciable	1	probable	1

Consecuencias	Alcance de daños <b>Se</b>	Clase $Cl = Fr + Pr + Av$				
		3-4	5-7	8-10	11-13	14-15
Muerte, pérdida de ojos, brazos	4	SIL 2	SIL 2	SIL 2	SIL 3	SIL 3
Permanente, pérdida de dedos de la mano	3	otras medidas		SIL 1	SIL 2	SIL 3
Reversible, tratamiento médico	2	otras medidas			SIL 1	SIL 2
Reversible, primeros auxilios	1	otras medidas				SIL 1

#### Procedimiento

1. Determinar la importancia de daños Se
2. Determinar frecuencia Fr, probabilidad Pr y evitación Av
3. Suma  $Fr + Pr + Av =$  clase Cl
4. Punto de intersección línea importancia de daños Se y columna Cl = SIL requerido

Los **SIL** mantienen muchos de los principios del sistema de categorías aunque también añaden un nivel de detalle y definición que se ocupa mejor del control moderno y las arquitecturas de seguridad. Se utilizan para determinar la seguridad funcional cuantificando la probabilidad de que se produzca una avería en un dispositivo mientras está realizando su función de seguridad. Existen tres niveles para la maquinaria, **SIL3** es el “más fiable”, y **SIL1** el menos. Junto con las “evaluaciones en segundo plano”, los SIL también utilizan una combinación de factores técnicos para determinar el nivel o clasificación, incluida la probabilidad media de averías peligrosas bajo demanda (**PFHD**) y las funciones de seguridad requeridas para un proceso.

Es el trabajo que se produce en segundo plano el que distingue a los **SIL**. Con respecto a la seguridad funcional, los sistemas de gestión apropiados deben estar en su lugar para garantizar que el personal apropiado con el nivel de experiencia adecuado esté trabajando en el trabajo en cuestión.

También es necesario ocuparse de las especificaciones de los requisitos de seguridad. Estas se utilizan para determinar exactamente qué requisitos de seguridad es necesario cumplir. Se ocupa de los componentes y los sistemas con respecto a su diseño, validación y especificación sobre el ciclo de vida del proyecto, a la vez que también contempla cualquier influencia ambiental, así como otros factores que puedan afectar al funcionamiento óptimo del sistema.

La adición final es el modo en el que se abordan los sistemas y sistemas secundarios, con estándares como la norma **UNE IEC61508** que cubre sistemas secundarios complejos como los PLC de seguridad. La primera subdivisión cubre las medidas para evitar las averías sistemáticas y las medidas posteriores para controlar el complejo sistema secundario en el caso de que se produzca una avería en el sistema. La segunda se centra en la fiabilidad del sistema, utilizando la probabilidad de que se produzcan averías peligrosas por hora (**PFHD**) como una medida.

La subdivisión final se ocupa de las restricciones arquitectónicas. Un ejemplo sería la combinación de las funciones de tolerancia a las averías dentro de un sistema secundario y el equilibrio de estas funciones frente a los diagnósticos existentes, con una tolerancia alta y que los diagnósticos significativos den como resultado la cifra más alta.

Existen muchos otros factores para determinar los niveles de **SIL**, como los métodos de diseño de software formales, las modificaciones y las técnicas de validación, sin embargo, resaltan todavía más las grandes diferencias entre las categorías y los **SIL**. En general, tanto si se utiliza un **PL**, un **SIL** o una combinación de ambos, la elección debería estar relacionada con las complejidades de los sistemas y, por este motivo, quizá podría servir de guía sobre qué método adoptar.

---

## **CAPITULO 10:**

### **NORMALIZACIÓN EUROPEA (EN) E INTERNACIONAL (ISO)**

#### **10.1.- INTRODUCCIÓN**

En este capítulo se presenta el estado de la normalización actual en el ámbito de la robótica industrial y de servicio. Dado que estos sectores están normalizados por el subcomité 2 (robots y dispositivos robóticos) del Comité Técnico de Sistemas Industriales Automatizados de AENOR (AEN/CTN 116 SC 02) en primer lugar se presenta una breve descripción del CTN 116. Asimismo se presenta, por su lógica vinculación, el estado de los comités correspondientes a nivel europeo e internacional, CEN 310 e ISO 184, respectivamente.

Posteriormente se presenta el subcomité 2 de forma más detallada, listando la normativa vigente así como los proyectos preliminares y activos, que se encuentren a enero del 2011 en desarrollo

#### **10.2.- SISTEMAS INDUSTRIALES AUTOMATIZADOS**

El comité de normalización español en el sector de la automatización y robótica es el AEN/CTN 116, perteneciente a AENOR. A nivel europeo el encargado es el CEN 310; y a nivel internacional, el ISO TC 184.

A modo de resumen, las tareas de estos tres comités, cada uno dentro de su territorialidad, consisten en la normalización en el ámbito de los sistemas de automatización y su integración en el diseño, suministro, fabricación y entrega, soporte, mantenimiento y eliminación de los productos y sus servicios asociados. Áreas de la normalización son los sistemas de información, la robótica para robots fijos y móviles en

entornos no industriales, industriales y específicos, automatización y software de control y tecnologías de integración.

A continuación se presentan estos tres comités.

- **AEN/CTN 116 – Sistemas industriales automatizados**
- **CEN 310 – *Advanced automation technologies and their applications***  
**Grupos de trabajo**
  - ISO TC 184/WG 01: *Systems architecture*
- **ISO TC 184 – *Automation systems and integration***  
**Subcomités**
  - ✓ - ISO TC 184/SC 01: *Physical device control*
  - ✓ - ISO TC 184/SC 02: *Robots and robotic devices*
  - ✓ - ISO TC 184/SC 04: *Industrial data*
  - ✓ - ISO TC 184/SC 05: *Interoperability, integration, and architectures for Enterprise systems and automation applications*

### **10.3.- SUBCOMITÉS DEL ISO TC 184**

En este apartado se presentan la información más relevante acerca de los subcomités según la división en los comités técnicos AEN/CTN 116 e ISO TC 184.

- ✓ **SC 01 – Control numérico de máquinas**  
Comité que cubre toda la normativa respecto a las máquinas de control numérico desde el vocabulario y símbolos a utilizar, pasando por el formato de lenguajes y la estructura de ficheros, hasta estandarización de sensores y actuadores, entre otros.

### Grupos de trabajo

- ISO TC 184/SC 01/WG 7: *Modelado de datos para la integración de dispositivos físicos*
- ISO TC 184/SC 01/WG 8: *Instalación distribuida en aplicaciones industriales*

#### ✓ SC 02 – Robots y dispositivos robóticos

Este comité cubre:

- Definiciones
- Terminología
- Métodos de ensayo
- Seguridad
- Interfaces mecánicas y elementos finales del robot
- Métodos de programación
- Requerimientos para el intercambio de información

Este comité incluye tanto el robot mismo (el manipulador con los actuadores, y el sistema de control con hardware y software) y el elemento final del robot.

### Grupos de trabajo

- ISO TC 184/SC 02/WG 1: *Vocabulario*
- ISO TC 184/SC 02/WG 3: *Seguridad Industrial*
- ISO TC 184/SC 02/WG 7: *Seguridad en cuidados a personas*
- ISO TC 184/SC 02/WG 8: *Robots de Servicio*

#### ✓ SC 04 – Representación exterior de los datos de definición de productos

Comité encargado de la normativa para facilitar el intercambio en un entorno industrial de datos entre diferentes sistemas de computadoras.

La gran mayoría de las iniciativas en la creación de estándares de este subcomité se ha centrado en las series STEP (*Standards for Exchange and*

*Product Data*, en el ISO 10303 – *Product data representation and exchange*) para diversas áreas funcionales, que abarcan el diseño del producto, su análisis y su fabricación. Este concepto ha llevado al desarrollo de módulos de estandarización, utilizables como bloques y que permiten una sencilla integración en un sistema de mayor complejidad.

### **Grupos de trabajo**

- ISO TC 184/SC 04/QC: *Comité de calidad*
- ISO TC 184/SC 04/PPC: *Comité de políticas y planificación*
- ISO TC 184/SC 04/AG: *Grupo consultivo de gestión de cambio*
- ISO TC 184/SC 04/WG 2: *Normativa para la representación neutra de piezas estándar*
- ISO TC 184/SC 04/WG 3: *Modelado de producto*
- ISO TC 184/SC 04/WG 8: *Proceso de fabricación y gestión de la información (+ TC 04)*
- ISO TC 184/SC 04/WG 11: *Lenguaje EXPRESS, métodos de aplicación y métodos de conformidad*
- ISO TC 184/SC 04/WG 12: *Recursos comunes*
- ISO TC 184/SC 04/WG 13: *Calidad en la información industrial*

### ✓ **SC 05 – Requisitos para la integración de sistemas**

Este comité trata la normalización en el ámbito de la arquitectura empresarial, las comunicaciones y los procesos para permitir la integración del sistema de fabricación, su funcionamiento y la interoperabilidad. Esta normalización incluye:

- Un glosario de términos de automatización
- Representaciones de procesos (es decir, el intercambio/negociación en empresas de fabricación)
- Requisitos para un entorno de programación global
- Perfiles de fabricación susceptibles de ser utilizados por la industria

### **Grupos de trabajo**

- ISO TC 184/SC 05/WG 1: *Modelado y arquitectura*
- ISO TC 184/SC 05/WG 4: *Software para fabricación y su entorno*
- ISO TC 184/SC 05/WG 5: *Entornos para aplicaciones de sistemas abiertos*
- ISO TC 184/SC 05/WG 6: *Interfases para aplicaciones de servicio*
- ISO TC 184/SC 05/WG 7: *Diagnóstico y mantenimiento de aplicaciones de integración*
- ISO TC 184/SC 05/WG 9: *Indicadores clave de funcionamiento para la gestión de operaciones de fabricación*
- ISO TC 184/SC 05/WG 10: *Evaluación de la eficiencia energética y otros factores relevantes de sistemas de fabricación con respecto a la influencia en su entorno*
- ISO TC 184/SC 05/WG 15: *Integración de sistemas de control de la empresa*

## **10.4.- EL SUBCOMITÉ 02: ROBOTS Y DISPOSITIVOS ROBÓTICOS**

El subcomité 02 del AEN/CTN 116 se encarga de normalizar la tecnología propia de la robótica. Inicialmente fue creado para dar cobertura a la estandarización de procesos y dispositivos de robótica industrial, pero recientemente el sector de la robótica de servicio se está empezando a mover, hecho que se refleja en los grupos de trabajo 7 y 8.

Este comité cubre los siguientes aspectos:

- Definiciones
- Terminología
- Métodos de ensayo
- Seguridad
- Interfaces mecánicas y elementos finales del robot
- Métodos de programación

- Requerimientos para el intercambio de información

Este comité incluye tanto el robot mismo (el manipulador con los actuadores y el sistema de control con hardware y software) y el elemento final del robot.

### Grupos de trabajo

- ISO TC 184/SC 02/WG 1: *Vocabulario*
- ISO TC 184/SC 02/WG 3: *Seguridad Industrial*
- ISO TC 184/SC 02/WG 7: *Seguridad en cuidados a personas*
- ISO TC 184/SC 02/WG 8: *Robots de Servicio*

### 10.4.1.- Normativa vigente

En este apartado se presenta un listado de la normativa vigente, tanto a nivel estatal, como europeo e internacional. Para cada norma se presenta la normativa ISO asociada junto con el año de inicio del proyecto de norma entre paréntesis. Si la norma está publicada a nivel europeo se muestra en azul su referencia, junto a la referencia ISO correspondiente. Si la normativa está publicada a nivel estatal se muestra la referencia correspondiente en rojo.

#### 10.4.1.1.- Normas publicadas

**ISO 8373:1994** (1990) **EN ISO 8373:1996** **UNE-EN ISO 8373:1998**

**EN ISO 8373:1996/AC:1996**

Robots manipuladores industriales. Vocabulario

ISO 8373:1994/Cor 1:1996 **UNE-EN ISO 8373:1998**

Robots manipuladores industriales. Vocabulario - Corrigendum Técnico 1

ISO 8373:1994/Amd 1:1996

Robots manipuladores industriales. Vocabulario – Anexo B: Anexo multilingüe

**ISO 11593:1996 (1991) EN ISO 11593:1997 EN ISO 11593:1997**

Robots manipuladores industriales. Sistemas de intercambio automático y efectivo.  
Vocabulario y presentación de características

**ISO 9283:1998 (1993) EN ISO 9283:1998 UNE-EN ISO 9283:2003**

Robots manipuladores industriales. Criterios de análisis de prestaciones y métodos de ensayo relacionados.

**ISO/TR 13309:1995 (1993)**

Robots manipuladores industriales. Guía informativa de equipos de ensayo y métodos de metrología en operaciones para el funcionamiento de robots de acuerdo a ISO 9283

**ISO 14539:2000 (1994) EN ISO 14539:2001 UNE-EN ISO 14539:2003**

Robots manipuladores industriales. Transporte de objetos con dispositivos de agarre tipo empuñadura. Vocabulario y presentación de características

**ISO 9787:1999 (1995) EN ISO 9787:1999 EN ISO 9787:1999**

Robots manipuladores industriales. Sistemas de coordenadas y movimientos

**ISO 9946:1999 (1997) EN ISO 9946:1999 EN ISO 9946:1999**

Robots manipuladores industriales. Presentación de las características

**ISO 9409-1:2004 (2001) EN ISO 9409-1:2004 UNE-EN ISO 9409-1:2004**

Robots manipuladores industriales. Interfaces mecánicas. Parte 1: Platos

**ISO 9409-2:2002 (2001) EN ISO 9409-2:2003 UNE-EN ISO 9409-2:2003**

Robots manipuladores industriales. Interfaces mecánicas. Parte 2: Ejes

**ISO 10218-1:2006 (2002) EN ISO 10218-1:2008 EN ISO 10218-1:2008**

Robots para entornos industriales. Requisitos de seguridad. Parte 1: Robot

**ISO 10218-1:2006/Cor 1:2007 EN ISO 10218-1:2008**

Robots para entornos industriales. Requisitos de seguridad. Parte 1: Robot -  
Corrigendum Técnico 1

#### 10.4.1.2.- Normas activas

**ISO 9283:1998** (1993)

Robots manipuladores industriales. Criterios de análisis de prestaciones y métodos de ensayo relacionados.

*Revisión*

**ISO 14539:2000** (1994)

Robots manipuladores industriales. Transporte de objetos con dispositivos de agarre tipo empuñadura. Vocabulario y presentación de características

*Revisión*

**ISO 9409-1:2004** (2001)

Robots manipuladores industriales. Interfaces mecánicas. Parte 1: Platos

*Revisión*

**ISO 9409-2:2002** (2001)

Robots manipuladores industriales. Interfaces mecánicas. Parte 2: Ejes

*Revisión*

**ISO/FDIS 10218-2.2** (2006) **FprEN ISO 10218-2**

Robots para entornos industriales. Requisitos de seguridad. Parte 2: Integración y sistemas de robots industriales

*Votación aprobación borrador final*

**ISO/FDIS 10218-1** (2007) **FprEN ISO 10218-1**

Robots para entornos industriales. Requisitos de seguridad. Parte 1: Robot

*Votación aprobación borrador final*

**ISO/CD 13482** (2008) **prEN ISO 13482**

Robots para el cuidado personal no médico

*Votación aprobación primer borrador*

## **ISO/DIS 8373 (2009)**

**Robots manipuladores industriales. Vocabulario**

*Votación aprobación borrador*

### **10.4.2.- Grupos de Trabajo**

Información relativa a los grupos de trabajo del subcomité 02 del comité técnico ISOTC 184.

✓ **ISO TC 184/SC 02/WG 1 - Vocabulary**

*Proyectos: 1 (ISO 8373)*

*Coordinador: KATS - Korean Agency for Technology and Standards (Moon Seungbin)*

*AFNOR (PARENT Michel)*

*Reuniones: 4º encuentro – Noviembre 2010*

✓ **ISO TC 184/SC 02/WG 3 - Industrial safety**

*Proyectos: 3 (ISO 10218-1:2006, ISO 10218-1:2006/Cor 1:2007, ISO/NP TS 15066)*

*Coordinador: SIS - Swedish Standards Institute (Lafvas Mattias Mr.)*

*Reuniones: 2º encuentro - Enero 2011; 3º, Junio 2011*

✓ **ISO TC 184/SC 02/WG 7 - Personal care safety**

*Año creación: 2010*

*Proyectos: 1 (ISO/CD 13482)*

*Coordinador: BSI - British Standards Institution (Virk Gurvinder Singh)*

*Reuniones: 2º encuentro - Enero 2011; 3º, Junio 2011*

✓ **ISO TC 184/SC 02/WG 8 - Service robots**

*Año creación: 2010*

*Proyectos: 0*

*Coordinador:* KATS - Korean Agency for Technology and Standards (Moon Seungbin)

*Reuniones:* 23-24 Junio 2011: Los Ángeles, USA

Septiembre 2011: Alemania

Febrero 2012: Orlando, USA (reunión SC 2)

*Actividades:*

Hasta noviembre del 2010 la tarea principal del WG 8 consistía en explorar y evaluar las necesidades en normativa de Robótica de Servicio existente a nivel internacional. En la reunión llevada a cabo en **noviembre del 2010 en Budapest**, Hungría, el Subcomité

02 invitó al WG 8 a ampliar su agenda y empezar a crear nueva normativa.

En esta misma reunión se emplazó al WG 8 a crear una normativa en criterios de funcionamiento para robots de servicio.

A continuación se resumen los puntos tratados en la reunión de **enero del 2011 en Wellington**, Nueva Zelanda:

- Presentación del grupo de estudio del WG, presentando aspectos a normalizar y listando aquellos otros aspectos que incumben a la Robótica de Servicio pero que o bien ya están normalizados por otros comités técnicos, o bien ya disponen de alguna normativa asociada.
- Se determina que el SC 2/ WG 1 (Vocabulario y características) se encargará de la definición de sistemas de coordenadas, tarea inicialmente asignada al WG 8.
- Revisión y planteamiento de ensayos asociados a los diversos aspectos de la norma ISO 13482 -Robots para el cuidado personal no médico- desarrollada por el ISO TC 184/SC 02/WG 7.

- 
- Presentación de un primer borrador en funcionamiento de navegación para robots móviles. Primeras definiciones, vocabulario y tipos de ensayos para evaluar la calidad del robot.
  - Presentación de diversas temáticas, con miras a plantear el futuro desarrollo de normativa asociada:
    - ✓ *Robots aspiradora*: métodos de ensayo para la evaluación de la batería, estación de carga automática de la batería, éxito en la carga, detección de profundidades, navegación, planificación de trayectorias, evitación de obstáculos y adaptación a cambios de superficies y de pendientes y ruido, entre otros.
    - ✓ Presentación de especificaciones para un *diseño modular* en los robots de servicio, tanto desde una perspectiva de hardware y software como funcional, en su integración en red y sus sistemas de control.
    - ✓ Presentación de algoritmos y soluciones para la *extracción de características de objetos mediante sistemas de visión*, destacando el propio reconocimiento de objetos, extracción de puntos de interés (SIFT, SURF), filtros de imagen, etc.
  - En la siguiente reunión se prevé el tratamiento de la modularidad en la integración de sistemas, nuevos ensayos de test y una presentación en robots de granja.

## CAPITULO 11:

### NORMATIVA DE SEGURIDAD DE MÁQUINAS

Fundamentalmente nos podemos encontrar dos tipos de directivas respecto a la seguridad de máquinas:



### DIRECTIVAS ENFOCADAS A USUARIO DE MAQUINAS

**DIRECTIVA 89/655/CEE  
DIRECTIVA 95/63/CE**

Traspuesta al  
derecho español  
mediante

**R.D.1215/97**

**DIRECTIVA 2001/45/CE**

Traspuesta al  
derecho español  
mediante

**R.D.2177/04**

### La nueva Directiva 2001/45/CE

- Da nueva redacción al punto 6 del apartado 1 del anexo I
- Introduce un nuevo apartado 4 en el anexo II
- Derogada determinadas disposiciones incluidas en varias normas y referidas fundamentalmente a los andamios

---

La obligación fundamental del fabricante de máquinas es el cumplimiento de la directiva 98/37/CE que va ser derogada a partir del 29 de diciembre de 2009 por la directiva 2006/42/CE transpuesta al derecho español mediante el R.D.1644 del 2008.

El empresario que ejerce de usuario tiene dos obligaciones fundamentales:

1. En primer lugar si el empresario adquiere equipos nueva fabricación, está obligado a que estos estén certificados respecto a la directiva 98/37/CE o respecto a la directiva 2006/42/CE si adquiere un equipo fabricado con posterioridad al 29 de diciembre del 2009.
2. Debe aplicar siempre en los equipos de los que usuario el R.D.1215/97 y R.D. 2177/04, independientemente de si estos están certificados CE o no.

Hay que tener en cuenta que el marcado CE no da presunción de que el equipo es seguro, por lo que el empresario debe verificar las disposiciones mínimas de seguridad aplicando el R.D.1215/97 y R.D. 2177/04 en todos sus equipos.

La nueva directiva de máquinas ha incorporado a través de su Anexo I los objetivos de seguridad de la Directiva sobre baja tensión de tal forma que en el futuro se podría suprimir lista de la Directiva 73/23/CEE en las dos declaraciones sobre conformidad de producto.

El fabricante ha de determinar qué Directivas son aplicables a sus máquinas. Por consiguiente, debe comprobar si las máquinas:

- 1. Entran dentro del ámbito de aplicación de la Directiva relativa a las máquinas**
- 2. Entran dentro del ámbito de aplicación de otra Directiva de conformidad con el Artículo 4 (por ejemplo, productos para la construcción, productos médicos, juguetes o ascensores)**
- 3. Entran dentro del ámbito de aplicación de una Directiva aplicable simultáneamente para determinados riesgos o grupos constructivos específicos (por ejemplo, equipos a presión, compatibilidad electromagnética o emisiones de ruidos).**

Entre las Directivas que tratan riesgos de forma específica se encuentran:

- ✦ Directiva 94/9/CE (Directiva ATEX)
- ✦ Directiva 2000/14/CE (Emisiones Sonoras en el Entorno debidas a las Máquinas de Uso al Aire Libre)
- ✦ Directiva 2004/18/CE (Directiva sobre Compatibilidad Electromagnética)

Por contra, existen otras Directivas que regulan grupos de productos de forma más pormenorizada. También es posible que en el caso de un producto no exista riesgo alguno, o que sea tan bajo que sea adecuado un nivel de seguridad más bajo para este riesgo. En dichos casos sería aplicable también el Artículo 3. El riesgo estaría contemplado de forma "más específica"

Ejemplos de esta clase de Directivas:

- ✦ Directiva 93/42/CEE (Directiva sobre productos médicos)
- ✦ Directiva 88/378/CEE (Directiva sobre juguetes)
- ✦ Directiva 95/16/CE (Directiva sobre ascensores)
- ✦ Directiva 2000/9/CE (relativa al transporte de personas por cable)
- ✦ Directiva 97/23/CE (Directiva sobre equipos a presión)

### **11.1.- NORMAS ARMONIZADAS**

El importante papel que a la normalización se reserva en la Europa Comunitaria proviene del Libro Blanco sobre la plena realización del mercado interior, aprobado por el Consejo Europeo en Junio de 1985, el cual dispone en sus apartados 65 y 68 que se recurra a un "Nuevo Enfoque" para la armonización técnica y la normalización. Este Nuevo Enfoque lleva consigo una profunda integración de la normalización europea en las siguientes vertientes.

- a) Las directivas que se desarrollan bajo el paraguas de este "Nuevo Enfoque" abarcarán conjuntos de productos muy amplios con distintos niveles de riesgo. Las especificaciones técnicas en ellas contenidas se limitarán a contemplar aspectos generales de seguridad y de salud con los que estos productos deberán ser puestos en el mercado para poderse beneficiar de su libre circulación en la UE.
- b) Los Organismos de Normalización de los Estados miembro son los encargados de preparar las especificaciones técnicas necesarias para la fabricación y comercialización de los productos conforme a las

---

exigencias básicas de seguridad y de salud establecidas por las directivas, teniendo en cuenta, claro está, el estado actual de la tecnología.

- c) Estas especificaciones técnicas constituyen las denominadas **Normas Armonizadas**, las cuales no son obligatorias y por tanto mantienen su carácter de voluntariedad, es decir, no serán nunca transformadas en reglamentos y por tanto mantendrán una completa independencia. Su papel será el de una solución preferente para cumplir con las exigencias básicas de seguridad y de salud de las directivas y por lo tanto el de una presunción de conformidad refutable, sin embargo, aquellos fabricantes que las tengan en cuenta a la hora de fabricar sus productos, se beneficiarán de un rápido acceso al mercado.

Dicho esto, una norma armonizada es una especificación técnica (norma europea EN o documento de armonización HD), aprobadas por CEN/CENELEC o por ambos, por mandato de la Comisión de la UE, con arreglo a las disposiciones de la Directiva

83/189/CEE del Consejo de fecha 1983-03-28 por la que se fija un procedimiento de información en el campo de las normas y de los reglamentos técnicos.

- d) Para la certificación de un producto, la conformidad a normas armonizadas conduce a la posibilidad de una declaración de conformidad por el fabricante, que en el caso de no observarse dichas normas, o en el supuesto de que estas no existan, la aplicación directa de las exigencias básicas de seguridad y de salud de las directivas implicarán una certificación por tercera parte, es decir, por un Organismo notificado.

- 
- e) El seguimiento de estas normas armonizadas y de las normas nacionales que transitoriamente se reconozcan como presunción de conformidad con las exigencias básicas de seguridad y de salud de las directivas queda garantizado a través de un Comité Permanente compuesto por representantes de los Estados miembros. Dicho Comité Permanente, asistirá así mismo a la Comisión de la UE para que las Administraciones de los Estados miembros puedan prever procedimientos de salvaguardia tendentes a cuestionar la conformidad de un producto, la validez de un certificado o la calidad de una norma.

### 11.1.1.- Concepto

Son aquellas normas consensuadas por la Comisión en las que, siempre que existan, el diseño y fabricación de un producto así como las adecuaciones en seguridad que se realicen garanticen, mediante el cumplimiento de las especificaciones indicadas la seguridad del producto o equipo de trabajo en cuestión. El cumplimiento de una norma específica armonizada de seguridad da presunción de conformidad debido a que esta norma ha sido consensuada por los países integrantes de la UE.

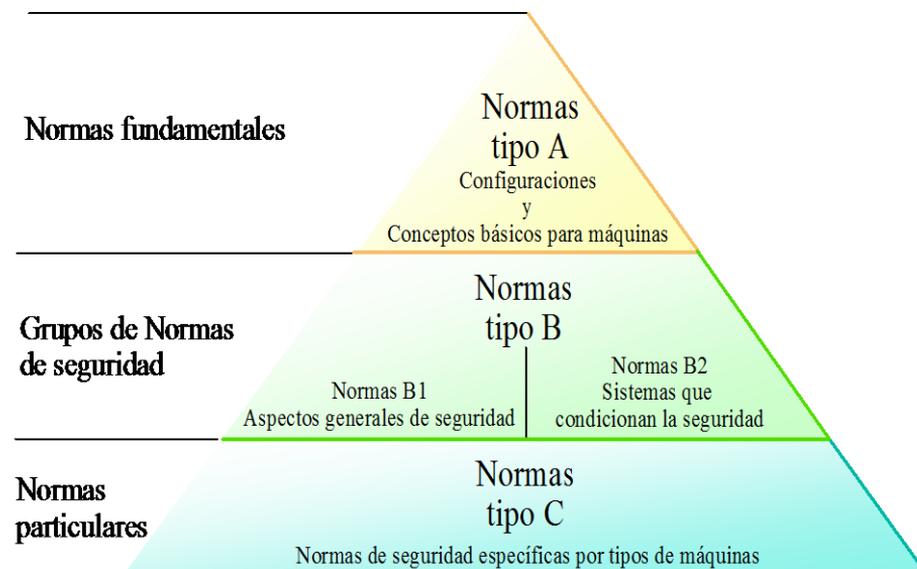
En el caso de no haber sido publicada en el D.O.C.E. o aun habiendo sido publicada, no ha sido traspasada a las normas nacionales, el uso de la norma no dará la presunción de conformidad. En este caso el producto será adecuado o fabricado atendiendo a otras normativas nacionales o internacionales.

Definición de norma armonizada según directiva según 2006/42/CE – artículo 2-1:

*Especificación técnica, de carácter no obligatorio, adoptada por un organismo de normalización, a saber el Comité Europeo de Normalización (CEN), el Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC) o el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación (ETSI), en el marco de un mandato de la Comisión otorgado con arreglo a los procedimientos establecidos en la Directiva 98/34/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, por la que se establece un procedimiento de información en materia de las normas y reglamentaciones técnicas y de las reglas relativas a los servicios de la sociedad de la información, transpuesta a derecho interno español mediante Real Decreto 1337/1999, de 31 de julio.*

Una máquina fabricada de conformidad con una norma armonizada, cuya referencia se haya publicado en el Diario Oficial de la Unión Europea, se considerará conforme a los requisitos esenciales de seguridad y de salud cubiertos por dicha norma armonizada.

### 11.1.2.- Clasificación de las normas europeas armonizadas



a) **Las Normas Horizontales** que se refieren a los aspectos tecnológicos, metodológicos y terminológicos relacionados con la seguridad de máquinas y pueden aplicarse a todas las máquinas o a un conjunto importante de máquinas. Dentro de esta categoría están las normas que se refieren a los dispositivos o componentes de seguridad que pueden, ampliamente utilizarse en el diseño de las máquinas.

Dentro de estas normas están las denominadas normas de los tipos A y B que más adelante se detallará.

**b) Las Normas Verticales** que son normas complementarias a las horizontales desde el momento en que únicamente incluyen aspectos particulares de seguridad que se refieren a una máquina o conjunto de máquinas. Estas normas deben utilizarse conjuntamente con las normas horizontales.

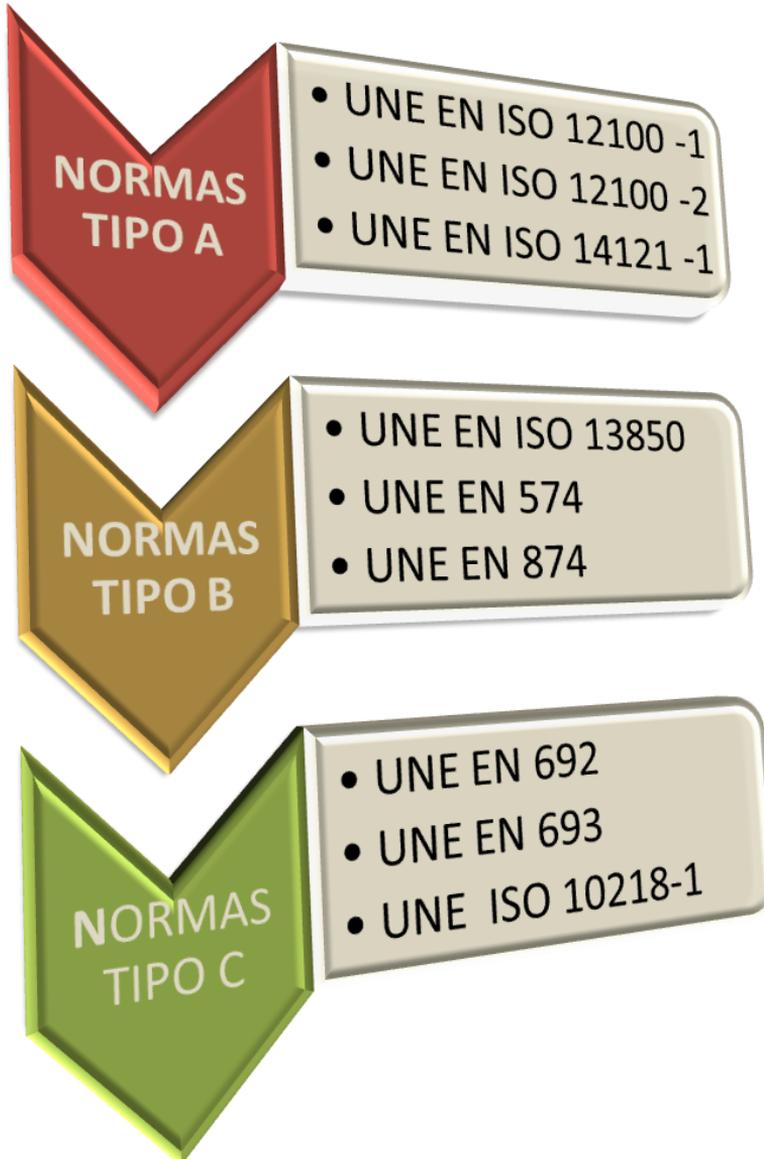
Dentro de esta categoría de normas están las denominadas normas del Tipo C que más adelante se detallan.

En base a esta clasificación genérica, o más grosera, las normas europeas que desarrolla la Directiva Máquinas se clasifican en los cuatro tipos siguientes:

- a) Normas del Tipo A.** Corresponden a las normas básicas o fundamentales ligadas con la seguridad. Se refieren a conceptos básicos, principios para el diseño y aspectos generales que pueden aplicarse a todas las máquinas, por ejemplo, la terminología; las reglas para la redacción de las normas de seguridad; los principios de integración de la seguridad en el diseño, etc.;
- b) Normas del Tipo B.** Corresponden a un grupo de normas de seguridad que se refieren a aspectos o dispositivos de seguridad que pueden utilizarse de forma amplia en las máquinas. Estas normas se subdividen en:
  - **Normas del Tipo B1.** Se refieren a aspectos específicos de seguridad de un conjunto importante de máquinas, por ejemplo: Nivel sonoro; distancias de seguridad; temperaturas superficiales; etc.

- 
- **Normas del Tipo B2.** Se refieren a dispositivos de seguridad afines que pueden utilizarse en varios tipos de máquinas, por ejemplo: Componentes hidráulicos, neumáticos, dispositivos de enclavamiento; mandos a dos manos; sistemas electrosensibles de seguridad; resguardos; etc.;
  
  - c) **Normas del Tipo C.** Corresponden a un grupo de normas que se refieren a los requisitos específicos de seguridad de una máquina o un grupo de máquinas. Utilizan los principios incluidos en las normas del Tipo A y hacen referencia a las correspondientes normas del Tipo B. Dentro de este tipo de normas están por ejemplo: Las máquinas para trabajar la madera; las máquinas para trabajar en frío los metales; las máquinas para el moldeo de plásticos y caucho; las máquinas agrícolas y forestales; etc.

Las normas de los tipos A y B pueden utilizarse en el diseño de máquinas en ausencia de las correspondientes normas del tipo C.



### 11.1.3.- Listado de normativa UNE EN de tipo A y B en vigor

#### EN 61800-5-2:2007

- **Accionamientos eléctricos de potencia de velocidad variable. Parte 5-2: Requisitos de seguridad Funcional (IEC 61800-5-2:2007). (Ratificada por AENOR en febrero de 2008.)**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 01/02/2008
- Fecha de edición/ratificación: 01/02/2008
- Descataloga a: —
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 203/SC 22
- Equivalencias: EN 61800-5-2:2007 (IDT); IEC 61800-5-2:2007 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 61800-5-2:2007
- Tipo: B2

#### EN 62061:2005

- **Seguridad de las máquinas. Seguridad funcional de sistemas de mando eléctricos, electrónicos y electrónicos programables relativos a la seguridad. (Ratificada por AENOR en septiembre de 2005.)**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 01/09/2005
- Fecha de edición/ratificación: 01/09/2005
- Descataloga a: —

- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 203/SC 44
- Equivalencias: EN 62061:2005 (IDT); EN 62061:2005 CORR:2010 (IDT); IEC 62061:2005 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 62061:2005
- Tipo: B2

#### UNE-EN 349:1994+A1:2008

- **Seguridad de las máquinas. Distancias mínimas para evitar el aplastamiento de partes del cuerpo humano.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 05/11/2008
- Fecha de edición/ratificación: 05/11/2008
- Descataloga a: UNE-EN 349:1994
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN 349:1993+A1:2008 (IDT); EN 349:1993/prA1 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 349:1993+A1:2008
- Tipo: A

### **UNE-EN 547-1:1997+A1:2009**

- **Seguridad de las máquinas. Medidas del cuerpo humano. Parte 1: Principios para la determinación de las dimensiones requeridas para el paso de todo el cuerpo en las máquinas.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 11/02/2009
- Fecha de edición/ratificación: 11/02/2009
- Descataloga a: UNE-EN 547-1:1997
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 5
- Equivalencias: EN 547-1:1996/prA1 (IDT); EN 547-1:1996+A1:2008 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 547-1:1996+A1:2008
- Tipo: A

### **UNE-EN 574:1997+A1:2008**

- **Seguridad de las máquinas. Dispositivos de mando a dos manos. Aspectos funcionales. Principios para el diseño.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 26/11/2008
- Fecha de edición/ratificación: 26/11/2008
- Descataloga a: UNE-EN 574:1997
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3

- Equivalencias: EN 574:1996+A1:2008 (IDT); EN 574:1996/prA1 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 574:1996+A1:2008
- Tipo: B2

### **UNE-EN 614-1:2006+A1:2009**

- **Seguridad de las máquinas. Principios de diseño ergonómico. Parte 1: Terminología y principios generales.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 23/09/2009
- Fecha de edición/ratificación: 23/09/2009
- Descataloga a: UNE-EN 614-1:2006
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 5
- Equivalencias: EN 614-1:2006/prA1 (IDT); EN 614-1:2006+A1:2009 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 614-1:2006+A1:2009
- Tipo: A

### **UNE-EN 614-2:2001+A1:2008**

- **Seguridad de las máquinas. Principios de diseño ergonómico. Parte 2: Interacciones entre el diseño de las máquinas y las tareas de trabajo.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 17/12/2008

- Fecha de edición/ratificación: 17/12/2008
- Descataloga a: UNE-EN 614-2:2001
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 5
- Equivalencias: EN 614-2:2000+A1:2008 (IDT); EN 614-2:2000/prA1 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 614-2:2000+A1:2008
- Tipo: A

#### UNE-EN 626-1:1995+A1:2008

- **Seguridad de las máquinas. Reducción de riesgos para la salud debido a sustancias peligrosas emitidas por las máquinas. Parte 1: Principios y especificaciones para los fabricantes de maquinaria.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 05/11/2008
- Fecha de edición/ratificación: 05/11/2008
- Descataloga a: UNE-EN 626-1:1995
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN 626-1:1994+A1:2008 (IDT); EN 626-1:1994/prA1 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 626-1:1994+A1:2008
- Tipo: B1

### **UNE-EN 626-2:1997+A1:2008**

- **Seguridad de las máquinas. Reducción de riesgos para la salud debido a sustancias peligrosas emitidas por las máquinas. Parte 2: Metodología para especificar los procedimientos de verificación.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 05/11/2008
- Fecha de edición/ratificación: 05/11/2008
- Descataloga a: UNE-EN 626-2:1997
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN 626-2:1996/prA1 (IDT); EN 626-2:1996+A1:2008 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 626-2:1996+A1:2008
- Tipo: B1

### **UNE-EN 842:1997+A1:2008**

- **Seguridad de las máquinas. Señales visuales de peligro. Requisitos generales, diseño y ensayos.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 22/12/2008
- Fecha de edición/ratificación: 22/12/2008
- Descataloga a: UNE-EN 842:1997
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 5

- Equivalencias: EN 842:1996/prA1 (IDT); EN 842:1996+A1:2008 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 842:1996+A1:2008
- Tipo: B2

### **UNE-EN 894-1:1997+A1:2009**

- **Seguridad de las máquinas. Requisitos ergonómicos para el diseño de dispositivos de información y mandos. Parte 1: Principios generales de la interacción entre el hombre y los dispositivos de información y mandos.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 15/07/2009
- Fecha de edición/ratificación: 15/07/2009
- Descataloga a: UNE-EN 894-1:1997
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 5
- Equivalencias: EN 894-1:1997/prA1 (IDT); EN 894-1:1997+A1:2008 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 894-1:1997+A1:2008
- Tipo: B1

### **UNE-EN 894-2:1997+A1:2009**

- **Seguridad de las máquinas. Requisitos ergonómicos para el diseño de dispositivos de información y órganos de accionamiento. Parte 2: Dispositivos de información.**
- Estado: En vigor

- Fecha de estado: 15/07/2009
- Fecha de edición/ratificación: 15/07/2009
- Descataloga a: UNE-EN 894-2:1997
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 5
- Equivalencias: EN 894-2:1997/prA1 (IDT); EN 894-2:1997+A1:2008 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 894-2:1997+A1:2008
- Tipo: B1

#### **UNE-EN 894-3:2001+A1:2009**

- **Seguridad de las máquinas. Requisitos ergonómicos para el diseño de dispositivos de información y mandos. Parte 3: Mandos.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 15/07/2009
- Fecha de edición/ratificación: 15/07/2009
- Descataloga a: UNE-EN 894-3:2001
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 5
- Equivalencias: EN 894-3:2000+A1:2008 (IDT); EN 894-3:2000/prA1 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 894-3:2000+A1:2008
- Tipo: B1

### **UNE-EN 953:1998+A1:2009**

- **Seguridad de las máquinas. Resguardos. Requisitos generales para el diseño y construcción de resguardos fijos y móviles.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 23/09/2009
- Fecha de edición/ratificación: 23/09/2009
- Descataloga a: UNE-EN 953:1998
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN 953:1997+A1:2009 (IDT); EN 953:1997/prA1 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 953:1997+A1:2009
- Tipo: B2

### **UNE-EN 981:1997+A1:2008**

- **Seguridad de las máquinas. Sistemas de señales de peligro y de información auditiva y visual.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 17/12/2008
- Fecha de edición/ratificación: 17/12/2008
- Descataloga a: UNE-EN 981:1997
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 5
- Equivalencias: EN 981:1996+A1:2008 (IDT); EN 981:1996/prA1 (IDT)

Conviven con: —

Referencia: EN 981:1996+A1:2008

Tipo: B2

### **UNE-EN 982:1996+A1:2008**

- **Seguridad de las máquinas. Requisitos de seguridad para sistemas y componentes para transmisiones hidráulicas y neumáticas. Hidráulica.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 03/12/2008
- Fecha de edición/ratificación: 03/12/2008
- Descataloga a: UNE-EN 982:1996
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN 982:1996/prA1 (IDT); EN 982:1996+A1:2008 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 982:1996+A1:2008
- Tipo: B2

### **UNE-EN 983:1996+A1:2008**

- **Seguridad de las máquinas. Requisitos de seguridad para sistemas y componentes para transmisiones hidráulicas y neumáticas. Neumática.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 03/12/2008
- Fecha de edición/ratificación: 03/12/2008

- Descataloga a: UNE-EN 983:1996
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN 983:1996+A1:2008 (IDT); EN 983:1996/prA1 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 983:1996+A1:2008
- Tipo: B2

#### 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.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 17/12/2008
- Fecha de edición/ratificación: 17/12/2008
- Descataloga a: UNE-EN 999:1999
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la anulará: PNE-EN ISO 13855
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN 999:1998+A1:2008 (IDT); EN 999:1998/prA1 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 999:1998+A1:2008
- Tipo: B2

### **UNE-EN 1005-1:2002+A1:2009**

- **Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 1: Términos y definiciones.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 29/07/2009
- Fecha de edición/ratificación: 29/07/2009
- Descataloga a: UNE-EN 1005-1:2002
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 5
- Equivalencias: EN 1005-1:2001+A1:2008 (IDT); EN 1005-1:2001/prA1 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 1005-1:2001+A1:2008
- Tipo: B1

### **UNE-EN 1005-2:2004+A1:2009**

- **Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 2: Manejo de máquinas y de sus partes componentes.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 29/07/2009
- Fecha de edición/ratificación: 29/07/2009
- Descataloga a: UNE-EN 1005-2:2004
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 5
- Equivalencias: EN 1005-2:2003+A1:2008 (IDT); EN 1005-2:2003/prA1 (IDT)

- Conviven con: —
- Referencia: EN 1005-2:2003+A1:2008
- Tipo: B1

### **UNE-EN 1005-3:2002+A1:2009**

- **Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 3: Límites de fuerza recomendados para la utilización de máquinas.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 29/07/2009
- Fecha de edición/ratificación: 29/07/2009
- Descataloga a: UNE-EN 1005-3:2002
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 5
- Equivalencias: EN 1005-3:2002+A1:2008 (IDT); EN 1005-3:2002/prA1 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 1005-3:2002+A1:2008
- Tipo: B1

### **UNE-EN 1005-4:2005+A1:2009**

- **Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 4: Evaluación de las posturas y movimientos de trabajo en relación con las máquinas.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 29/07/2009
- Fecha de edición/ratificación: 29/07/2009

- Descataloga a: UNE-EN 1005-4:2005
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 5
- Equivalencias: EN 1005-4:2005/prA1 (IDT); EN 1005-4:2005+A1:2008 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 1005-4:2005+A1:2008
- Tipo: B1

#### UNE-EN 1032:2004+A1:2009

- **Vibraciones mecánicas. Ensayos de maquinaria móvil a fin de determinar el valor de emisión de las vibraciones.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 23/09/2009
- Fecha de edición/ratificación: 23/09/2009
- Descataloga a: UNE-EN 1032:2004
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 6
- Equivalencias: EN 1032:2003/prA1 (IDT); EN 1032:2003+A1:2008 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 1032:2003+A1:2008
- Tipo: B1

### **UNE-EN 1037:1996+A1:2008**

- **Seguridad de las máquinas. Prevención de una puesta en marcha intempestiva.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 25/06/2008
- Fecha de edición/ratificación: 25/06/2008
- Descataloga a: UNE-EN 1037:1996
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN 1037:1995+A1:2008 (IDT); EN 1037:1995/prA1 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 1037:1995+A1:2008
- Tipo: B2

### **UNE-EN 1088:1996+A2:2008**

- **Seguridad de las máquinas. Dispositivos de enclavamiento asociados a resguardos. Principios para el diseño y selección.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 26/11/2008
- Fecha de edición/ratificación: 26/11/2008
- Descataloga a: UNE-EN 1088:1996; UNE-EN 1088:1996/A1:2008
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN 1088:1995+A2:2008 (IDT); EN 1088:1995/prA2 (IDT)

- Conviven con: —
- Referencia: EN 1088:1995+A2:2008
- Tipo: B2

### **UNE-EN 1093-1:2009**

- **Seguridad de las máquinas. Valoración de la emisión de sustancias peligrosas transportadas por el aire.**
- Parte 1: Selección de los métodos de ensayo.
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 15/07/2009
- Fecha de edición/ratificación: 15/07/2009
- Descataloga a: UNE-EN 1093-1:1999
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN 1093-1:2008 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 1093-1:2008
- Tipo: B1

### **UNE-EN 1093-2:2008+A1:2008**

- **Seguridad de las máquinas. Valoración de la emisión de sustancias peligrosas transportadas por el aire. Parte 2: Método de trazado para la medición de la tasa de emisión de un contaminante específico.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 26/11/2008

- Fecha de edición/ratificación: 26/11/2008
- Descataloga a: —
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN 1093-2:2006+A1:2008 (IDT); EN 1093-2:2006/prA1 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 1093-2:2006+A1:2008
- Tipo: B1

#### **UNE-EN 1093-3:2008+A1:2008**

- **Seguridad de las máquinas. Valoración de la emisión de sustancias peligrosas transportadas por el aire. Parte 3: Método de ensayo para la medición de la tasa de emisión de un contaminante específico.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 26/11/2008
- Fecha de edición/ratificación: 26/11/2008
- Descataloga a: EN 1093-3:2006
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN 1093-3:2006+A1:2008 (IDT); EN 1093-3:2006/prA1 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 1093-3:2006+A1:2008
- Tipo: B1

### **UNE-EN 1093-4:1996+A1:2008**

- **Seguridad de las máquinas. Valoración de las sustancias peligrosas transportadas por el aire. Parte 4: Eficacia de captación de un sistema de aspiración. Método del trazador.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 26/11/2008
- Fecha de edición/ratificación: 26/11/2008
- Descataloga a: UNE-EN 1093-4:1996
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN 1093-4:1996+A1:2008 (IDT); EN 1093-4:1996/prA1 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 1093-4:1996+A1:2008
- Tipo: B1

### **UNE-EN 1093-6:1999+A1:2008**

- **Seguridad de las máquinas. Valoración de la emisión de sustancias peligrosas transportadas por el aire. Parte 6: Eficacia másica de separación, escape libre.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 26/11/2008
- Fecha de edición/ratificación: 26/11/2008
- Descataloga a: UNE-EN 1093-6:1999
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
-

- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN 1093-6:1998+A1:2008 (IDT); EN 1093-6:1998/prA1 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 1093-6:1998+A1:2008
- Tipo: B1

#### **UNE-EN 1093-7:1999+A1:2008**

- **Seguridad de las máquinas. Valoración de la emisión de sustancias peligrosas transportadas por el aire. Parte 7: Eficacia másica de separación, escape en conducto.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 26/11/2008
- Fecha de edición/ratificación: 26/11/2008
- Descataloga a: UNE-EN 1093-7:1999
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN 1093-7:1998+A1:2008 (IDT); EN 1093-7:1998/prA1 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 1093-7:1998+A1:2008
- Tipo: B1

#### **UNE-EN 1093-8:1999+A1:2008**

- **Seguridad de las máquinas. Valoración de la emisión de sustancias peligrosas transportadas por el aire. Parte 8: Parámetros de concentración del contaminante, método de banco de ensayo.**

- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 26/11/2008
- Fecha de edición/ratificación: 26/11/2008
- Descataloga a: UNE-EN 1093-8:1999
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN 1093-8:1998+A1:2008 (IDT); EN 1093-8:1998/prA1 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 1093-8:1998+A1:2008
- Tipo: B1

#### **UNE-EN 1093-9:1999+A1:2008**

- **Seguridad de las máquinas. Valoración de la emisión de las sustancias peligrosas transportadas por el aire. Parte 9: Parámetro de concentración del contaminante, método en sala de ensayo.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 26/11/2008
- Fecha de edición/ratificación: 26/11/2008
- Descataloga a: UNE-EN 1093-9:1999
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN 1093-9:1998+A1:2008 (IDT); EN 1093-9:1998/prA1 (IDT)
- Conviven con: —

- Referencia: EN 1093-9:1998+A1:2008
- Tipo: B1

#### UNE-EN 1093-11:2001+A1:2008

- **Seguridad de las máquinas. Valoración de las sustancias peligrosas transportadas por el aire. Parte 11: Índice de descontaminación.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 26/11/2008
- Fecha de edición/ratificación: 26/11/2008
- Descataloga a: UNE-EN 1093-11:2001
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN 1093-11:2001+A1:2008 (IDT); EN 1093-11:2001/prA1 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 1093-11:2001+A1:2008
- Tipo: B1

#### UNE-EN 1127-1:2008

- **Atmósferas explosivas. Prevención y protección contra la explosión. Parte 1: Conceptos básicos y metodología.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 09/04/2008
- Fecha de edición/ratificación: 09/04/2008
- Descataloga a: UNE-EN 1127-1:1998
- Descatalogada por: —

- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 163
- Equivalencias: EN 1127-1:2007 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 1127-1:2007
- Tipo: B1

### **UNE-EN 1127-2:2003+A1:2008**

- **Atmósferas explosivas. Prevención y protección contra la explosión. Parte 2: Conceptos básicos y metodología para minería.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 22/12/2008
- Fecha de edición/ratificación: 22/12/2008
- Descataloga a: UNE-EN 1127-2:2003
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 163
- Equivalencias: EN 1127-2:2002/prA1 (IDT); EN 1127-2:2002+A1:2008 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 1127-2:2002+A1:2008
- Tipo: B1

### **UNE-EN 1265:2000+A1:2009**

- **Seguridad de las máquinas. Código de ensayo de ruido para máquinas y equipos de fundición.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 27/05/2009
- Fecha de edición/ratificación: 27/05/2009
- Descataloga a: UNE-EN 1265:2000
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 74/SC 1
- Equivalencias: EN 1265:1999+A1:2008 (IDT); EN 1265:1999/prA1 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 1265:1999+A1:2008
- Tipo: B1

### **UNE-EN 1299:1997+A1:2009**

- **Vibraciones y choques mecánicos. Aislamiento de las vibraciones de las máquinas. Información para la aplicación del aislamiento en la fuente.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 23/09/2009
- Fecha de edición/ratificación: 23/09/2009
- Descataloga a: UNE-EN 1299:1997
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 6
- Equivalencias: EN 1299:1997+A1:2008 (IDT); EN 1299:1997/prA1 (IDT)

- Conviven con: —
- Referencia: EN 1299:1997+A1:2008
- Tipo: B1

#### **UNE-EN 1760-1:1998+A1:2009**

- **Seguridad de las máquinas. Dispositivos de protección sensibles a la presión. Parte 1: Principios generales para el diseño y ensayo de alfombras y suelos sensibles a la presión.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 23/09/2009
- Fecha de edición/ratificación: 23/09/2009
- Descataloga a: UNE-EN 1760-1:1998; UNE-EN 1760-1:1998 ERRATUM
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN 1760-1:1997+A1:2009 (IDT); EN 1760-1:1997/prA1 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 1760-1:1997+A1:2009
- Tipo: B2

#### **UNE-EN 1760-2:2001+A1:2009**

- **Seguridad de las máquinas. Dispositivos de protección sensibles a la presión. Parte 2: Principios generales para el diseño y ensayo de bordes y barras sensibles a la presión.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 23/09/2009

- Fecha de edición/ratificación: 23/09/2009
- Descataloga a: UNE-EN 1760-2:2001
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN 1760-2:2001+A1:2009 (IDT); EN 1760-2:2001/prA1 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 1760-2:2001+A1:2009
- Tipo: B2

#### UNE-EN 1760-3:2005+A1:2010

- **Seguridad de las máquinas. Dispositivos de protección sensibles a la presión. Parte 3: Principios generales para el diseño y ensayo de parachoques, placas, cables y dispositivos similares sensibles a la presión.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 20/01/2010
- Fecha de edición/ratificación: 20/01/2010
- Descataloga a: UNE-EN 1760-3:2005; UNE-EN 1760-3:2005 ERRATUM:2006
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN 1760-3:2004+A1:2009 (IDT); EN 1760-3:2004/prA1 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 1760-3:2004+A1:2009
- Tipo: B2

### **UNE-EN 1837:1999+A1:2010**

- **Seguridad de las máquinas. Iluminación integrada en las máquinas.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 28/04/2010
- Fecha de edición/ratificación: 28/04/2010
- Descataloga a: UNE-EN 1837:1999
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN 1837:1999+A1:2009 (IDT); EN 1837:1999/prA1 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 1837:1999+A1:2009
- Tipo: B2

### **UNE-EN 12198-1:2001+A1:2008**

- **Seguridad de las máquinas. Evaluación y reducción de los riesgos debidos a las radiaciones emitidas por las máquinas. Parte 1: Principios generales.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 03/12/2008
- Fecha de edición/ratificación: 03/12/2008
- Descataloga a: UNE-EN 12198-1:2001
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN 12198-1:2000/prA1 (IDT); EN 12198-1:2000+A1:2008 (IDT)

- Conviven con: —
- Referencia: EN 12198-1:2000+A1:2008
- Tipo: B1

### **UNE-EN 12198-2:2003+A1:2008**

- **Seguridad de las máquinas. Evaluación y reducción de los riesgos debidos a las radiaciones emitidas por las máquinas. Parte 2: Procedimiento de medición de la radiación emitida.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 03/12/2008
- Fecha de edición/ratificación: 03/12/2008
- Descataloga a: UNE-EN 12198-2:2003
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN 12198-2:2002+A1:2008 (IDT); EN 12198-2:2002/prA1 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 12198-2:2002+A1:2008
- Tipo: B1

### **UNE-EN 12198-3:2003+A1:2008**

- **Seguridad de las máquinas. Evaluación y reducción de los riesgos debidos a las radiaciones emitidas por las máquinas. Parte 3: Reducción de radiaciones mediante atenuación o apantallamiento.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 03/12/2008

- Fecha de edición/ratificación: 03/12/2008
- Descataloga a: UNE-EN 12198-3:2003
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN 12198-3:2002+A1:2008 (IDT); EN 12198-3:2002/prA1 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 12198-3:2002+A1:2008
- Tipo: B1

#### **UNE-EN 12254:1999+A2:2008**

- **Pantallas para puestos de trabajo con láseres. Requisitos de seguridad y ensayos.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 25/06/2008
- Fecha de edición/ratificación: 25/06/2008
- Descataloga a: UNE-EN 12254:1999; UNE-EN 12254/A1:2003
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la anulará: PNE-EN 12254
- Comité: AEN/CTN 81/SC 1
- Equivalencias: EN 12254:1998/prA2 (IDT); EN 12254:1998+A2:2008 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 12254:2010
- Tipo: B2

### **UNE-EN 13478:2002+A1:2008**

- **Seguridad de las máquinas. Prevención y protección contra incendios.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 03/12/2008
- Fecha de edición/ratificación: 03/12/2008
- Descataloga a: UNE-EN 13478:2002
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN 13478:2001+A1:2008 (IDT); EN 13478:2001/prA1 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 13478:2001+A1:2008
- Tipo: B1

### **UNE-EN 30326-1:1995**

- **Vibraciones mecánicas. Método de laboratorio para evaluar las vibraciones del asiento en el vehículo. Parte 1: Requisitos básicos. (ISO 10326-1:1992).**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 13/09/1995
- Fecha de edición/ratificación: 13/09/1995
- Descataloga a: —
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 6
- Equivalencias: EN 30326-1:1994 (IDT); ISO 10326-1:1992 (IDT)

- Conviven con: —
- Referencia: EN 30326-1:1994
- Tipo: B1

### **UNE-EN 30326-1:1995/A1:2008**

- **Vibraciones mecánicas. Método de laboratorio para evaluar las vibraciones del asiento en el vehículo. Parte 1: Requisitos básicos. Modificación 1(ISO 10326-1:1992/Amd 1:2007)**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 12/11/2008
- Fecha de edición/ratificación: 12/11/2008
- Descataloga a: EN 30326-1:1994/A1:2007
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 6
- Equivalencias: EN 30326-1:1994/prA1 (IDT); EN 30326-1:1994/A1:2007 (IDT); ISO 10326-1:1992/Amd.1:2007 (IDT); ISO 10326-1:1992/DAM1:2005 (IDT); ISO 10326-11992/FDAM 1:2007 (EQV)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 30326-1:1994/A1:2007
- Tipo: B1

### **UNE-EN 60204-1:2007**

- **Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales. (IEC 60204- 1:2005, modificada).**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 07/03/2007
- Fecha de edición/ratificación: 07/03/2007
- Descataloga a: UNE-EN 60204-1:1999
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 203/SC 44
- Equivalencias: EN 60204-1:2006 (IDT); IEC 60204-1:2005 (MOD); IEC 60204-1:200X (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 60204-1:2006
- Tipo: B1

### **UNE-EN 60204-1:2007 CORR:2010**

- **Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 16/06/2010
- Fecha de edición/ratificación: 16/06/2010
- Descataloga a: —
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 203/SC 44

- Equivalencias: EN 60204-1:2006 CORR:2010 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 60204-1:2006
- Tipo: B1

### **UNE-EN 60204-1:2007/A1:2009**

- **Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 03/06/2009
- Fecha de edición/ratificación: 03/06/2009
- Descataloga a: —
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 203/SC 44
- Equivalencias: EN 60204-1:2006/A1:2009 (IDT); EN 60204-1:2006/prA1 (IDT); IEC 60204-1:2005/A1:200X
- (IDT); IEC 60204-1:2005/A1:2008 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 60204-1:2006/A1:2009
- Tipo: B1

### **UNE-EN 60204-11:2002**

- **Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 11: Requisitos para equipos de AT para tensiones superiores a 1 000 V c.a. o 1 500 V c.c. y que no sobrepasan 36 kV.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 30/10/2002
- Fecha de edición/ratificación: 30/10/2002
- Descataloga a: —
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 203/SC 44
- Equivalencias: EN 60204-11:2000 (IDT); IEC 60204-11:2000 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 60204-11:2000
- Tipo: B1

### **UNE-EN 60204-11:2002 CORR:2010**

- **Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 11: Requisitos para equipos de AT para tensiones superiores a 1 000 V c.a. o 1 500 V c.c. y que no sobrepasan 36 kV.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 16/06/2010
- Fecha de edición/ratificación: 16/06/2010
- Descataloga a: —
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —

- Comité: AEN/CTN 203/SC 44
- Equivalencias: EN 60204-11:2000 CORR:2010 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 60204-11:2000
- Tipo: B1

### **UNE-EN 60204-32:2001**

- **Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 32: Requisitos para aparatos de elevación.**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 19/06/2001
- Fecha de edición/ratificación: 19/06/2001
- Descataloga a: —
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 203/SC 44
- Equivalencias: EN 60204-32:1998 (IDT); IEC 60204-32:1998 (IDT)
- Conviven con: UNE-EN 60204-32:2009
- Referencia: EN 60204-32:2008
- Tipo: B1

### **UNE-EN 60204-32:2009**

- **Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 32: Requisitos para aparatos de elevación**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 24/06/2009

- Fecha de edición/ratificación: 24/06/2009
- Descataloga a: —
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 203/SC 44
- Equivalencias: EN 60204-32:2008 (IDT); IEC 60204-32:200X (IDT); IEC 60204-32:2008 (IDT)
- Conviven con: UNE-EN 60204-32:2001
- Referencia: EN 60204-32:2008
- Tipo: B1

#### UNE-EN ISO 3741:2010

- **Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de las fuentes de ruido a partir de la presión acústica. Métodos de precisión en cámaras reverberantes. (ISO 3741:1999, incluyendo Cor 1:2001).**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 10/02/2010
- Fecha de edición/ratificación: 10/02/2010
- Descataloga a: UNE-EN ISO 3741:2000; UNE-EN ISO 3741/AC:2002
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 74/SC 3
- Equivalencias: EN ISO 3741:2009 (IDT); ISO 3741:1999 (IDT); ISO 3741:1999/Cor.1:2001 (IDT)
- Conviven con: —

- Referencia: EN ISO 3741:2009
- Tipo: B1

### **UNE-EN ISO 3743-1:2010**

- **Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de fuentes de ruido. Métodos de ingeniería para fuentes pequeñas móviles en campos reverberantes. Parte 1: Método de comparación en cámaras de ensayo de paredes duras. (ISO 3743-1:1994).**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 03/02/2010
- Fecha de edición/ratificación: 03/02/2010
- Descataloga a: UNE-EN ISO 3743-1:1996
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 74/SC 3
- Equivalencias: EN ISO 3743-1:2009 (IDT); ISO 3743-1:1994 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 3743-1:2009
- Tipo: B1

### **UNE-EN ISO 3743-2:2010**

- **Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de fuentes de ruido utilizando presión acústica. Métodos de ingeniería para fuentes pequeñas móviles en campos reverberantes. Parte 2: Métodos para cámaras de ensayo reverberantes especiales. (ISO 3743-2:1994).**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 10/02/2010
- Fecha de edición/ratificación: 10/02/2010
- Descataloga a: UNE-EN ISO 3743-2:1997
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 74/SC 3
- Equivalencias: EN ISO 3743-2:2009 (IDT); ISO 3743-2:1994 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 3743-2:2009
- Tipo: B1

### **UNE-EN ISO 3744:2010**

- **Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de fuentes de ruido a partir de la presión acústica. Método de ingeniería para condiciones de campo libre sobre un plano reflectante. (ISO 3744:1994).**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 24/02/2010
- Fecha de edición/ratificación: 24/02/2010
- Descataloga a: UNE-EN ISO 3744:1996
- Descatalogada por: —

- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 74/SC 3
- Equivalencias: EN ISO 3744:2009 (IDT); ISO 3744:1994 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 3744:2009
- Tipo: B1

### **UNE-EN ISO 3745:2010**

- **Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de las fuentes de ruido utilizando presión acústica. Métodos de laboratorio para cámaras anecoicas y semianecoicas. (ISO 3745:2003)**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 10/02/2010
- Fecha de edición/ratificación: 10/02/2010
- Descataloga a: UNE-EN ISO 3745:2004
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la anulará: PNE-prEN ISO 3745
- Comité: AEN/CTN 74/SC 3
- Equivalencias: EN ISO 3745:2009 (IDT); ISO 3745:2003 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 3745:2009
- Tipo: B1

### **UNE-EN ISO 3746:2010**

- **Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de fuentes de ruido a partir de la presión acústica. Método de control en una superficie de medición envolvente sobre un plano reflectante. (ISO 3746:1995 incluyendo Cor 1:1995).**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 17/02/2010
- Fecha de edición/ratificación: 17/02/2010
- Descataloga a: UNE-EN ISO 3746:1996
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 74/SC 3
- Equivalencias: EN ISO 3746:2009 (IDT); ISO 3746:1995/Cor.1:1995 (IDT); ISO 3746:1995 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 3746:2009
- Tipo: B1

### **UNE-EN ISO 3747:2010**

- **Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de fuentes de ruido a partir de la presión acústica. Método de comparación "in situ". (ISO 3747:2000)**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 17/02/2010
- Fecha de edición/ratificación: 17/02/2010
- Descataloga a: UNE-EN ISO 3747:2001

- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 74/SC 3
- Equivalencias: EN ISO 3747:2009 (IDT); ISO 3747:2000 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 3747:2009
- Tipo: B1

### **UNE-EN ISO 4871:2010**

- **Acústica. Declaración y verificación de los valores de emisión sonora de máquinas y equipos. (ISO 4871:1996).**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 03/03/2010
- Fecha de edición/ratificación: 03/03/2010
- Descataloga a: UNE-EN ISO 4871:1997
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 74/SC 1
- Equivalencias: EN ISO 4871:2009 (IDT); ISO 4871:1996 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 4871:2009
- Tipo: B1

### **UNE-EN ISO 5136:2010**

- **Acústica. Determinación de la potencia acústica radiada en un conducto por ventiladores y otros sistemas de ventilación. Método en conducto. (ISO 5136:2003)**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 17/03/2010
- Fecha de edición/ratificación: 17/03/2010
- Descataloga a: UNE-EN ISO 5136:2004; UNE-EN ISO 5136:2004 ERRATUM
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 74/SC 3
- Equivalencias: EN ISO 5136:2009 (IDT); ISO 5136:2003 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 5136:2009
- Tipo: B1

### **UNE-EN ISO 7235:2010**

- **Acústica. Procedimiento de medición en laboratorio para silenciadores en conducto y unidades terminales de aire. Pérdida por inserción, ruido de flujo y pérdida de presión total. (ISO 7235:2003)**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 03/03/2010
- Fecha de edición/ratificación: 03/03/2010
- Descataloga a: UNE-EN ISO 7235:2004
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —

- Comité: AEN/CTN 74/SC 3
- Equivalencias: EN ISO 7235:2009 (IDT); ISO 7235:2003 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 7235:2009
- Tipo: B1

### **UNE-EN ISO 7731:2008**

- **Ergonomía. Señales de peligro para lugares públicos y lugares de trabajo. Señales acústicas de peligro. (ISO 7731:2003).**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 22/12/2008
- Fecha de edición/ratificación: 22/12/2008
- Descataloga a: UNE-EN ISO 7731:2006
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 5
- Equivalencias: EN ISO 7731:2008 (IDT); ISO 7731:2003 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 7731:2008
- Tipo: B2

### **UNE-EN ISO 9614-1:2010**

- **Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de las fuentes de ruido a partir de la intensidad del sonido. Parte 1: Medición en puntos discretos. (ISO 9614 1:1993).**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 17/03/2010
- Fecha de edición/ratificación: 17/03/2010
- Descataloga a: UNE-EN ISO 9614-1:1995
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 74/SC 3
- Equivalencias: EN ISO 9614-1:2009 (IDT); ISO 9614-1:1993 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 9614-1:2009
- Tipo: B1

### **UNE-EN ISO 9614-3:2010**

- **Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de las fuentes de ruido a partir de la intensidad del sonido. Parte 3: Método de precisión para la medición por barrido. (ISO 9614-3:2002).**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 17/03/2010
- Fecha de edición/ratificación: 17/03/2010
- Descataloga a: UNE-EN ISO 9614-3:2003
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —

- Comité: AEN/CTN 74/SC 3
- Equivalencias: EN ISO 9614-3:2009 (IDT); ISO 9614-3:2002 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 9614-3:2009
- Tipo: B1

### **UNE-EN ISO 11161:2009**

- **Seguridad de las máquinas. Sistemas de fabricación integrados. Requisitos fundamentales. (ISO 11161:2007)**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 04/11/2009
- Fecha de edición/ratificación: 04/11/2009
- Descataloga a: EN ISO 11161:2007
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN ISO 11161:2007 (IDT); ISO 11161:2007 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 11161:2007
- Tipo: B1

### **UNE-EN ISO 11161:2009/A1:2010**

- **Seguridad de las máquinas. Sistemas de fabricación integrados. Requisitos fundamentales. (ISO 11161:2007/Amd 1:2010)**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 02/06/2010
- Fecha de edición/ratificación: 02/06/2010
- Descataloga a: —
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN ISO 11161:2007/prA1 (IDT); EN ISO 11161:2007/A1:2010 (IDT); ISO 11161:2007/FDAM.1:2009 (EQV); ISO 11161:2007/Amd 1:2010 (IDT); ISO 11161:2007/DAM.1:2008 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 11161:2007/A1:2010
- Tipo: B1

### **UNE-EN ISO 11200:2010**

- **Acústica. Ruido emitido por máquinas y equipos. Guía de utilización de las normas básicas para la determinación de los niveles de presión acústica de emisión en el puesto de trabajo y en otras posiciones especificadas. (ISO 11200:1995, incluyendo Cor 1:1997).**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 17/03/2010
- Fecha de edición/ratificación: 17/03/2010

- Descataloga a: UNE-EN ISO 11200:1996; UNE-EN ISO 11200/AC:2000
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 74/SC 1
- Equivalencias: EN ISO 11200:2009 (IDT); ISO 11200:1995/Cor.1:1997 (IDT); ISO 11200:1995 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 11200:2009
- Tipo: B1

#### **UNE-EN ISO 11201:2010**

- **Acústica. Ruido emitido por máquinas y equipos. Medición de los niveles de presión acústica de emisión en el puesto de trabajo y en otras posiciones especificadas. Método de ingeniería en condiciones aproximadas a las de campo libre sobre plano reflectante. (ISO 11201:1995, incluyendo Cor 1:1997).**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 17/03/2010
- Fecha de edición/ratificación: 17/03/2010
- Descataloga a: UNE-EN ISO 11201:1996; UNE-EN ISO 11201/AC:2000
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la anulará: PNE-EN ISO 11201
- Comité: AEN/CTN 74/SC 1
- Equivalencias: EN ISO 11201:2009 (IDT); ISO 11201:1995/Cor.1:1997 (IDT); ISO 11201:1995 (IDT)
- Conviven con: —

- Referencia: EN ISO 11201:2009
- Tipo: B1

### **UNE-EN ISO 11202:2010**

- **Acústica. Ruido emitido por máquinas y equipos. Medición de los niveles de presión acústica de emisión en el puesto de trabajo y en otras posiciones especificadas. Método de control in situ. (ISO 11202:1995).**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 17/03/2010
- Fecha de edición/ratificación: 17/03/2010
- Descataloga a: UNE-EN ISO 11202:1996
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la anulará: PNE-EN ISO 11202
- Comité: AEN/CTN 74/SC 1
- Equivalencias: EN ISO 11202:2009 (IDT); ISO 11202:1995 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 11202:2009
- Tipo: B1

### **UNE-EN ISO 11203:2010**

- **Acústica. Ruido emitido por máquinas y equipos. Medición de los niveles de presión acústica de emisión en el puesto de trabajo y en otras posiciones especificadas a partir del nivel de potencia sonora. (ISO 11203:1995).**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 17/03/2010

- Fecha de edición/ratificación: 17/03/2010
- Descataloga a: UNE-EN ISO 11203:1996
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 74/SC 1
- Equivalencias: EN ISO 11203:2009 (IDT); ISO 11203:1995 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 11203:2009
- Tipo: B1

#### **UNE-EN ISO 11204:2010**

- **Acústica. Ruido emitido por máquinas y equipos. Medición de los niveles de presión acústica de emisión en el puesto de trabajo y en otras posiciones especificadas. Método que necesita correcciones de entorno. (ISO 11204:1995, incluyendo Cor 1:1997).**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 17/03/2010
- Fecha de edición/ratificación: 17/03/2010
- Descataloga a: UNE-EN ISO 11204:1996; UNE-EN ISO 11204/AC:2000
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la anulará: PNE-EN ISO 11204
- Comité: AEN/CTN 74/SC 1
- Equivalencias: EN ISO 11204:2009 (IDT); ISO 11204:1995 (IDT); ISO 11204:1995/Cor.1:1997 (IDT)
- Conviven con:
- Referencia: EN ISO 11204:2009
- Tipo: B1

### **UNE-EN ISO 11205:2010**

- **Acústica. Ruido emitido por máquinas y equipos. Método de ingeniería para la determinación por intensimetría de los niveles de presión acústica de emisión in situ en el puesto de trabajo y en otras posiciones especificadas. (ISO 11205:2003)**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 17/03/2010
- Fecha de edición/ratificación: 17/03/2010
- Descataloga a: UNE-EN ISO 11205:2004
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 74/SC 1
- Equivalencias: EN ISO 11205:2009 (IDT); ISO 11205:2003 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 11205:2009
- Tipo: B1

### **UNE-EN ISO 11546-1:2010**

- **Acústica. Determinación del aislamiento acústico de encapsulamientos. Parte 1: Medidas en condiciones de laboratorio (con fines de declaración). (ISO 11546-1:1995).**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 17/03/2010
- Fecha de edición/ratificación: 17/03/2010
- Descataloga a: UNE-EN ISO 11546-1:1996
- Descatalogada por: —

- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 74/SC 1
- Equivalencias: EN ISO 11546-1:2009 (IDT); ISO 11546-1: 1995 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 11546-1:2009
- Tipo: B1

### **UNE-EN ISO 11546-2:2010**

- **Acústica. Determinación del aislamiento acústico de encapsulamientos. Parte 2: Medidas in situ (con fines de aceptación y verificación). (ISO 11546-2:1995).**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 17/03/2010
- Fecha de edición/ratificación: 17/03/2010
- Descataloga a: UNE-EN ISO 11546-2:1996
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 74/SC 1
- Equivalencias: EN ISO 11546-2:2009 (IDT); ISO 11546-2:1995 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 11546-2:2009
- Tipo: B1

### **UNE-EN ISO 11688-1:2010**

- **Acústica. Práctica recomendada para el diseño de máquinas y equipos de bajo nivel de ruido. Parte 1: Planificación. (ISO/TR 11688-1:1995).**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 17/03/2010
- Fecha de edición/ratificación: 17/03/2010
- Descataloga a: UNE-EN ISO 11688-1:1998
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 74/SC 1
- Equivalencias: EN ISO 11688-1:2009 (IDT); ISO/TR 11688-1:1995 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 11688-1:2009
- Tipo: B1

### **UNE-EN ISO 11691:2010**

- **Acústica. Medición de la pérdida de inserción de silenciadores en conducto sin flujo. Método de medición en laboratorio. (ISO 11691:1995).**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 14/04/2010
- Fecha de edición/ratificación: 14/04/2010
- Descataloga a: UNE-EN ISO 11691:1996
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 74

- Equivalencias: EN ISO 11691:2009 (IDT); ISO 11691:1995 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 11691:2009
- Tipo: B1

### **UNE-EN ISO 11957:2010**

- **Acústica. Determinación de las características del aislamiento acústico de las cabinas. Mediciones en laboratorio e in situ. (ISO 11957:1996).**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 17/03/2010
- Fecha de edición/ratificación: 17/03/2010
- Descataloga a: UNE-EN ISO 11957:1997
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 74/SC 3
- Equivalencias: EN ISO 11957:2009 (IDT); ISO 11957:1996 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 11957:2009
- Tipo: B1

### **UNE-EN ISO 12001:2010**

- **Acústica. Ruido emitido por máquinas y equipos. Reglas para la preparación y presentación de un código de ensayo de ruido. (ISO 12001:1996).**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 17/03/2010
- Fecha de edición/ratificación: 17/03/2010
- Descataloga a: UNE-EN ISO 12001:1997
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 74/SC 1
- Equivalencias: EN ISO 12001:2009 (IDT); ISO 12001:1996 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN 12001:2003+A1:2009
- Tipo: B1

### **UNE-EN ISO 12100-1:2004**

- **Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 1: Terminología básica, metodología (ISO 12100-1:2003)**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 30/07/2004
- Fecha de edición/ratificación: 30/07/2004
- Descataloga a: UNE-EN 292-1:1993
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la anulará: PNE-prEN ISO 12100

- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN ISO 12100-1:2003 (IDT); ISO 12100-1:2003 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 12100-1:2003
- Tipo: A

#### **UNE-EN ISO 12100-2:2004**

- **Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 2: Principios técnicos. (ISO 12100-2:2003).**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 30/07/2004
- Fecha de edición/ratificación: 30/07/2004
- Descataloga a: UNE-EN 292-2:1993; UNE-EN 292-2/A1:1996; UNE-EN 292-2/A1:1997 ERRATUM
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la anulará: PNE-prEN ISO 12100
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN ISO 12100-2:2003 (IDT); ISO 12100-2:2003 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 12100-2:2003
- Tipo: A

### **UNE-EN ISO 13732-1:2008**

- **Ergonomía del ambiente térmico. Métodos para la evaluación de la respuesta humana al contacto con superficies. Parte 1: Superficies calientes. (ISO 13732-1:2006)**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 03/12/2008
- Fecha de edición/ratificación: 03/12/2008
- Descataloga a: UNE-EN ISO 13732-1:2007
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 5
- Equivalencias: EN ISO 13732-1:2008 (IDT); ISO 13732-1:2006 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 13732-1:2008
- Tipo: B1

### **UNE-EN ISO 13732-3:2008**

- **Ergonomía del ambiente térmico. Métodos para la evaluación de la respuesta humana al contacto con superficies. Parte 3: Superficies frías. (ISO 13732-3:2005).**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 03/12/2008
- Fecha de edición/ratificación: 03/12/2008
- Descataloga a: UNE-EN ISO 13732-3:2006
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —

- Comité: AEN/CTN 81/SC 5
- Equivalencias: EN ISO 13732-3:2008 (IDT); ISO 13732-3:2005 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 13732-3:2008
- Tipo: B1

### **UNE-EN ISO 13753:2008**

- **Vibraciones mecánicas y choques. Vibración mano-brazo. Método para medir la transmisibilidad de la vibración de los materiales resilientes cargados por el sistema mano-brazo. (ISO 13753:1998).**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 12/11/2008
- Fecha de edición/ratificación: 12/11/2008
- Descataloga a: UNE-EN ISO 13753:1999
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 6
- Equivalencias: EN ISO 13753:2008 (IDT); ISO 13753:1998 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 13753:2008
- Tipo: B1

### **UNE-EN ISO 13849-1:2008**

- **Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño. (ISO 13849-1:2006)**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 26/11/2008
- Fecha de edición/ratificación: 26/11/2008
- Descataloga a: UNE-EN ISO 13849-1:2007
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN ISO 13849-1:2008 (IDT); ISO 13849-1:2006 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 13849-1:2008
- Tipo: B2

### **UNE-EN ISO 13849-1:2008/AC:2009**

- **Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño. (ISO 13849-1:2006/Cor 1:2009)**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 18/11/2009
- Fecha de edición/ratificación: 18/11/2009
- Descataloga a: —
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3

- Equivalencias: EN ISO 13849-1:2008/AC:2009 (IDT); ISO 13849-1:2006/Cor.1:2009 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 13849-1:2008/AC:2009
- Tipo: B2

### **UNE-EN ISO 13849-2:2008**

- **Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 2: Validación. (ISO 13849-2:2003)**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 26/11/2008
- Fecha de edición/ratificación: 26/11/2008
- Descataloga a: UNE-EN ISO 13849-2:2004
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la anulará: PNE-prEN ISO 13849-2
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN ISO 13849-2:2008 (IDT); ISO 13849-2:2003 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 13849-2:2008
- Tipo: B2

### **UNE-EN ISO 13850:2008**

- **Seguridad de las máquinas. Parada de emergencia. Principios para el diseño. (ISO 13850:2006)**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 12/11/2008
- Fecha de edición/ratificación: 12/11/2008
- Descataloga a: UNE-EN ISO 13850:2007
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN ISO 13850:2008 (IDT); ISO 13850:2006 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 13850:2008
- Tipo: B2

### **UNE-EN ISO 14159:2008**

- **Seguridad de las máquinas. Requisitos de higiene para el diseño de las máquinas. (ISO 14159:2002)**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 25/06/2008
- Fecha de edición/ratificación: 25/06/2008
- Descataloga a: UNE-EN ISO 14159:2004
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 3
- Equivalencias: EN ISO 14159:2008 (IDT); ISO 14159:2002 (IDT)

- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 14159:2008
- Tipo: B1

### **UNE-EN ISO 14738:2010**

- **Seguridad de las máquinas. Requisitos antropométricos para el diseño de puestos de trabajo asociados a máquinas. (ISO 14738:2002 incluyendo Cor 1:2003 y Cor 2:2005).**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 26/05/2010
- Fecha de edición/ratificación: 26/05/2010
- Descataloga a: UNE-EN ISO 14738:2003; UNE-EN ISO 14738:2003/AC:2005
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 5
- Equivalencias: EN ISO 14738:2008 (IDT); ISO 14738:2002/Cor.2:2005 (IDT); ISO 14738:2002 (IDT); ISO 14738:2002/Cor.1:2003 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 14738:2008
- Tipo: B1

### **UNE-EN ISO 15536-1:2008**

- **Ergonomía. Maniqués informatizados y plantillas del cuerpo humano. Parte 1: Requisitos generales. (ISO 15536-1:2005)**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 10/12/2008
- Fecha de edición/ratificación: 10/12/2008
- Descataloga a: UNE-EN ISO 15536-1:2005
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 5
- Equivalencias: EN ISO 15536-1:2008 (IDT); ISO 15536-1:2005 (IDT)
- Conviven con: —
- Referencia: EN ISO 15536-1:2008
- Tipo: B1

### **UNE-EN ISO 20643:2008**

- **Vibraciones mecánicas. Maquinaria sujeta y guiada con la mano. Principios para la evaluación de la emisión de las vibraciones. (ISO 20643:2005).**
- Estado: En vigor
- Fecha de estado: 26/11/2008
- Fecha de edición/ratificación: 26/11/2008
- Descataloga a: UNE-EN ISO 20643:2005
- Descatalogada por: —
- Proyecto que la descatalogará: —
- Comité: AEN/CTN 81/SC 6

- 
- Equivalencias: EN ISO 20643:2008 (IDT); ISO 20643:2005 (IDT); ISO 20643:2008 (IDT)
  - Conviven con: —
  - Referencia: EN ISO 20643:2008
  - Tipo: B2

A continuación se recogen aquellas referencias de la “Comunicación de la Comisión en el marco de la aplicación de la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (refundición) (Texto pertinente a efectos del EEE) (Publicación de títulos y referencias de normas armonizadas conforme a la directiva) (2010/C 136/01)” sin correspondencia con ninguna norma UNE o norma ratificada por AENOR, y también las que tienen correspondencia con proyectos de norma.

REFERENCIAS	NORMA
EN 267:2009	PNE-EN 267
EN 676:2003+A2:2008/AC:2008	—
EN 746-1:1997+A1:2009	PNE-EN 746-1:1997+A1
EN 746-3:1997+A1:2009	PNE-EN 746-3:1997+A1
EN 869:2006+A1:2009	PNE-EN 869:2007+A1
EN 1034-1:2000+A1:2010	PNE-EN 1034-1:2000+A1
EN 1417:1996+A1:2008/AC:2009	—
EN 1539:2009	PNE-EN 1539
EN 1829-1:2010	PNE-EN 1829-1
EN 12525:2000+A2:2010	PNE-EN 12525:2000+A2
EN 13000:2010	PNE-EN 13000
EN 13128:2001+A2:2009/AC:2010	—
EN 13898:2003+A1:2009/AC:2010	PNE-EN 13898:2003+A1:2009/AC
EN 14033-3:2009	PNE-EN 14033-3
EN 14070:2003+A1:2009/AC:2010	—
EN 60335-2-72:2009	PNE-EN 60335-2-72
EN ISO 11102-1:2009	PNE-EN ISO 11102-1
EN ISO 12100-1:2003/A1:2009	PNE-EN ISO 12100-1:2004/A1
EN ISO 12100-2:2003/A1:2009	PNE - EN ISO 12100-2:2003/A1:2009
EN ISO 28927-1:2009	PNE - EN ISO 28927-1:2009
EN ISO 28927-2:2009	PNE - EN ISO 28927-2:2009
EN ISO 28927-3:2009	PNE - EN ISO 28927-3:2009
EN ISO 28927-5:2009	PNE - EN ISO 28927-5:2009
EN ISO 28927-6:2009	PNE - EN ISO 28927-6:2009
EN ISO 28927-7:2009	PNE - EN ISO 28927-7:2009
EN ISO 28927-8:2009	PNE - EN ISO 28927-8:2009
EN ISO 28927-9:2009	PNE - EN ISO 28927-9:2009

---

## CAPITULO 12:

### ELEMENTOS COMERCIALES DE SEGURIDAD

En este capítulo vamos a desarrollar una serie de apartados en los que explicaremos los elementos comerciales de seguridad que existen en el mercado.

Su utilización y conocimiento es fundamental para el técnico de seguridad involucrado en modificaciones para adecuar equipos de trabajo a normativa, o para el técnico que desarrolla nuevos equipos o sistemas automatizados.

Muchos de estos elementos están homologados y serán precisamente estos los que certificarán (si se siguen estrictamente las indicaciones del fabricante) que el sistema de seguridad implementado posee determinada categoría de seguridad.

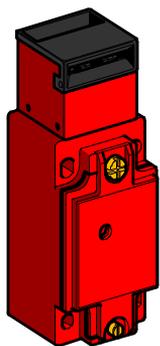


ELEMENTOS DE SEGURIDAD DE LA MARCA ALLEN-BRADLEY- ROCKWELL

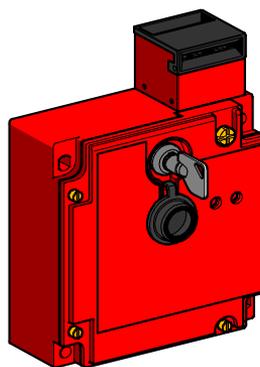
## 12.1.- INTERRUPTORES DE SEGURIDAD

Los interruptores de seguridad son muy importantes para certificar la existencia de protecciones móviles en posición de trabajo cuando el proceso productivo está en marcha. Existen varios tipos de interruptores, pero generalmente se dividen en tres grandes grupos:

1. Interruptor de seguridad con dispositivo de bloqueo electromagnético
2. Interruptor de seguridad sin dispositivo de bloqueo
3. Interruptor de seguridad sin contacto



Interruptor de seguridad sin  
dispositivo de bloqueo -  
TELEMECANIQUE



Interruptor de seguridad con  
dispositivo de bloqueo -  
TELEMECANIQUE

### 12.1.1 Interruptor de seguridad con dispositivo de bloqueo electromagnético

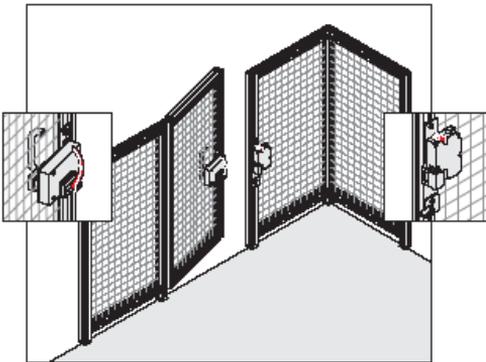
Los interruptores de seguridad con dispositivo de bloqueo electromagnético, disponen de un electroimán y sería necesaria una fuerza de 200 a 250 daN para extraer el pestillo. Se utilizan para proteger zonas con un alto riesgo y en las que no se puede certificar una

parada del sistema cinemático para evitar el accidente. Se colocan por ejemplo en las máquinas herramientas de control numérico como tornos o centros de mecanizado.

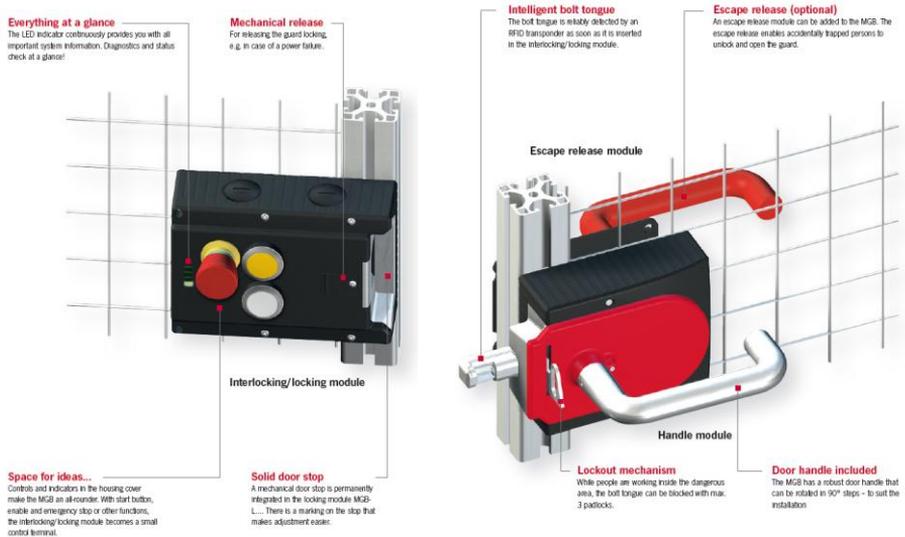
Hay que tener especial cuidado al colocar este tipo de interruptores ya que cabe la posibilidad de dejar atrapada a la persona dentro de la zona protegida sin posibilidad de salida. Siempre que se instale un sistema de este tipo y exista esta posibilidad, como por ejemplo en una célula robotizada, se deberá colocar un dispositivo mecánico para poder realizar apertura desde el interior.

Para tener un nivel adecuado de seguridad en este tipo de dispositivos la bobina del electroimán debe ser energizada para liberar el pestillo, es decir que ante una caída de tensión producida por una parada de emergencia o cualquier otro fallo de suministro eléctrico el pestillo quedaría atrapado y no se podría abrir la puerta al que está asociado el elemento.

Existen en el mercado elementos que poseen incorporados sistemas de apertura interna, con sistema de desbloqueo y con posibilidad de consignación.



Ejemplo de equipo homologado de marca SCHMERSALL



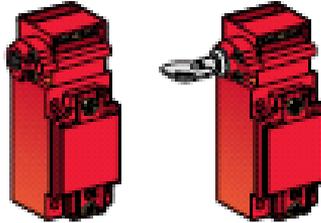
**Ejemplo de equipo homologado DE MARCA EUCHNER**

### 12.1.2.- Interruptor de seguridad sin dispositivo de bloqueo

Los interruptores de seguridad sin dispositivo de bloqueo colocados en una protección móvil certifican la existencia de esta en la posición de trabajo cuando comienza la producción de la máquina, ya que si no se ha colocado es imposible comenzar el ciclo de trabajo. Si durante ciclo de trabajo se produjera una apertura la máquina se pararía. Hay que tener en cuenta cuando se instale este tipo de interruptores, que la apertura durante el funcionamiento del equipo de trabajo no debe conllevar riesgos para el trabajador, es decir, su instalación se debe realizar de tal manera que una vez que se produzca la apertura de la protección, la parada de los elementos móviles sea lo suficientemente rápida como para que el trabajador no llegue a la zona de peligro con estos elementos en movimiento.

Para aplicaciones específicas existen interruptores de seguridad con bloqueo y desbloqueo manual mediante llave o pulsador.

**Ejemplo de equipo con  
bloqueo y desbloqueo  
mediante pulsador de  
marca  
TELEMECANIQUE**



**Ejemplo de equipo con  
bloqueo y desbloqueo  
mediante llave de  
marca  
TELEMECANIQUE**

Existen diversos tipos de interruptores de seguridad, el más común es del pestillo pero también existen de eje rotativo o de bisagra. Se utilizan en puertas, tapas o carters giratorios. Garantizan la seguridad del operario, deteniendo inmediatamente los movimientos peligrosos cuando la bisagra o el eje rotativo alcanzan un ángulo de 5°.



**Ejemplo de interruptor de seguridad  
de eje rotativo de marca ROCWELL**

**Ejemplo de interruptor de seguridad  
de bisagra de marca LEUZE**

Actualmente existen interruptores de bisagra en los que se puede elegir el ángulo de conmutación.

Ejemplo de interruptor de seguridad de bisagra con ángulo de conmutación ajustable de marca LEUZE



- 1 Interruptor de seguridad de bisagra
- 2 Entrada de cables, conector M12
- 3 Abertura para ajustar el ángulo de conmutación

Otro tipo de interruptores de seguridad existentes en el mercado son los de palanca, tetón y roldana. Este tipo de elementos debido a que se pueden deshabilitar fácilmente se deberán emplear como sistemas de seguridad complementarios o se implementarán en lugares a los que no se pueda acceder, bien porque estén protegidos mediante un encapsulamiento o porque se localice fuera de rango del operario.



Interruptores de seguridad de roldana, tetón y palanca de marca STAHL

### 12.1.3.- Interruptor de seguridad sin contacto



Están Formados por dos elementos que se reconocen entre ellos sin necesidad de contacto. Se pueden codificar y tienen una gran dificultad de burlado. Son muy útiles para cualquier tipo de resguardos ya que su instalación es muy sencilla y tienen una gran tolerancia de alineación.

Se utilizan en aplicaciones en las que la normativa exige una categoría de seguridad alta, cuando se genera mucha suciedad o si hay que cumplir normativas de higiene muy rigurosas. Se emplean también en aplicaciones que plantean problemas para un guiado preciso de puertas, que someten las puertas de las máquinas a fuertes vibraciones y que requieren tolerancias de arranque altas.



Interruptores de seguridad magnéticos codificados de marca ROCKWELL

## 12.2.- MÓDULOS DE SEGURIDAD

Los módulos de seguridad son fundamentales dentro de la seguridad de un equipo de trabajo. Estos módulos de seguridad certifican el correcto funcionamiento de un sistema de seguridad integrado en él y adecuan al nivel de seguridad para el que están homologados.

Es muy importante que los circuitos de seguridad en los que se instala un modulo de control sean independientes de la maniobra del equipo de trabajo, de tal forma que los fallos de esta no influyen en la seguridad de la máquina.

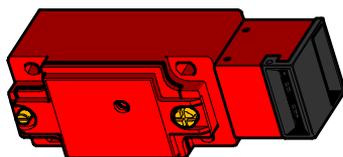
Es muy importante para conseguir el nivel de seguridad para el que esta homologado el aparato seguir los circuitos de seguridad determinados por el fabricante.

Existen los siguientes tipos de módulos:

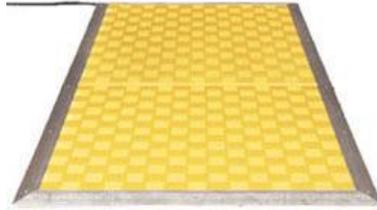
- 📌 PARA CONTROL DE PARADA DE EMERGENCIA.



- 📌 PARA CONTROL DE INTERRUPTORES DE SEGURIDAD.



- 📌 PARA CONTROL DE ALFOMBRAS SENSIBLES.



- 📌 PARA CONTROL DE BORDES SENSIBLES.



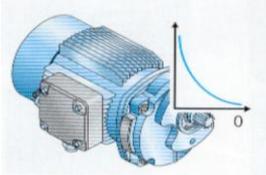
- 📌 PARA CONTROL DE SISTEMA DE MANDO A DOS MANOS O PUPITRE BIMANUAL.



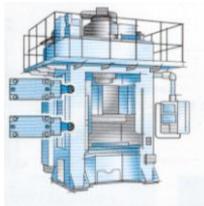
- 📌 PARA CONTROL DE SISTEMAS OPTOELECTRÓNICOS



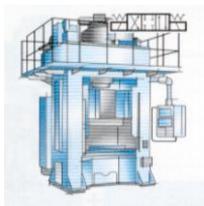
- 📌 PARA CONTROL DE DETECCIÓN DE VELOCIDAD NULA EN MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA O CONTINUA.



- 📌 PARA CONTROL DEL RECORRIDO DE FRENADO EN PRENSAS LINEALES.



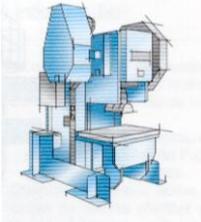
- 📌 PARA CONTROL DINÁMICO DE VÁLVULAS HIDRÁULICAS EN PRENSAS LINEALES.



- 📌 PARA CONTROL DINÁMICO DE ELECTROVÁLVULAS DE DOBLE CUERPO PARA PRENSA EXCÉNTRICAS.



- 📌 PARA CONTROL DE PARO DE SEGURIDAD EN PUNTO MUERTO SUPERIOR CON CONTROL DE RECORRIDO DE FRENADO.



### 12.3. - BORDES SENSIBLES

Los bordes sensibles de seguridad se utilizan para la protección de partes móviles en los puntos en los que se puede producir aplastamiento, cizallamiento o impacto. Muy utilizado en partes móviles automatizadas y que pueden originar atrapamiento como por ejemplo protecciones móviles motorizadas.



Suelen ser de caucho o neopreno y son de diversas formas dependiendo del fabricante y los distintos modelos; pero en general son como una tubería hueca en cuyo interior se localiza un conductor o conductores sensibles al contacto, de tal forma que cuando se produce una presión en cualquier punto del borde se produce la parada del elemento al que este asociado

Para equipos móviles de transporte de cargas automatizados se recomienda la instalación de parachoques que funcionan de manera análoga a los bordes sensibles pero admiten grandes deformaciones desde la generación de la señal de paro hasta la detención del movimiento. Están formados de espuma recubierta de poliuretano.

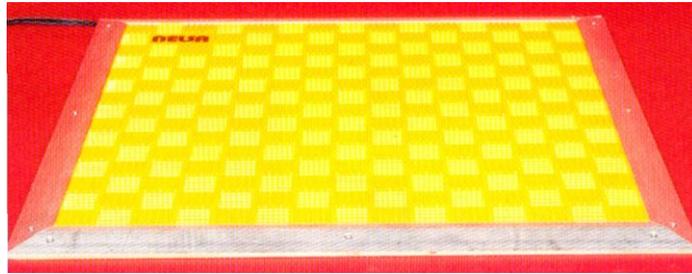


Parachoque de seguridad de marca SAFEWORK

#### 12.4.- ALFOMBRAS SENSIBLES

Las alfombras sensibles son interruptores eléctricos de área sensibles a la presión. Mediante estos dispositivos se pueden detectar la presencia de personal no autorizado en áreas de trabajo peligrosas. Hay que tener en cuenta que la máxima categoría de seguridad que se puede conseguir es 3 según la norma **UNE EN 954**. Es muy importante a la hora de diseñar la implementación de una alfombra sensible para proteger el acceso a una zona que consideramos peligrosa, considerar las distancias de seguridad establecidas en la norma **UNE EN 999**, para evitar que las personas que accedan a la zona peligrosa por la alfombra puedan llegar antes de la parada total del movimiento peligroso.

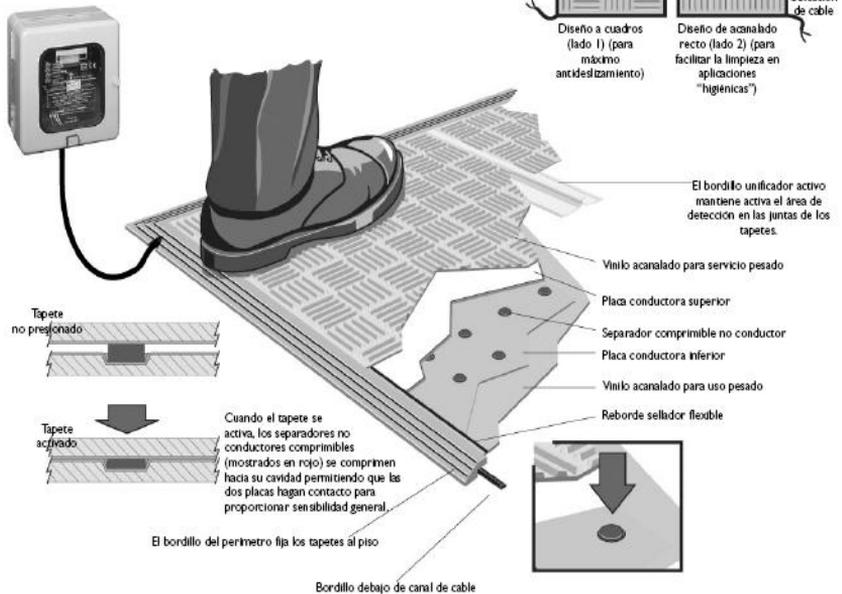
Suelen ser diseñadas para trabajar bajo condiciones severas, tanto mecánicas, como químicas o térmicas.



**Alfombra de seguridad de marca FEGEMU**

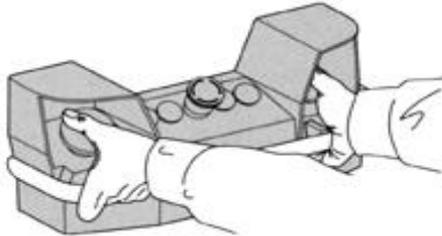
#### Anatomía de un sistema de tapete

El controlador detecta una presencia en el tapete, un cortocircuito o circuito abierto. En cada una de estas condiciones, los relés de salida de seguridad se desactivan. Cuando se interconectan correctamente, la máquina o movimiento peligroso recibirá una señal de paro y se activará un relé de salida auxiliar.

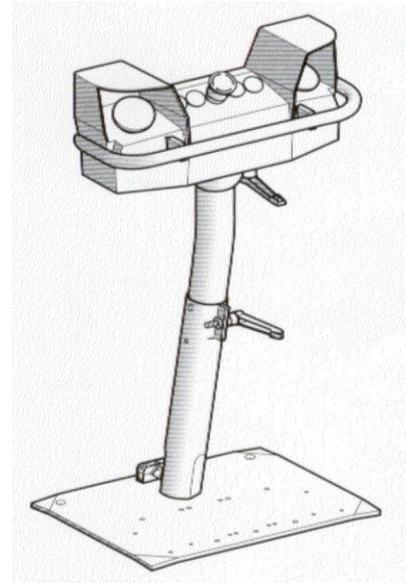


## 12.5.- PUPITRES DE DOBLE MANDO

Los pupitres o consolas de mando bimanual se utilizan en máquinas en las que se deben tener las dos manos ocupadas mientras dura el movimiento peligroso. Se aplica en máquinas como prensas, guillotinas-cizallas, plegadoras, etc... .



Pupitre de doble mando de marca  
TELEMECANIQUE



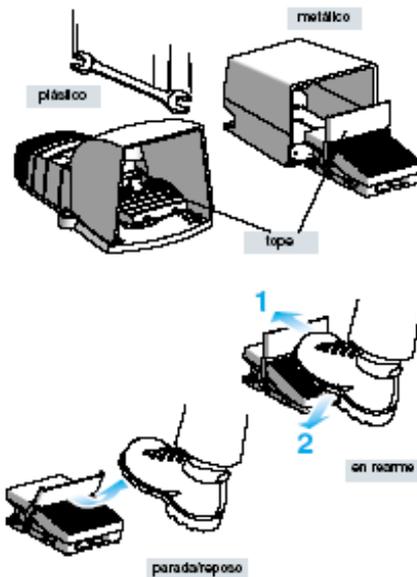
Su diseño debe ser ergonómico para reducir la posibilidad de contraer enfermedades profesionales relacionadas con los movimientos repetitivos de las manos, en particular el síndrome del túnel carpiano. También se deberá tener en cuenta que la distancia entre los pulsadores debe ser tal que impida que estos puedan ser pulsados con una misma mano y además deberán estar protegidos.

El pupitre es conveniente que sea regulable en altura e inclinación para que se adapte ergonómicamente al operario que lo utiliza.

Existen equipos en el mercado homologados respecto a norma **UNE EN 574** - Seguridad de las máquinas. Dispositivos de mando a dos manos.

## 12.6.- PEDALES

Los interruptores de pedal se utilizan para la orden de marcha o paro de gran número de máquinas industriales con diferentes modos de funcionamiento. Suelen ir equipados con capó de protección para evitar arranques intempestivos. Existen diversos accesorios para mejorar la posición ergonómica del trabajador como taloneras o varillas de apoyo que reducen los riesgos de aparición de lesiones lumbares debidas a la inclinación de la pelvis.



Algunos pedales incorporan un dispositivo de enclavamiento que mejora la seguridad del operario. Como se observa en el esquema antes de arrancar la máquina se debe empujar el tope hasta el fondo y después apoyar el pie sobre el pedal. Para detener la máquina se deberá levantar el pie del pedal, este adoptará su posición de reposo.

Esquema de funcionamiento de pedal de marca **TELEMECANIQUE**

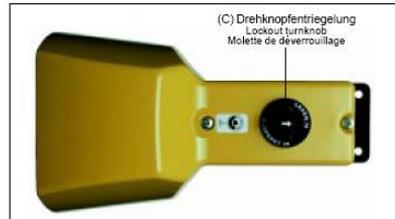
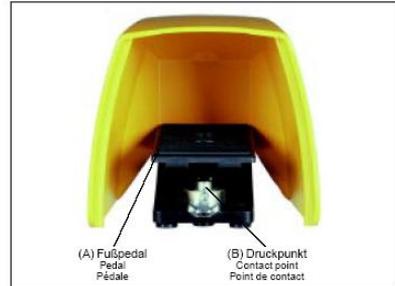
Existen también en el mercado pedales dobles o triples para poder aplicar a equipos de trabajos con dos o más maniobras diferentes.

Pedal doble de marca **BERNSTEIN**



IP 65

También existen otros pedales en el mercado que incorporan una posición de parada de emergencia. Es decir tienen dos posiciones de accionamiento siendo la de pisada más profunda de parada de emergencia. En el mismo pedal poseen un órgano de rearme. Están diseñados para que esta posición de parada no se accione accidentalmente durante el proceso productivo, ya que hay que realizar una pisada mucho más profunda para poder accionar esta parada de emergencia.



**Pedal con función de paro de emergencia de marca BERNSTEIN**

## 12.7.- MANDOS SENSITIVOS

Los mandos sensitivos o también llamados de hombre muerto se utilizan cuando el operario tiene que trabajar en algún determinado momento en una zona de alto riesgo. Se emplea para acciones de verificación, mantenimiento y ajuste o reglaje, durante las cuales se han



**Mandos de marca FEGEMU**

eliminado los niveles de seguridad existentes y no existe ningún otro dispositivo que pueda garantizar la protección del operario (ejemplo: programación y verificación de coordenadas de robots)

En estos casos el operario accede a la zona de peligro con un mando sensitivo que debe tener pulsado en todo momento, de tal forma que si deja de pulsar, el equipo de trabajo que opera en esta área de peligro se detiene inmediatamente como si se hubiera realizado una parada de emergencia.

Existen en el mercado mandos de inalámbrico que facilitan el movimiento del operario.

## 12.8.- SISTEMAS DE PROTECCIÓN OPTOELECTRÓNICOS

Los dispositivos de seguridad optoelectrónicos son empleados ampliamente en industria ya que reducen considerablemente los tiempos de acceso del operario a la zona peligrosa protegida, aumenta la productividad y mejora la ergonomía del trabajo.

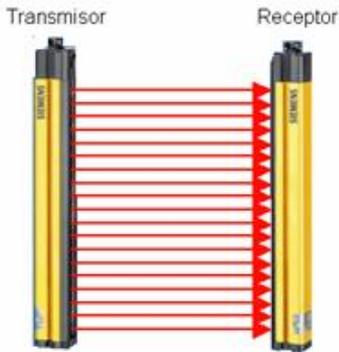
Nunca se deberán utilizar este tipo de dispositivos cuando el operario se ve expuesto al peligro de proyección de fluido a presión o impacto de material y/o herramientas (por ejemplo centro de mecanizado).

A la hora de implementar este tipo de dispositivos se deberá comprobar que el tiempo de acceso debe ser mayor que el tiempo necesario para detener el peligro.

Existe el mercado diversos dispositivos:

- 📌 **Cortinas optoelectrónicas:** dispositivo cuya función de detección se realiza mediante elementos optoelectrónicos emisores y receptores de tal manera dispuestos que forman una cortina de radiaciones ópticas y que detectan la interrupción de estas dentro del dispositivo realizada por un objeto opaco presente en la zona de detección especificada. Dependiendo del objeto que se quiera

detectar deberá tener una resolución específica, por ejemplo si se quiere detectar un dedo la resolución o distancia entre los haces que forman la cortina de protección debe ser igual o menor que 14 mm. y 40 mm. para una mano o un brazo.

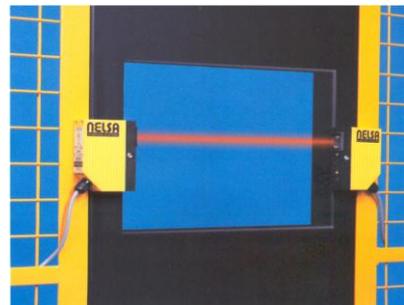


**Barrera seguridad marca SIEMENS**


**Sensores optoelectrónicos** : dispositivo cuya función de detección se realiza mediante un elemento optoelectrónicos emisor y otro receptor de tal manera dispuestos que forman un haz de radiación óptica y que detectan la interrupción de esta dentro del dispositivo realizada por un objeto opaco presente en la zona de detección especificada.

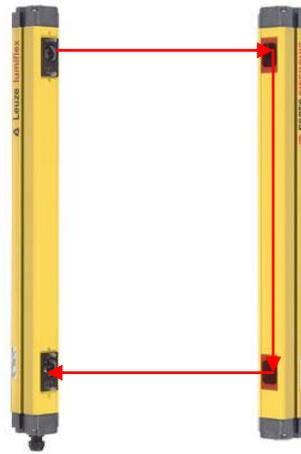


**Sistemas monohaz marca SICK**

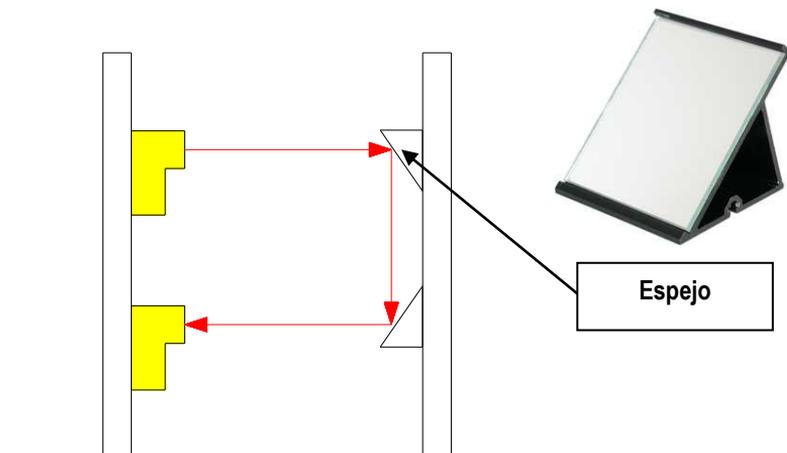


**Sistemas monohaz marca NELSA**

Estos tipos de sistemas se utilizan fundamentalmente para supervisar el paso de operarios a una zona de riesgo. Es muy común duplicar el haz mediante un sistema de espejos para impedir de esta forma que sea vulnerado fácilmente. Se suele colocar un espejo a 250 mm del suelo y otro a 750 mm. Para facilitar la instalación se han desarrollado unos sistemas optoelectrónicos de doble haz de tal forma que una de las columnas es el emisor-receptor y otra de ellas es una columna de espejos.

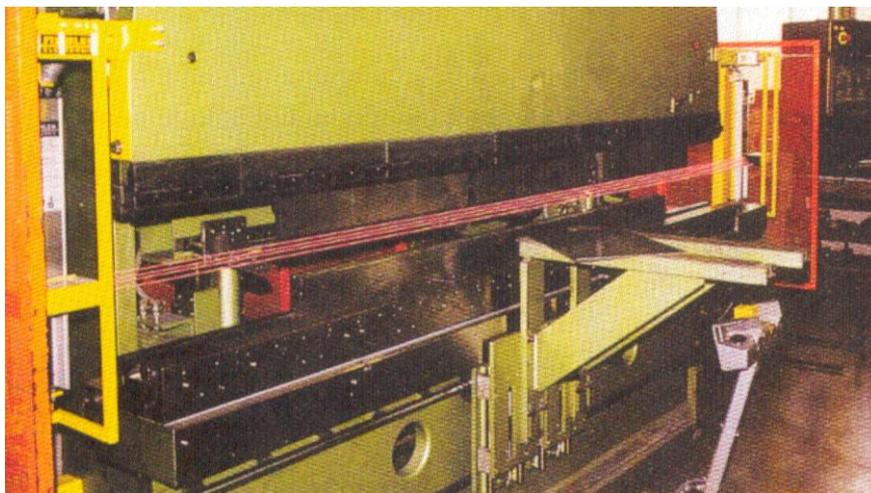
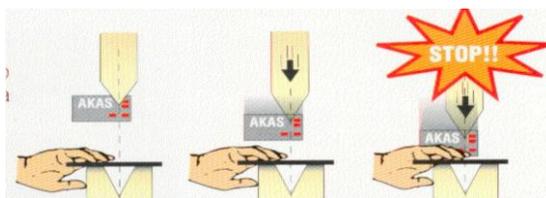


Sistema ROBUST de marca LEUZE



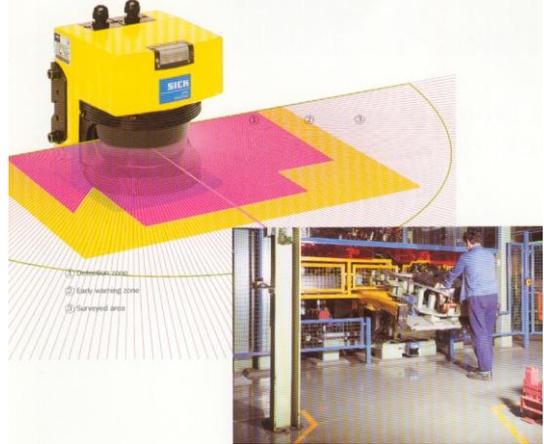
📌 **Barreras láser:** Existe un dispositivo de seguridad láser específico para prensas plegadoras que da una seguridad muy alta incluso para el plegado de piezas pequeñas. Están homologadas en categoría 4 de seguridad. Las barreras generan varios haces láser que protegen al operario del posible atrapamiento entre punzón y la matriz.

Tanto el emisor como el receptor acompañan al recorrido de la trancha.



Barreras láser para plegadora de marca AKAS

 **Scanner laser:** Es un sistema de seguridad que explora su entorno sin contacto por medio de un haz láser infrarrojo, sin necesidad de utilizar reflector o receptor separado. La zona de detección puede adaptarse perfectamente a la zona de protección estableciendo una zona de preaviso.



**Scanner de seguridad de marca SICK**

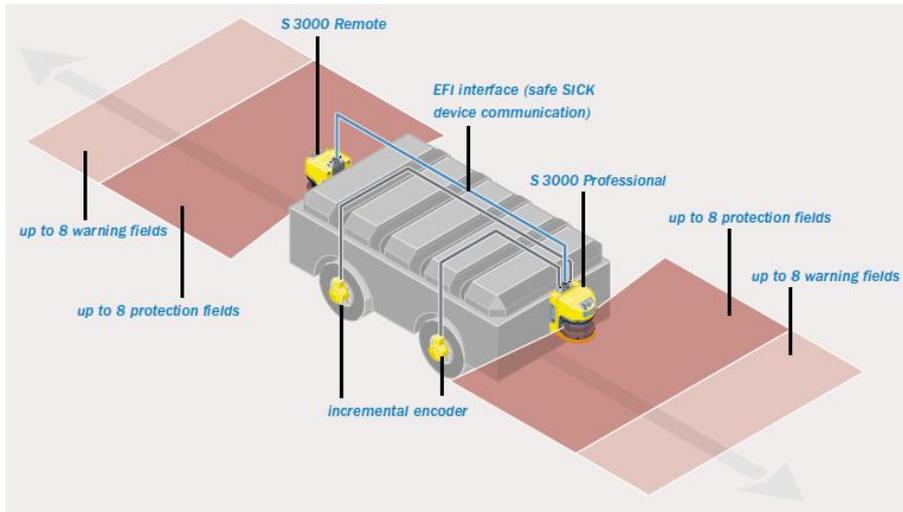
Es muy interesante para

detección de personas en áreas de alto riesgo o para incorporar en sistemas de transporte sin conductor.

El modelo anterior puede supervisar aéreas en un ángulo de máximo de 180°, pero se ha desarrollado equipos que pueden supervisar hasta un ángulo de 270° y 300°. Este tipo de equipos se puede aplicar en vehículos sin conductor para evitar choques con otros vehículos o personas. Se pueden establecer áreas de aviso, reducción de velocidad y parada del equipo.



**Scanner de seguridad de 2 m de radio y 270° de ángulo de marca SICK**



**Scanner de seguridad aplicado a transporte sin conductor angulo de marca SICK**

Aunque por circuito y sistema de supervisión puede alcanzar una categoría de seguridad máxima, por norma solo puede alcanzar categoría de seguridad 3 según norma **UNE EN 954**.

## 12.9.- CÁMARAS DE SEGURIDAD

Las cámaras de seguridad se ha incorporado desde hace poco como unos sistemas muy fiables. Actualmente existen dos tipos de cámaras homologadas de la marca SICK para funciones de seguridad:

📌 La cámara de seguridad V4000 para máquinas plegadoras ofrece la máxima seguridad en el trabajo y optimiza el funcionamiento de este tipo de máquinas. El sistema, compuesto por un emisor y un receptor.

Es el primer equipo de seguridad electro-sensible basado en el procesamiento de imágenes y ha sido aprobado como de Categoría 4 de

acuerdo con la norma europea EN 954-1 y SIL3 (según EN61508). La cámara V 4000 para plegadoras fija unos nuevos estándares de seguridad y optimización de procesos.

La solución de la cámara V4000 para plegadoras proporciona un campo de protección adaptado al proceso que se activa en el instante en el que la herramienta de plegado (punzón) y el material a ser doblado aparecen en el campo de visión de la cámara bidimensional. La altura de este campo de seguridad disminuye ajustándose a la posición del punzón, sobre el que el V4000 está montado, mientras se aproxima a la matriz de la máquina. Las piezas pueden ser dobladas con seguridad en tres modos de funcionamiento:



Cámara de seguridad de marca  
SICK

- Modo "estándar" para el doblado sencillo en una sola dimensión.
- Modo "caja" para el doblado de objetos multi-dimensionales, como las cajas.
- Modo "tope trasero" para tener en cuenta el tope trasero sobre el que se apoya la pieza a ser doblada.

### **Cámara V300 WS**

El nuevo sistema de cámara de seguridad V300 WS de SICK ocupa poco espacio y es rápido, lo que lo hace idóneo para la protección de las manos.

Se trata del primer dispositivo de su clase para la protección de Categoría 3 de puntos de trabajo peligrosos conforme a la norma EN 61496-1 (SIL2 según IEC 61508).

Por lo tanto, ahora es posible monitorizar mediante un sistema de visión las aberturas de acceso para el

montaje, robots de manipulación e industriales, máquinas de inspección y otras estaciones de trabajo controladas manualmente con acceso por ciclos u ocasional, y todo ello con la máxima seguridad y sin barreras.



**Cámara de seguridad  
de marca SICK**



## 12.10.- ELEMENTOS NEUMÁTICOS

- 📌 **Válvulas de arranque progresivo:** Los sistemas neumáticos resultan muy peligrosos cuando los cilindros se detienen a mitad de la carrera por una falta de suministro de aire,, ya que al presurizarlos de nuevo se moverán a gran velocidad. En estos casos el montaje de una válvula de arranque progresivo resuelve el problema. Permiten que el aire llegue de forma gradual hasta el nivel seleccionado antes de que la válvula actúe a pleno rendimiento.
- 📌 **Válvulas de seguridad:** Muy eficaces como medio de protección para controlar la sobrepresión debida a la acumulación de un exceso de presión.
- 📌 **Cilindros con bloque pasivo del vástago:** Un problema bastante grave son los movimientos incontrolados de cilindros neumáticos colocados verticalmente al ser cargados y sufrir una pérdida del suministro de aire. Estos cilindros están indicados para estas situaciones ya que la acción del bloqueo entra en funcionamiento cuando desaparece la señal del aire.



Cilindro con bloque pasivo del vástago de la marca NORGREN

- 📌 **Cilindros sin vástago con sistema de freno:** Estos cilindros sin vástago incorporan un sistema de frenado que permite una parada segura en cualquier punto de su carrera. Además el corte de suministro de aire conlleva la activación del sistema de frenado.
- 📌 **Válvulas de cierre con bloqueo:** Los sistemas neumáticos de las máquinas y otros sistemas en las instalaciones, siempre deberían estar equipados con algún tipo de dispositivo para poder aislarlos de la red principal. Estas válvulas de cierre deben ser bloqueables o como mínimo disponer de palancas o manivelas extraíbles, con lo que se establece una consignación del sistema (necesario para labores de mantenimiento).
- 📌 **Reguladores de presión preajustados:** Muy recomendable para instalaciones de aire comprimido en las que una manipulación de presión de trabajo podría acarrear problemas.
- 📌 **Racores con función de bloqueo:** Estos racores permiten el bloqueo del aire en el interior de los cilindros en caso de fallo en el suministro de aire. Realmente son válvulas 3/2 muy compacta de un tamaño y forma muy similar a la de un banjo normal.



Reguladores de presión  
preajustados



Racores con función de  
bloqueo

- 📌 **Válvula de descarga monitorizada:** Las válvulas de descarga monitorizadas poseen un interruptor excitado positivamente, conectado mecánicamente al pistón de la válvula de asiento plano, lo que permite detectar los fallos que se produzcan tanto en el interruptor, como en la válvula o en el cable.
- 📌 **Válvula de control de sistema bimanual:** Utilizada en un sistema de control a dos manos, la válvula requiere un operador para accionar dos válvulas manuales a la vez y mantenerlas accionadas durante un ciclo de máquina.
- 📌 **Válvula de doble cuerpo:** Están diseñadas para el control de los conjuntos de embrague-freno. Su efectividad e importancia reside en su dualidad. Estas dobles válvulas incorporan las funciones de dos elementos valvulares separados 3/2 normalmente cerrados en su conjunto común de cuerpo de válvula. Cada uno de los dos elementos valvulares se opera con su propio piloto 3/2 normalmente cerrado. Cuando estos pilotos están simultáneamente energizados ambas válvulas principales se operan al mismo tiempo. La probabilidad de que ambos elementos valvulares funcionen mal en el mismo ciclo, es extremadamente remota, dando entonces un margen de seguridad sobre válvulas simples.



Válvula de doble cuerpo de la marca NORGREN

## 12.11.- ELEMENTOS HIDRÁULICOS

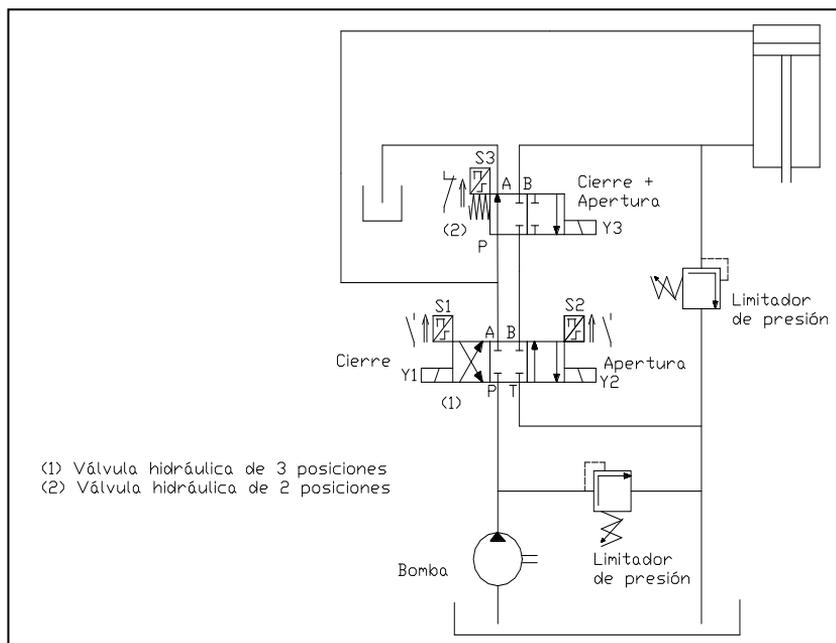
En hidráulica existen elementos análogos a los anteriores, pero destacaremos los bloques de seguridad para prensas hidráulicas.

Estos equipos están pensados y diseñados para instalar en prensas hidráulicas y cumplen todas las exigencias de seguridad establecidas en la norma **UNE EN 693**.

El equipamiento consiste en unos bloques modulares que pueden ser seleccionados de acuerdo a las funciones requeridas por la prensa, y ensamblados de tal forma que nos habilitan un control total de la prensa, estableciendo una comunicación segura ente el bloque de la prensa y la bomba, y entre el bloque y el cilindro.

Existe un modulo de control de los antes especificados que regula este tipo de instalaciones y con el que se puede controlar las señales de las electroválvulas.

Con este tipo de equipos evitamos la caída del cilindro por una pérdida de presión o un fallo en el sistema.



## 12.12.- CERRAMIENTOS PERIMETRALES

Existen equipos de trabajo que por sus dimensiones, por formar entre varios una línea de producción automatizada o por su sistema de trabajo, requieren ser delimitados por un cerramiento perimetral para impedir el acceso a ellos. En estos cerramientos se implementan puertas de acceso para poder realizar labores de mantenimiento o reglaje, en las que se coloca interruptores de seguridad de los antes descritos.

Es muy importante a la hora de diseñar este tipo de cerramientos considerar la posibilidad de que quede encerrado una persona en su interior, por lo que las puertas de acceso deben tener la posibilidad de apertura interior mecánica y se debería realizar la instalación de alguna parada de emergencia dentro del perímetro.

Existen en el mercado la posibilidad de adquirir ya cerramientos muy estudiados que son de fácil montaje e instalación. Principalmente distinguiremos de dos tipos:

- **Modulares de hierro:** Están formados por paneles formados por tubo y varillas formando una rejilla, y postes de sujeción. Este tipo de sistema posee una amplia variedad de accesorios, paneles de diversas medidas y su montaje es sencillo y rápido.



**Cerramiento perimetral de  
marca SATECH**

- Perfilado de aluminio: Los cerramientos son realizados por el cliente mediante una amplia variedad de tipos de perfilado y accesorios que suministran las casas comerciales. También existen carpinterías de aluminio y otros talleres que realizan este tipo de cerramiento por encargo. Su montaje es también sencillo y suele emplear también para la fabricación de las denominadas “urnas” para máquinas de pequeño tamaño. Con este tipo de sistema se puede realizar cualquier tipo de protección, se puede reaprovechar fácilmente, aunque su costo es mayor para cerramientos de tipo perimetral.



### 12.13. - SEÑALIZACIÓN

Existen en el mercado un amplio abanico de señales de peligro, advertencia y obligación que son indispensables en cualquier lugar de trabajo en el que existan máquinas.

En este apartado destacaremos las balizas de señalización y sirenas, que son muy interesantes para informar del estado en que se encuentra el equipo de trabajo o para avisar maniobras a realizar por él.

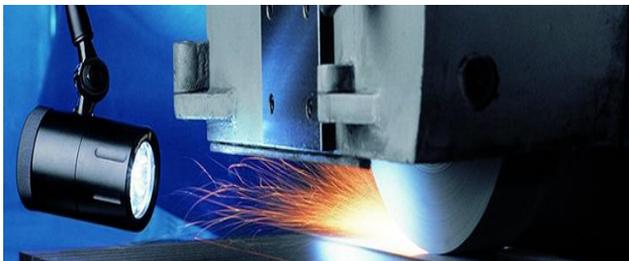


Balizas de marca SCHNEIDER

### 12.14.- ILUMINACIÓN

Es muy importante la iluminación en el campo de la máquina herramienta ya que aunque se tengan unos buenos niveles de iluminación ambiental, es necesario muchas veces tener una iluminación suplementaria para realizar labores de precisión.

Este tipo de lámparas son herméticas al polvo y al agua, incluso son resistentes a refrigerantes y aceites que son tan comunes en este tipo de máquinas. Son robustas y pueden trabajar en condiciones extremadamente duras.



Foco industrial de  
marca WALDMANN

## 12.15.- PROTECCIONES PARA MÁQUINA HERRAMIENTA

Existen en el mercado protecciones específicas para las máquinas herramientas más comunes como taladros, esmeriles, fresadoras, tornos, tronzadoras, etc..

También existe una amplia variedad de estas protecciones para máquinas específicas de trabajar la madera como escuadradoras, tupís o cepilladoras.



Protecciones de máquina-herramienta de marca REPAR

## 12.16.- FUELLES Y CORTINAS

Se emplean para proteger ciertas partes de la máquina de distintos agentes como polvo, agua, taladrina, etc..., pero también pueden ser muy interesantes para protegernos de enganchones de ropa en husillos, transmisiones cardan, etc...

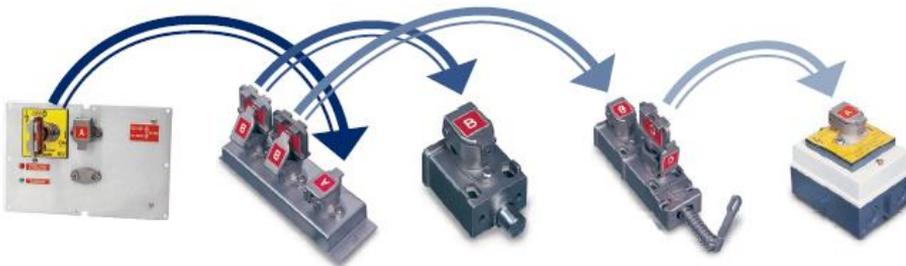
## 12.17.- CERRADURAS SECUENCIALES

Son dispositivos de enclavamiento mecánico mediante cerradura con los cuales pueden diseñarse secuencias complejas de accionamiento. Disponen de diferentes sistemas de cerrado: cerrojo, pasador, actuador con enclavamiento...

### ¿Por qué usar el sistema de enclavamiento con atrapamiento de llave?

En base a la premisa de que una llave no se puede encontrar en dos lugares simultáneamente, se pueden configurar los sistemas de enclavamiento con llave para asegurar que se realiza una secuencia predeterminada de eventos o que se ha reducido la posibilidad de peligros antes de que los operadores queden expuestos.

Es un sistema mecánico y, por lo tanto, ampliamente usado en aplicaciones, incluso aquellas donde la ubicación de la planta, el ambiente o las atmósferas explosivas hacen que el uso de los sistemas de enclavamiento eléctrico sea inadecuado o de costosa instalación. Además, se puede proporcionar codificación única, la cual ofrece un mayor grado de seguridad y resistencia a manipulación indebida.



Principios ilustrados del sistema de enclavamiento con atrapamiento de llave de la marca ROCKWELL

## **Secuencia de operación**

1. El aislador ETU tiene dos llaves. Una es la llave no extraíble. La otra llave (una llave con codificación 'A') puede extraerse después de un lapso temporizado establecido por un potenciómetro dentro del aislador ETU. Gire la llave no extraíble para desactivar el movimiento de la máquina peligrosa e iniciar el temporizador. Cuando caduque el tiempo se encenderá el indicador LED de llave libre. Extraiga la llave 'A'.
2. Inserte la llave 'A' en la unidad de intercambio de llaves (KEX) y gírela 90°.
3. Gire una de las llaves 'B' 90° y quítela de la unidad KEX. Esto atrapa la llave 'A' en la unidad KEX y evita que vuelva a arrancar la máquina.
4. Inserte la llave 'B' en el dispositivo de bloqueo de perno de una sola llave (SBL) y gírela 90° para obtener acceso de cuerpo parcial a la máquina.
5. Gire la segunda llave 'B' 90° y quítela de la unidad KEX. La extracción de esta llave también atrapa la llave 'A' en la unidad KEX y evita que vuelva a arrancar la máquina.
6. Inserte la llave 'B' en la unidad de bloqueo de acceso de dos llaves (DAL) y gírela 90°.
7. Gire la llave 'C' 90° y extraiga la llave 'C'. Gire la manija de acceso para permitir la entrada de todo el cuerpo en la zona de peligro.
8. Lleve la llave 'C' a la zona de peligro, insértela en el interruptor de llave giratorio (RKS) y gírela 90° para enviar una señal al sistema de control de máquina, para permitir que la máquina funcione en un modo lento o de aprendizaje.
9. Realice el proceso de manera inversa para poner la máquina nuevamente en modo de operación total.

---

## 12.18.- AUTÓMATA DE SEGURIDAD

Si se utiliza un equipo electrónico programable para desempeñar funciones de seguridad, en situaciones en las que se puede producir un accidente importante (lesiones graves, muy graves o incluso la muerte), se deben cumplir requisitos muy especiales (utilización de sistemas redundantes, utilización de diversidad, autocontrol, etc.,...). Para ciertas aplicaciones de riesgo elevado como, por ejemplo, para mando de prensas, quemadores, etc., normalmente este tipo de equipos se someten a ensayos en Laboratorios u Organismos reconocidos para tal fin, que emiten el correspondiente certificado. Además se deben respetar los requisitos específicos de montaje, instalación, programación, etc., que solo puede ser realizados por personal cualificado.

El PLC se ha estabilizado desde hace muchos años en la técnica de automatización y ha desplazado en casi todos los sectores al cableado convencional. Las ventajas son flexibilidad, múltiples posibilidades de diagnóstico y poco coste de cableado.

Estas ventajas sólo pueden aprovecharse para la parte del control de una instalación, de la cual no se espera ningún peligro. Las funciones de control para la parte de la instalación relevante a la seguridad deben cubrirse igualmente con un hardware adicional y un cableado costoso.

Con la aparición de los PLC's de seguridad conseguimos controlar la instalación completa de un proceso, gracias a sus características especiales, resultan las siguientes ventajas para el usuario:

### 1.- Proyección:

-  Múltiples módulos de software para soluciones estándar

- 📌 Parada de Emergencia

- 📌 Rejas Protección

- 📌 Doble Mando

- 👉 Programas de programación confortables

- 👉 Ahorro de espacio hasta un 80%

- 👉 Alta categoría de seguridad según UNE EN 954-1 con un coste mínimo de cableado

## 2 – Puesta en Marcha

- 👉 Coste mínimo de montaje y cableado

- 👉 Tiempos de puesta en marcha muy cortos

- 👉 Flexible modificación de función

## 3 – Funcionamiento

- 👉 Gran fiabilidad y larga vida gracias a un desgaste mínimo

- 👉 Tiempos de parada reducidos

- 👉 No hay coste de mantenimiento

- 👉 Posibilidad de ampliación por programación

## Seguridad por Redundancia

Los PLC's de seguridad están basados en sistemas redundantes. Quiere esto decir que sé esta desarrollando la misma función por parte de varios sistemas.

## Tipos de redundancia

### Redundancia Homogénea

Con referencia a la técnica de control significa que dos o más sistemas idénticos controlan la instalación al 100%. Por ejemplo el sistema Siemens S5-115F



### Redundancia por Diversidad

En una redundancia diversitaria se realiza la redundancia por medios desiguales. Por ejemplo el sistema PILZ PSS 3000.



---

## Generalidades

Un PLC relevante a la seguridad, es un PLC con elevados requisitos al reconocimiento de errores y pérdida de seguridad. Por medidas constructivas puede este tomar el circuito completo de seguridad de una máquina o de una instalación.

## Autómatas de seguridad en el mercado

### Siemens

El PLC de Simatic S7-300F se basa en la CPU 315F, una CPU 315 convencional a la que se ha dotado de funciones especiales de seguridad. Así, se dispone de una librería de ejemplos de programación para aplicaciones de seguridad homologados y certificados por el organismo de inspección técnica alemán TÜV, que permiten la recepción simple y rápida de la instalación o planta a controlar por el mismo. Las aplicaciones de seguridad se programan o parametrizan, al igual que el programa de control estándar que corre en paralelo, utilizando herramientas estándar Step 7.

Esto permite al usuario resolver de forma rápida y simple sus soluciones individuales de seguridad, sin necesidad de aprender temas especiales. Así, es posible prescindir de una CPU de seguridad adicional y su correspondiente cableado.

Para la unidad periférica descentralizada Simatic ET200S se han desarrollado módulos de E/S de seguridad especiales.

Actualmente están disponibles tres módulos de E/S para corriente continua de 24 V de tres centímetros de ancho: un módulo para cuatro entradas digitales conforme con SIL 3 u ocho entradas conforme con SIL 2, un módulo con cuatro salidas de 2 amperios así como un módulo de potencia con dos salidas de dos amperios y una salida de relé para un máximo de 10 amperios.

Los módulos de configuración bicanal pueden desenchufarse y enchufarse bajo tensión durante el servicio. El PLC Simatic S7-300F y la unidad periférica descentralizada ET 200S se interconectan a través de bus Profibus DP estándar; los datos relevantes para la seguridad se transfieren conforme al perfil Profisafe.



La gran ventaja de la gama Safety Integrated es que con ella sólo se necesita utilizar un cable de bus, por los que se transfieren tanto los datos del proceso como los datos relevantes para la seguridad. Esto permite prescindir de complejos cableados en paralelo, buses de seguridad especiales y herramientas de ingeniería para aplicaciones de seguridad.

Para automatización de plantas industriales en las que es muy importante controlar sistemas de seguridad y variables que se tienen que mantener en unos parámetros muy estables se utiliza sistemas de alta disponibilidad S7-400FH.

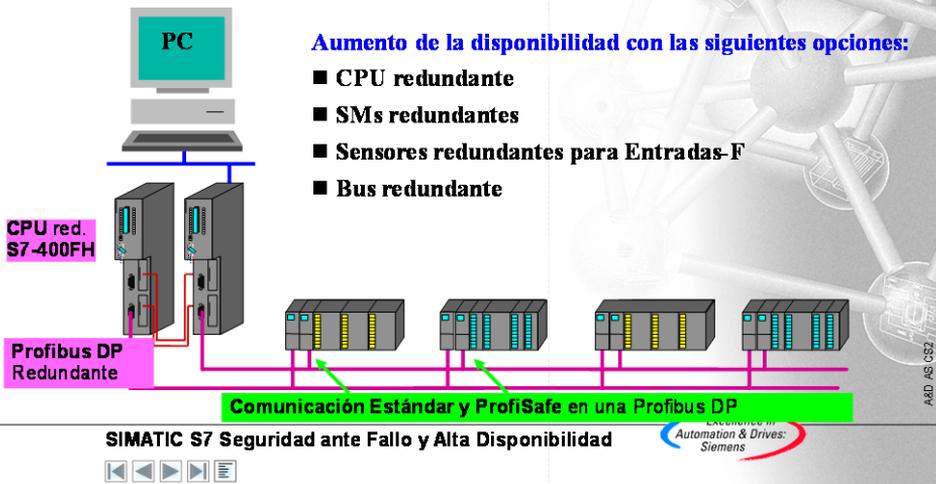
Algunos de los principales campos de aplicación de los sistemas de automatización de alta disponibilidad son los siguientes:

- Generación y distribución de energía
- Química y petroquímica
- Petróleo y gas
- Refinerías
- Industria farmacéutica
- Automatización aeroportuaria
- Centrales abastecedoras y depuradoras de aguas
- Sistemas de transporte
- Control de tráfico en carretera



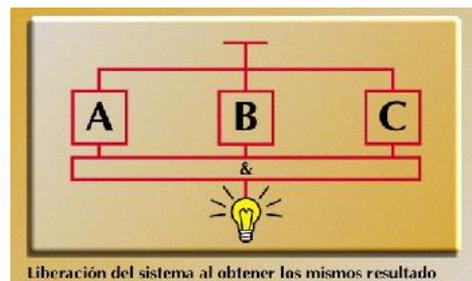
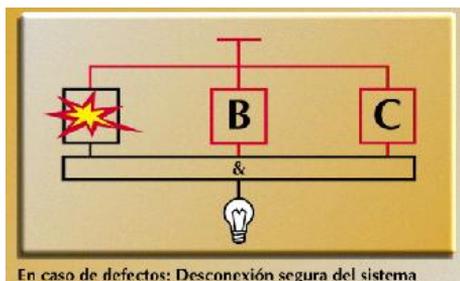
**SIEMENS**

**Panorámica  
 Arquitectura de un sistema de alta disponibilidad S7-400FH**

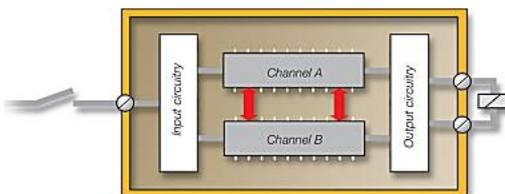


 Pilz

La familia de sistemas de los autómatas de seguridad programables comprende tanto controles pequeños y compactos como sistemas de seguridad modulares ampliables. Para la adaptación óptima a la aplicación se dispone de diversos bastidores. En conexión con nuestro software certificado es posible realizar de modo sencillo y económico una gran cantidad de funciones de seguridad, tales como PARADA DE EMERGENCIA y manejo a dos manos.



La parte de seguridad del PSS funciona de modo diversitario por varios canales, esto es, las informaciones de una entrada acceden al CPU a través de varios canales, donde son procesadas por diversos procesadores, y se envían a la salida también a través de varios canales. Si todos los procesadores llegan al mismo resultado, entonces la salida conecta.



Los módulos orientados a la seguridad (Fail-safe) son excitados por medio del bus de varios canales, en tanto que los módulos estándar (ST) lo son por medio del bus de un solo canal. Hay un gran número de módulos probados en la práctica a disposición tanto de la parte Fail-safe (FS) como de la parte estándar (ST) del control.

### Allen-Bradley

Dependiendo de las necesidades de su aplicación, Rockwell Automation ofrece dos sistemas avanzados de control de seguridad GuardPLC. El controlador de seguridad compacto GuardPLC 1200 está diseñado para aplicaciones de control pequeñas que requieren seguridad funcional y pueden ser mantenidas con un número fijo de puntos de E/S.

Por el contrario, el sistema de seguridad GuardPLC 2000 está diseñado para controlar aplicaciones grandes. Este sistema puede tener un máximo de 144 entradas digitales, 96 salidas digitales, o 48 entradas analógicas o 48 salidas analógicas. Se puede tener

cualquier combinación de seis módulos de E/S de seguridad, siempre y cuando no se exceda la corriente máxima de 30 A para la fuente de alimentación de 24 VCC.

La programación es simple. El software RSLogix Guard, diseñado para funcionar con Microsoft Windows NT v4.0 o Windows 2000, proporciona una paleta de bloques de función de arrastrar y colocar para crear la lógica de seguridad; a su vez, otras pantallas ayudan a los expertos en desarrollo a introducir nombres de tags, llenar el chasis, configurar las comunicaciones y asociar los tags con E/S específicas.



**El controlador de seguridad GuardPLC 1200 es una unidad compacta y totalmente equipada.**



**El PLC de seguridad GuardPLC 2000 es un sistema modular.**

## OMRON

El controlador de red de seguridad NE1A aloja el programa de aplicación de seguridad. El NE1A monitoriza y controla todas las entradas y salidas basadas en seguridad locales y DeviceNet. Gestiona hasta 16 esclavos de seguridad DeviceNet y se puede integrar de forma transparente en un sistema DeviceNet estándar.

- Terminales de sujeción extraíbles para una instalación sencilla
- Bloques de función predefinidos y certificados para facilitar la programación
- Display de LED y LEDs de estado para un diagnóstico avanzado
- Estado del sistema sobre DeviceNet para facilitar la detección de averías y el mantenimiento predictivo
- Sencilla ampliación mediante la adición de dispositivos de seguridad DeviceNet



## **Telemecanique**

Los módulos de control TSX DPZ y TSX PAY están diseñados para integrarse en los autómatas de Telemecanique Micro y Premium respectivamente.

Son módulos integrados que funcionan como módulos Preventa y son transparentes al autómata.

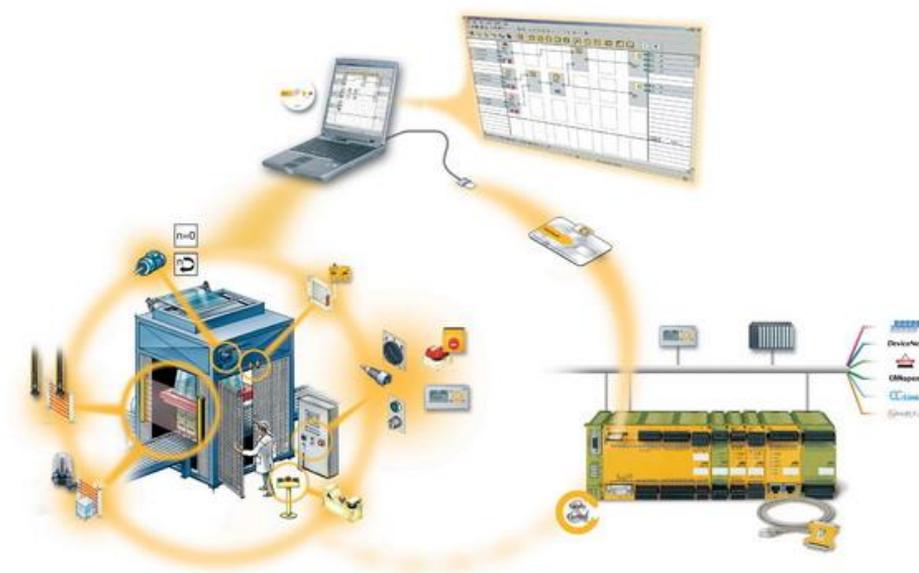
Reúnen en un solo módulo un bloque de seguridad por cable tipo Preventa y un bloque electrónico de adquisición para el diagnóstico completo de contactos de entradas y del estado de las salidas de una cadena de seguridad.

## 12.19.- MÓDULOS PROGRAMABLES

A camino entre los módulos de control y los autómatas programables existen los módulos programables que se utilizan para supervisar instalaciones de tamaño medio que poseen varios elementos de seguridad distribuidos pero que no son lo suficiente complejas como para que resulte económico implementar un autómata de seguridad.

### Sistema PNOZmulti (Pilz)

El sistema de seguridad modular PNOZmulti es multifuncional, libremente configurable y hecho a medida para la aplicación en múltiples campos de la construcción de instalaciones y máquinas. Permite supervisar cómodamente funciones de seguridad como por ejemplo PARADA DE EMERGENCIA, puertas protectoras, barreras fotoeléctricas, mandos a dos manos, entre otras muchas. PNOZmulti es además una solución rentable para funciones de control estándar.



En lugar de cablear, el circuito de seguridad se crea cómodamente en el PC mediante una herramienta de configuración de manejo intuitivo. La configuración se almacena en una chip card y se transmite al dispositivo base PNOZmulti. Para la construcción modular existen varios módulos de ampliación que se pueden combinar en función de los requisitos.

### Sistema XPS MC (Telemecanique)



Los controladores de seguridad XPS MCppX se han diseñado para cumplir los requisitos de las aplicaciones de seguridad que necesiten cumplir la categoría 4 del estándar EN 60954-1.

Los controladores de seguridad XPS MC incorporan un interface de comunicación Modbus para la configuración y el diagnóstico. Con el interface Modbus el controlador se puede conectar a un PC, a un autómata o a un terminal de diálogo operador.

La configuración de las funciones de seguridad se realiza con el software XPS MCWIN.

Este software dispone de 22 funciones de seguridad certificadas, que se pueden asignar fácilmente a las salidas de seguridad. Las funciones de seguridad cuentan con múltiples posibilidades de combinación y diferentes condiciones de rearme.

## Sistema UE 400 / UE 470 (SICK)

Los controladores de seguridad programables UE 440/UE 470 son ideales para funciones de seguridad en las máquinas y plantas con requisitos de seguridad elevados. Las aplicaciones de seguridad pueden lograrse con hasta dos circuitos unidos o separados de parada segura. Sus 15 entradas pueden usarse en mono canal o doble canal (de las que 2 son señales de salidas seguras), conexión de mando a dos manos y doble Bypass, son funciones disponibles que ofrecen diversas posibilidades al circuito de mando.

Permite realizar funciones complejas y hasta en 5 modos de funcionamiento, de forma rápida y ajustándose a cada aplicación.

El UE 440 posee una carcasa compacta y es conforme a la Categoría 4 según EN 954-1, y SIL 3 según EN 61508.



Mientras las aplicaciones de seguridad simples se resuelven con Módulos de relés, vemos como los PLCs seguros y los buses de campo aumentan considerablemente en aplicaciones más grandes y más complejas. El Controlador de seguridad UE 440 se sitúa entre estos dos mundos. El controlador de seguridad UE 470 se sitúa también aquí, siendo un diseño específico para prensas y mesas circulares, con funciones integradas como el inicio de ciclo por "Interrupción y liberación de la cortina de seguridad" para prensas excéntricas o hidráulicas. El sistema también evalúa y supervisa señales críticas de la prensa como BDC (Punto Muerto Inferior), TDC (Punto Muerto Superior) y SCC (Control de Sobre-Recorrido).

## Sistema UE 410 Flexi (SICK)

El UE410 Flexi es un sistema modular de entradas, salidas, muy sencillo, con posibilidad de salidas por relés y comunicaciones con buses de campo. Este sistema combina las ventajas de un control seguro con una configuración sumamente sencilla del módulo.

Se trata de un sistema polivalente porque soporta cualquier tipo de sensores y contactos seguros; intuitivo para la selección de los sensores de seguridad; sencillo en la simulación, configuración y documentación en PC; directo, en la configuración del módulo mediante un simple destornillador; eficiente: un solo módulo actúa como dos dispositivos de seguridad.

El sistema de control modular Flexi destaca por las siguientes características: 12 entradas seguras y 4 entradas de control seguras; 4 salidas seguras (24 V DC, 2 A semiconductor); 10 salidas de impulso. El dispositivo de conmutación de seguridad UE410 Flexi es muy fácil de configurar.

El configurador instalado en un PC indica y documenta el proceso paso a paso; desde la elección de los sensores de seguridad mediante el sistema “seleccionar y arrastrar” y la selección de los módulos necesarios, hasta la visualización de las configuraciones. Las diferentes configuraciones se seleccionan directamente en el conmutador giratorio rojo del módulo Flexi mediante un simple destornillador.



---

Para el lanzamiento de este producto, Sick pone a la disposición tres paquetes distintos: 'Básico', 'Relé y 'Bus de Campo'. Los tres paquetes garantizan una reducción de costes y esfuerzos en una gran variedad de aplicaciones, ya que con el sistema de control UE Flexi se ejecutan la planificación, programación de la lógica y documentación en un solo paso. La puesta en servicio es sencilla y sin software.

Además, el UE Flexi representa un ahorro de espacio en el armario eléctrico y la supresión de posibles fallos en el cableado.

## **ANEXO I: R.D.1644/2008**

**REAL DECRETO 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.**

La denominada «Directiva de Máquinas» ha sufrido una importante evolución desde que se aprobó la Directiva 89/392/CEE del Consejo, de 14 de junio de 1989, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas. En efecto, las Directivas 91/368/CEE y 93/44/CEE ampliaron su campo de aplicación, y la Directiva 93/68/CE modificó ciertos aspectos «horizontales» derivados de la actualización de las reglas generales del denominado «Nuevo Enfoque» establecido por Resolución del Consejo de 7 de mayo de 1985, relativa a una nueva aproximación en materia de armonización y de normalización. Todo ello tuvo su correspondencia en los Reales Decretos 1435/1992, de 27 de noviembre y 56/1995, de 20 de enero. A fin de facilitar la lectura de los textos comunitarios, la Comisión Europea abordó la tarea de refundir en uno solo todos aquellos que versaran sobre la misma materia. Así, en el caso de la directiva de máquinas, se elaboró la Directiva 98/37/CE, como texto resultante de las cuatro citadas. Dado que las directivas solamente obligan a los Estados miembros en cuanto a los resultados, no se consideró necesario un nuevo real decreto que traspusiera la Directiva 98/37/CE, pues ello no suponía ninguna variación en el marco de derechos y obligaciones previamente establecido. No obstante, la Directiva 98/79/CE, de 27 de octubre, sobre productos sanitarios para diagnóstico «in vitro» volvió a modificar, mediante su artículo 21, el campo de aplicación de la Directiva 98/37/CE. Desde hace tiempo se discute sobre los principios del «Nuevo enfoque» y la forma de plasmarlos en un instrumento horizontal aplicable a todas las directivas adoptadas dentro de ese marco. No obstante, la Comisión Europea y los Estados miembros consideraron que no se podía esperar a la culminación de esos debates, dada la complejidad de la directiva de máquinas, la evolución de otras directivas y la experiencia extraída al tratar problemas derivados del texto anterior, añadido a la demanda para definir más concretamente el ámbito de aplicación de la directiva vigente y los conceptos relativos a su aplicación, así como mejorar otros elementos de la directiva, todo lo cual resultaba de tal envergadura que requería la elaboración de un nuevo texto, aunque tratando de mantener al máximo la estructura anterior, para facilitar la transición entre ambos. La Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE, es el resultado de esa decisión. Fue publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea de 9 de junio de 2006, señalando el 29 de junio de 2008 como fecha límite para que los Estados miembros adopten las disposiciones internas necesarias para acomodarse a sus disposiciones y el 29 de diciembre de 2009, a partir del cual deben aplicarlas efectivamente. En consecuencia, este real decreto tiene por objeto la transposición al derecho interno español de las disposiciones de dicha directiva. La Constitución Española, así como el Acta de Adhesión a la Comunidad Económica Europea (hoy Unión Europea) establecieron los dos grandes soportes legales básicos que sustentan el posterior desarrollo normativo en nuestro país, dentro del cual, como no podría ser de otra forma, se encuentra la actividad económica y, en particular, la reglamentación relativa a la seguridad de instalaciones y productos. Así, la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, estableció el nuevo marco jurídico en el que se desenvuelve la actividad industrial. Entre los fines que persigue dicha ley, como señala su artículo 2, se encuentra la seguridad industrial y, a su vez, el objeto de ésta es, de acuerdo con el artículo 9 «la prevención y limitación de riesgos, así como la protección contra accidentes y siniestros capaces de producir daños o perjuicios a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, derivados de la actividad industrial o de la utilización, funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones o equipos y de la producción, uso o consumo, almacenamiento o desecho de los productos industriales». Este real decreto tiene, pues, su fundamento en la citada Ley de Industria. La aplicación armonizada de la Directiva 2006/42/CE obliga a considerar como equivalentes a las disposiciones de este real decreto cualesquiera otras dictadas con el mismo objetivo por los demás Estados miembros, y terceros que mantengan acuerdos en este sentido con la Unión Europea,

así como las referencias directas realizadas a la mencionada directiva en documentos de aplicación de la misma, puesto que no se puede exigir que se realicen referencias a todas y cada una de las disposiciones de los Estados miembros en documentos de los fabricantes, de los organismos notificados o en las normas armonizadas. Dado que la directiva se dirige a los Estados miembros, algunas de sus previsiones no pueden tener reflejo en el texto interno sino, en su caso, como adaptación particular al sistema comunitario. Por lo demás, en cuanto a las obligaciones de los fabricantes, las reglas deben ser exactamente las indicadas en la directiva. En el campo de aplicación teórico de la directiva existen máquinas -corresponden plenamente a la definición de «máquina» que realiza la directiva-cubiertas por otras directivas que se consideran más específicas, por lo cual se estimó que debía trazarse con las mismas una frontera lo más clara posible. Así, por ejemplo:

a) Los tractores agrícolas y forestales se rigen fundamentalmente por la Directiva 2003/37/CE (incorporada a la legislación española por Orden CTE/2780/2003, de 8 de octubre), si bien se consideraba que ésta no trata todos los peligros a los que se refiere la directiva de máquinas. Por ello, se acordó una solución transitoria consistente en dejar de aplicar los requisitos de la directiva de máquinas a medida que fueran cubiertos por la de tractores, que sería la única pertinente en el futuro.

b) Los vehículos de motor y sus remolques están cubiertos por la Directiva 70/156/CEE, con sus modificaciones y los vehículos de 2 y 3 ruedas por la Directiva 2002/24/CE (ambas transpuestas por Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio y sus modificaciones) pero dichas directivas únicamente se refieren a las condiciones exigidas a los vehículos para circular. En consecuencia, la exclusión de los vehículos no se aplica a las máquinas que se monten en los mismos. c) Muchas de las máquinas son accionadas mediante su conexión a la red eléctrica de baja tensión, por lo cual se les aplica la Directiva 73/23/CEE (denominada Baja Tensión), modificada por la Directiva 93/68/CEE (Real Decreto 7/1988, de 8 de enero, relativo a las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión, modificado por Real Decreto 154/1995, de 3 de febrero). No obstante, se creyó oportuno tratar particularmente una serie de máquinas incluidas en sectores tradicionalmente objeto de dicha directiva, excluyéndolas de la directiva de máquinas, por lo que será la directiva de baja tensión la única que se aplicará, en lugar de ambas. d) Se consideró que los ascensores con velocidad no superior a 15 centímetros por segundo, actualmente sometidos a la Directiva 95/16/CE (Real Decreto 1314/1997, de 1 de agosto, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 95/16/CE, sobre ascensores, modificado por Real Decreto 57/2005, de 21 de enero), eran objeto de unos requisitos demasiado exigentes, por lo cual se han extraído de la misma para incluirlos en la nueva directiva de máquinas, aunque sin olvidar reforzar los requisitos de ésta para adecuarlos a dichos aparatos. Al mismo tiempo, se ha realizado en la Directiva 95/16/CE una precisión del concepto «cabinas», que pasa a ser denominado «habitáculo» a fin de evitar discusiones en torno a la propia definición de ascensor. Todo ello, mediante la modificación expresa de esa directiva. e) Los aparatos fijos, que se utilizan durante las obras de construcción de edificios para la elevación de personas, con o sin cargas, pero no destinados a trabajar en los mismos, todavía se encontraban sujetos a las reglamentaciones nacionales de los Estados miembros, por estar excluidos tanto de la directiva de máquinas como de la de ascensores (en España, en particular, están regulados actualmente por el Reglamento de aparatos elevadores para obras, aprobado por Orden de 23 de mayo de 1977). Con la inclusión de estos aparatos en la nueva directiva de máquinas, se realiza la armonización de este tipo de productos, que también pasan a beneficiarse del libre comercio intracomunitario. f) Por último, las armas, incluidas las armas de fuego, están sujetas a la Directiva 91/477/CEE, por lo que continúan excluidas de la directiva de máquinas. En cambio, no se ha considerado conveniente que las máquinas portátiles de fijación de carga explosiva y otras máquinas portátiles de impacto diseñadas únicamente para fines industriales o técnicos mantengan esa situación, por el hecho de estar sujetas al Convenio para el reconocimiento recíproco de los punzones de pruebas de armas de fuego portátiles, Reglamento de la Comisión Internacional Permanente (CIP) y anejos I y II, de 1 de julio de 1969, ratificados por España mediante Instrumento de ratificación de 22 de enero de 1973, puesto que éste

solamente se encuentra suscrito por unos pocos Estados miembros y tiene requisitos limitados. En atención a los compromisos internacionales de los Estados firmantes de dicho Convenio, se otorga un plazo transitorio de 5 años, para acomodarse a la nueva situación.

Por otra parte, cuando para determinadas máquinas existan o entren en vigor otras disposiciones que apliquen directivas comunitarias y que cubran los peligros detallados en el Anexo I de este real decreto, se aplicarán exclusivamente esas disposiciones específicas.

En otro orden de cosas, la Directiva 2006/42/CE se refiere tanto a la comercialización de las máquinas como a su puesta en servicio, por lo cual se aplica también a las fabricadas para uso propio. Los Estados miembros mantienen su derecho a establecer los requisitos que consideren necesarios para garantizar la protección de las personas, siempre que ello no suponga modificaciones de la máquinas en un modo ya cubierto por la directiva. Con carácter general, la utilización de las máquinas se encuentra regulada por otra directiva comunitaria (Directiva 89/655/CEE, y sus modificaciones, sobre condiciones mínimas para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo, aplicadas en España mediante Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, y sus modificaciones, en el ámbito de la Ley de Prevención de riesgos laborales), junto con otras disposiciones más concretas, tales como las Instrucciones técnicas complementarias MIE-AEM 2 y MIE-AEM 4 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, relativas a grúas-torre desmontables para obras y grúas autopropulsadas, respectivamente. Para poder beneficiarse de los efectos de la directiva, las máquinas deben cumplir -con aplicación de los principios de «integración de la seguridad en el diseño y la fabricación»- los denominados «requisitos esenciales de seguridad y salud» que garanticen la seguridad de las máquinas, teniendo en cuenta el estado de la técnica en el momento de la fabricación y los imperativos técnicos y económicos, y ser objeto de una instalación y un mantenimiento correctos. Los requisitos esenciales de seguridad y salud deben aplicarse con discernimiento, ya que unos son de alcance general, y otros dirigidos, con carácter complementario, a determinados tipos de máquinas o de peligros. Todo ello en el marco de unos determinados procedimientos de evaluación de la conformidad, previstos en función de la importancia de los riesgos que conlleva la utilización de las máquinas. Se contemplan las siguientes salvedades:

a) Las «cuasi-máquinas», concepto introducido para posibilitar que determinados conjuntos mecánicos puedan, mediante un procedimiento específico, beneficiarse igualmente de la libre circulación, aunque los requisitos de la directiva no se apliquen íntegramente.

b) Las máquinas ofertadas en ferias, exposiciones, y eventos similares, donde no se exige que las máquinas cumplan los requisitos de la directiva, pero sí que se informe a los interesados adecuadamente de ello y de la imposibilidad de adquirir dichas máquinas en tales condiciones.

La Directiva 2006/42/CE indica que el diseño y fabricación de las máquinas realizados de acuerdo con las pertinentes normas armonizadas establecidas por los organismos europeos de normalización suponen su conformidad con los correspondientes requisitos esenciales, desde el mismo momento de la publicación de las referencias de dichas normas en el «Diario Oficial de la Unión Europea», lo cual facilita a los fabricantes el cumplimiento de sus obligaciones y también es útil para el control de las mismas. A título informativo, se establece la publicación de sus equivalentes normas españolas en el «Boletín Oficial del Estado» por el Ministerio competente en materia de seguridad industrial. En cualquier caso, las normas mantienen siempre su condición de voluntarias.

Dado que el marcado CE, como signo externo de conformidad de las máquinas con la directiva, es el único marcado que garantiza dicha conformidad, se establece la prohibición de todo marcado que pueda inducir a error a terceros sobre el significado del marcado CE, sobre su logotipo o sobre ambos al mismo tiempo. Para evitar toda confusión entre los marcados CE que pudieran aparecer en determinados componentes y el marcado CE correspondiente a la máquina, se determina que este último marcado se estampe junto al nombre del fabricante o de su representante autorizado. Se confiere la plena responsabilidad de la conformidad de las máquinas a los fabricantes de las mismas, sin control previo por parte de las administraciones públicas. Como contraposición, la vigilancia del mercado es esencial, y ésta garantiza también la aplicación correcta y uniforme de las directivas, por lo cual la directiva refuerza los mecanismos para que los Estados miembros, responsables de la misma, puedan llevarla a cabo armoniosamente, teniendo en cuenta las directrices elaboradas por la Comisión Europea. En el marco de esa vigilancia del mercado, cabe la imposición de medidas restrictivas a la comercialización de determinadas máquinas, que incumplan lo establecido en la directiva, incluida la retirada del mercado. La directiva establece mecanismos de salvaguardia que los Estados miembros deben observar para llegar a ello, en un marco comunitario común. La acción de control comunitaria puede dirigirse contra incumplimientos puntuales de determinadas máquinas, contra determinados tipos generales de máquinas cuya tecnología se considere inapropiada para conseguir el nivel de seguridad requerido o contra las normas armonizadas cuando éstas no satisfagan los requisitos que dicen cubrir. Corresponde a los Estados miembros, según determina el Tratado constitutivo de la Comunidad Europea (TCE) e indica expresamente la directiva, garantizar en su territorio la seguridad y la salud de las personas, especialmente de los trabajadores y los consumidores, así como, en su caso, de los animales domésticos y de los bienes, en particular ante los riesgos derivados de la utilización de máquinas. Un sistema de sanciones efectivas, proporcionadas y disuasorias, debe preverse. Para ello, las infracciones a lo dispuesto en este real decreto se clasificarán y sancionarán de acuerdo con lo dispuesto en el título V de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria. Además de las posibles sanciones, otras acciones restrictivas de la comercialización o utilización podrían adoptarse por la Administración competente, a fin de preservar la seguridad. En todo caso, los destinatarios de cualquier decisión adoptada en virtud de este real decreto deberán conocer los motivos que llevaron a adoptar dicha decisión y los recursos de que disponen, de acuerdo con la legislación vigente. Se encarga al órgano directivo competente en materia de seguridad industrial del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio la elaboración de una Guía, no vinculante, como ayuda a los distintos agentes afectados para la mejor comprensión de las prescripciones reglamentarias. Esta regulación tiene carácter de normativa básica y recoge previsiones de carácter exclusiva y marcadamente técnico, por lo que la Ley no resulta un instrumento idóneo para su establecimiento y se encuentra justificada su aprobación mediante real decreto. Se ha consultado el proyecto de este real decreto a las comunidades autónomas, así como a Entidades relacionadas con el sector, conocidas y consideradas más representativas, de acuerdo con lo establecido en el artículo 24.1.c) de la Ley 50/1997, de 27 de noviembre, del Gobierno. Asimismo este real decreto ha sido objeto de informe por el Consejo de Coordinación de la Seguridad Industrial, de acuerdo con lo previsto en el artículo 2.d) del Real Decreto 251/1997, de 21 de febrero. En su virtud, a propuesta de los Ministros de Industria, Turismo y Comercio, y de Trabajo e Inmigración, con la aprobación previa de la Ministra de Administraciones Públicas, de acuerdo con el Consejo de Estado, previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 10 de octubre de 2008,

---

**DISPONGO:**

**CAPÍTULO I**

**Disposiciones generales**

**Artículo 1. Objeto y ámbito de aplicación.**

1. Este real decreto tiene por objeto establecer las prescripciones relativas a la comercialización y puesta en servicio de las máquinas, con el fin de garantizar la seguridad de las mismas y su libre circulación, de acuerdo con las obligaciones establecidas en la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE.

2. Este real decreto se aplicará a los siguientes productos:

a) Las máquinas.

b) Los equipos intercambiables. c) Los componentes de seguridad. d) Los accesorios de elevación. e) Las cadenas, cables y cinchas. f) Los dispositivos amovibles de transmisión mecánica. g) Las cuasi máquinas.

3. Sin perjuicio de lo indicado en el apartado anterior, este real decreto no se aplicará a los siguientes productos: a) Los componentes de seguridad destinados a utilizarse como piezas de recambio para sustituir componentes idénticos, y suministrados por el fabricante de la máquina originaria.

b) Los equipos específicos para ferias y parques de atracciones. c) Las máquinas especialmente diseñadas o puestas en servicio para usos nucleares y cuyos fallos puedan originar una emisión de radiactividad. d) Las armas, incluidas las armas de fuego. e) Los siguientes medios de transporte:

1.º Los tractores agrícolas y forestales para los riesgos cubiertos por la Directiva 2003/37/CE, transpuesta por Orden CTE/2780/2003, de 8 de octubre, con exclusión de las máquinas instaladas en dichos vehículos.

2.º Los vehículos de motor y sus remolques cubiertos por la Directiva 70/156/CEE del Consejo, de 6 de febrero de 1970, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre la homologación de vehículos a motor y de sus remolques, y sus modificaciones, transpuesta por Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio, y sus modificaciones, con exclusión de las máquinas instaladas en dichos vehículos. 3.º Los vehículos cubiertos por la Directiva 2002/24/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de marzo de 2002, relativa a la homologación de los vehículos de motor de dos o tres ruedas, y sus modificaciones, transpuesta por Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio y sus modificaciones, con exclusión de las máquinas instaladas en dichos vehículos. 4.º Los vehículos de motor destinados exclusivamente a la

competición, y 5.º Los medios de transporte por aire, por agua o por redes ferroviarias, con exclusión de las máquinas instaladas en dichos medios de transporte.

f) Los buques de navegación marítima y las unidades móviles de alta mar, así como las máquinas instaladas a bordo de dichos buques y/o unidades.

g) Las máquinas especialmente diseñadas y fabricadas para fines militares o policiales. h) Las máquinas especialmente diseñadas y fabricadas con vistas a la investigación para uso temporal en laboratorios. i) Los ascensores para pozos de minas. j) Máquinas destinadas a elevar o transportar actores durante representaciones artísticas. k) Los productos eléctricos y electrónicos que se incluyan en los ámbitos siguientes, en la medida en que estén cubiertos por la Directiva 73/23/CEE del Consejo, de 19 de febrero de 1973, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión, y sus modificaciones, transpuesta por Real Decreto 7/1988, de 8 de enero, y sus modificaciones:

1.º Electrodomésticos destinados a uso doméstico.

2.º Equipos audiovisuales. 3.º Equipos de tecnología de la información. 4.º Máquinas corrientes de oficina. 5.º Aparatos de conexión y mando de baja tensión. 6.º Motores eléctricos.

l) Los siguientes equipos eléctricos de alta tensión: 1.º Aparatos de conexión y de mando.

2.º Transformadores.

## **Artículo 2. Definiciones.**

1. A los efectos de este real decreto, el término «máquina» se aplicará, de manera general, a los productos citados en el artículo 1, apartado 2, letras a) a f).

2. Asimismo, se aplicarán las definiciones siguientes:

a) «Máquina»: Conjunto de partes o componentes vinculados entre sí, de los cuales al menos uno es móvil, asociados para una aplicación determinada, provisto o destinado a estar provisto de un sistema de accionamiento distinto de la fuerza humana o animal, aplicada directamente.

Conjunto como el indicado en el primer guión, al que solo le falten los elementos de conexión a las fuentes de energía y movimiento. Conjunto como los indicados en los guiones primero y segundo, preparado para su instalación que solamente pueda funcionar previo montaje sobre un medio de transporte o instalado en un edificio o una estructura. Conjunto de máquinas como las indicadas en los guiones primero, segundo y tercero anteriores o de cuasi máquinas a las que se refiere la letra g) de este artículo 2.2, que, para llegar a un mismo resultado, estén dispuestas y accionadas para funcionar como una sola máquina. 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.

b) «Equipo intercambiable»: Dispositivo que, tras la puesta en servicio de una máquina o de un tractor, sea acoplado por el propio operador a dicha máquina o tractor para modificar su función o aportar una función nueva, siempre que este equipo no sea una herramienta.

c) «Componente de seguridad»: Componente:

Que sirva para desempeñar una función de seguridad,

que se comercialice por separado, cuyo fallo y/o funcionamiento defectuoso ponga en peligro la seguridad de las personas, y que no sea necesario para el funcionamiento de la máquina o que, para el funcionamiento de la máquina, pueda ser reemplazado por componentes normales.

En el anexo V de este real decreto figura una lista indicativa de componentes de seguridad que podrá actualizarse con arreglo a las decisiones que adopte la Comisión Europea según lo estipulado en el artículo 8, apartado 1, letra a) de la Directiva 2006/42/CE.

d) «Accesorio de elevación»: Componente o equipo que no es parte integrante de la máquina de elevación, que permita la prensión de la carga, situado entre la máquina y la carga, o sobre la propia carga, o que se haya previsto para ser parte integrante de la carga y se comercialice por separado. También se considerarán accesorios de elevación las eslingas y sus componentes. e) «Cadenas, cables y cinchas»: Cadenas, cables y cinchas diseñados y fabricados para la elevación como parte de las máquinas de elevación o de los accesorios de elevación. f) «Dispositivo amovible de transmisión mecánica»: Componente amovible destinado a la transmisión de potencia entre una máquina automotora o un tractor y una máquina receptora uniéndolos al primer soporte fijo. Cuando se comercialice con el resguardo se debe considerar como un solo producto. g) «cuasi máquina»: Conjunto que constituye casi una máquina, pero que no puede realizar por sí solo una aplicación determinada. Un sistema de accionamiento es una cuasi máquina. La cuasi máquina está destinada únicamente a ser incorporada a, o ensamblada con, otras máquinas, u otras cuasi máquinas o equipos, para formar una máquina a la que se aplique este real decreto. h) «Comercialización»: Primera puesta a disposición en la Comunidad Europea, mediante pago o de manera gratuita, de una máquina o de una cuasi máquina, con vistas a su distribución o utilización. i) «Fabricante»: Persona física o jurídica que diseñe y/o fabrique una máquina o una cuasi máquina cubierta por este real decreto y que sea responsable de la conformidad de dicha máquina o cuasi máquina con este real decreto, con vistas a su comercialización, bajo su propio nombre o su propia marca, o para su propio uso. En ausencia de un fabricante en el sentido indicado, se considerará fabricante cualquier persona física o jurídica que comercialice o ponga en servicio una máquina o una cuasi máquina cubierta por este real decreto. j) «Representante autorizado»: Persona física o jurídica establecida en la Comunidad Europea que haya recibido un mandato por escrito del fabricante para cumplir en su nombre la totalidad o parte de las obligaciones y formalidades relacionadas con este real decreto. k) «Puesta en servicio»: Primera utilización, de acuerdo con su uso previsto, en la Comunidad Europea, de una máquina cubierta por este real decreto. l) «Norma armonizada»: Especificación técnica, de carácter no obligatorio, adoptada por un organismo de normalización, a saber el Comité Europeo de Normalización (CEN), el Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC) o el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación (ETSI), en el marco de un mandato de la Comisión otorgado con arreglo a los procedimientos establecidos en la Directiva 98/34/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, por la que se establece un procedimiento de información en materia de las normas y reglamentaciones técnicas y de las reglas relativas a los servicios de la sociedad de la información, transpuesta a derecho interno español mediante Real Decreto 1337/1999, de 31 de julio.

---

### **Artículo 3. Disposiciones reglamentarias específicas.**

Cuando, para una máquina, los peligros indicados en el anexo I de este real decreto estén cubiertos total o parcialmente de modo más específico por otras disposiciones que apliquen directivas comunitarias, este real decreto no se aplicará o dejará de aplicarse a dicha máquina en lo que se refiere a tales peligros, a partir de la entrada en vigor de dichas disposiciones.

### **Artículo 4. Vigilancia del mercado.**

1. Los órganos competentes de las Comunidades Autónomas adoptarán todas las medidas necesarias para que las máquinas solo se puedan comercializar y/o poner en servicio si cumplen todas las disposiciones pertinentes de este real decreto y no ponen en peligro la seguridad ni la salud de las personas ni, en su caso, de los animales domésticos o de los bienes, cuando estén instaladas y mantenidas convenientemente y se utilicen con arreglo a su uso previsto o en condiciones razonablemente previsibles.

2. Asimismo, adoptarán todas las medidas adecuadas para que las cuasi máquinas solo se puedan comercializar si cumplen las disposiciones pertinentes de este real decreto. 3. Los órganos competentes de las Comunidades Autónomas establecerán o designarán las autoridades competentes para controlar la conformidad de las máquinas y cuasi máquinas con lo dispuesto en los apartados 1 y 2, con definición de sus misiones, organización y atribuciones. Dichas Administraciones comunicarán todos estos datos -así como cualquier modificación posterior- al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (o departamento ministerial que pudiera sustituirle en sus funciones), a fin de posibilitar, mediante el procedimiento establecido, la información de los mismos a la Comisión Europea y a los demás Estados miembros.

## **CAPÍTULO II**

### **Comercialización y puesta en servicio**

#### **Artículo 5. Comercialización y puesta en servicio.**

1. El fabricante o su representante autorizado, antes de proceder a la comercialización o puesta en servicio de una máquina, deberá: a) Asegurarse de que esta cumple los pertinentes requisitos esenciales de seguridad y de salud que figuran en el anexo I.

b) Asegurarse de que esté disponible el expediente técnico a que se refiere la parte A del anexo VII. c) Facilitar en particular las informaciones necesarias, como es el caso de las instrucciones. d) Llevar a cabo los oportunos procedimientos de evaluación de la conformidad, con arreglo al artículo 12. e) Redactar la declaración CE de conformidad, con arreglo al anexo II, parte 1, sección A, y asegurarse de que dicha declaración se adjunta a la máquina. f) Colocar el marcado CE, con arreglo al artículo 16.

2. El fabricante o su representante autorizado deberá asegurarse, antes de comercializar una cuasi máquina, de que se ha completado el procedimiento indicado en el artículo 13.

3. A los efectos de los procedimientos indicados en el artículo 12, el fabricante o su representante autorizado deberá disponer de los medios necesarios, o tener acceso a ellos, para asegurarse de la conformidad de la máquina con los requisitos esenciales de salud y seguridad que figuran en el anexo I. 4. Cuando las máquinas sean objeto de otras disposiciones que apliquen directivas comunitarias que se refieran a otros aspectos y dispongan la colocación del marcado CE, este marcado señalará que las máquinas cumplen también lo dispuesto en dichas disposiciones. No obstante, en caso de que una o varias de esas disposiciones autoricen al fabricante o a su representante autorizado a elegir, durante un período transitorio, el sistema que aplicará, el marcado CE señalará únicamente la conformidad con las prescripciones de las directivas aplicadas por el fabricante o su representante autorizado. En la declaración CE de conformidad deberán incluirse las referencias de las directivas aplicadas, tal y como se publicaron en el «Diario Oficial de la Unión Europea».

#### **Artículo 6. Libre circulación.**

1. La comercialización y/o la puesta en servicio en el territorio español de las máquinas que cumplan lo dispuesto en este real decreto no podrá ser prohibida, limitada u obstaculizada.

2. La comercialización de una cuasi máquina no podrá ser prohibida, limitada u obstaculizada cuando, mediante la declaración de incorporación mencionada en el anexo II, parte 1, sección B, de este real decreto el fabricante o su representante autorizado declaren que aquélla está destinada a ser incorporada a una máquina o ensamblada con otras cuasi máquinas para formar una máquina. 3. En ferias, exposiciones, demostraciones y eventos similares, se podrán presentar máquinas o cuasi máquinas que no cumplan plenamente las disposiciones de este real decreto, siempre que exista un cartel visible en el que se indique con claridad tal circunstancia y que no se podrá disponer de dichas máquinas antes de que estas se pongan en conformidad. Además, en las demostraciones de tales máquinas o cuasi máquinas no conformes, deberán adoptarse las medidas de seguridad adecuadas con objeto de garantizar la protección de las personas.

#### **Artículo 7. Presunción de conformidad y normas armonizadas.**

1. Se considerará que las máquinas que estén provistas del marcado CE y vayan acompañadas de la declaración CE de conformidad, cuyo contenido se indica en el anexo II, parte 1, sección A, cumplen lo dispuesto en este real decreto.

2. Una máquina fabricada de conformidad con una norma armonizada, cuya referencia se haya publicado en el «Diario Oficial de la Unión Europea», se considerará conforme a los requisitos esenciales de seguridad y de salud cubiertos por dicha norma armonizada. 3. Las normas españolas que traspongan las normas armonizadas indicadas en el apartado anterior, serán publicadas, a título de información, en el «Boletín Oficial del Estado».

### **CAPÍTULO III**

#### **Medidas particulares**

---

#### **Artículo 8. Medidas particulares.**

El órgano competente en materia de seguridad industrial del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio tomará las disposiciones pertinentes para dar cumplimiento a las medidas de aplicación previstas en el artículo 8 de la Directiva 2006/42/CE, que sean adoptadas por la Comisión Europea, referentes a: a) La actualización de la lista indicativa de componentes de seguridad que figura en el anexo V, mencionada en el artículo 2.2.c) de este real decreto.

b) La restricción a la comercialización de las máquinas a que se refiere el artículo 9 siguiente.

#### **Artículo 9. Medidas particulares destinadas a las máquinas potencialmente peligrosas.**

1. Cuando, como consecuencia de la impugnación de una norma armonizada por un Estado miembro, según el procedimiento del artículo 10 de la Directiva 2006/42/CE, la Comisión Europea considerase que una norma armonizada no cubre de manera totalmente satisfactoria los requisitos esenciales de salud y seguridad, incluidos en el anexo I, de los que trata dicha norma, a requerimiento de la misma, y con objeto de garantizar, a escala comunitaria, un nivel elevado de protección de la salud y seguridad de las personas, los órganos competentes de las Comunidades Autónomas tomarán las medidas pertinentes para prohibir o restringir la comercialización de máquinas cuyas características técnicas presenten riesgos debido a los defectos de la norma, o para que se sometan dichas máquinas a condiciones especiales.

2. Cuando, de resultas de una cláusula de salvaguardia interpuesta por un Estado miembro, en aplicación del artículo 11 de la Directiva 2006/42/CE, la Comisión Europea considere que una medida adoptada por dicho Estado miembro está justificada, a requerimiento de la misma, y con objeto de garantizar, a escala comunitaria, un nivel elevado de protección de la salud y seguridad de las personas, los órganos competentes de las Comunidades Autónomas tomarán las medidas pertinentes para prohibir o restringir la comercialización de máquinas que, por sus características técnicas, presenten los mismos riesgos, o para que se sometan dichas máquinas a condiciones especiales. 3. En su caso, la Administración General del Estado, mediante el procedimiento establecido, podrá solicitar a la Comisión Europea que examine la necesidad de la adopción de las medidas a que se refieren los apartados 1 y 2.

#### **Artículo 10. Procedimiento de impugnación de una norma armonizada.**

1. Cuando el órgano competente de la comunidad autónoma, de oficio o a solicitud de interesado, considere que una norma armonizada no cubre de manera totalmente satisfactoria los requisitos esenciales de salud y seguridad de los que trata, y que están incluidos en el anexo I de este real decreto, lo comunicará al órgano competente del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

2. El órgano competente del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de acuerdo con el procedimiento contemplado en el artículo 10 de la Directiva 2006/42/CE, recurrirá al Comité creado en virtud de la Directiva 98/34/CE, a través del cauce establecido, exponiendo sus motivos, a fin de que la Comisión Europea, a tenor del dictamen de dicho Comité, tome la decisión -según el caso- de publicar, no publicar, publicar con restricciones, mantener, mantener con restricciones o retirar la referencia de la norma armonizada de que se trate en el «Diario Oficial de la Unión Europea».

---

#### **Artículo 11. Cláusula de salvaguardia.**

1. Cuando el órgano competente de la comunidad autónoma, de oficio o a solicitud de interesado, compruebe que una máquina cubierta por este real decreto, provista del marcado CE, acompañada de la declaración CE de conformidad y utilizada de acuerdo con su uso previsto o en condiciones razonablemente previsibles, puede poner en peligro la salud y la seguridad de las personas y, en su caso, de animales domésticos o de bienes, adoptará todas las medidas necesarias para retirar dicha máquina del mercado, prohibir su comercialización y/o su puesta en servicio o limitar su libre circulación.

2. Con el fin de conseguir un efecto comunitario, la Administración General del Estado, mediante el procedimiento establecido, informará inmediatamente a la Comisión Europea y a los demás Estados miembros de tales medidas e indicará los motivos de su decisión, en particular si la no conformidad se debe:

a) A que no se cumplen los requisitos esenciales a los que se refiere el artículo 5, apartado 1, letra a),

b) a la aplicación incorrecta de las normas armonizadas a las que se refiere el artículo 7, apartado 2, y/o c) a un defecto en las propias normas armonizadas a las que se refiere el artículo 7, apartado 2.

3. Cuando las medidas previstas en el apartado 1 de este artículo se basen en un defecto de las normas armonizadas, se iniciará el procedimiento de impugnación regulado en el artículo 10 de este real decreto.

4. A resultados de la decisión que adopte la Comisión Europea respecto de la cláusula, el órgano competente de la Comunidad Autónoma deberá tomar las medidas pertinentes para conformarse a la misma. En caso de tratarse de cláusulas de salvaguardia interpuestas por otros Estados miembros, que la Comisión hubiera considerado justificadas, también se podrán aplicar las correspondientes medidas a las máquinas idénticas que se hallaren en el mercado español. 5. Cuando una máquina no conforme esté provista del marcado CE, el órgano competente de la Comunidad Autónoma tomará las medidas adecuadas contra el que haya puesto dicho marcado y lo comunicará a la Administración General del Estado, a fin de que ésta informe de ello a la Comisión Europea.

### **CAPÍTULO IV**

#### **Evaluación de la conformidad y marcado CE**

#### **Artículo 12. Procedimientos de evaluación de la conformidad de las máquinas.**

1. Para certificar la conformidad de una máquina con las disposiciones de este real decreto, el fabricante o su representante autorizado aplicará uno de los procedimientos de evaluación de la conformidad descritos en los apartados 2, 3 y 4.

2. Cuando la máquina no figure en el anexo IV, el fabricante o su representante autorizado aplicarán el procedimiento de evaluación de la conformidad con control interno de fabricación de la máquina previsto en el anexo VIII. 3. Cuando la máquina figure en el anexo IV y haya sido fabricada con arreglo a las normas armonizadas a las que se refiere el artículo 7, apartado 2, y siempre que dichas normas cubran todos los requisitos esenciales de salud y seguridad pertinentes, el fabricante o su representante autorizado aplicarán uno de los procedimientos siguientes:

a) El procedimiento de evaluación de la conformidad mediante control interno de fabricación de la máquina descrito en el anexo VIII,

b) el procedimiento de examen CE de tipo descrito en el anexo IX, más el procedimiento de control interno de fabricación de la máquina, descrito en el anexo VIII, punto 3, o c) el procedimiento de aseguramiento de calidad total descrito en el anexo X.

4. Cuando la máquina figure en el anexo IV y no haya sido fabricada con arreglo a las normas armonizadas a las que se refiere el artículo 7, apartado 2, o lo haya sido respetando dichas normas solo en parte, o si las normas armonizadas no cubren todos los requisitos esenciales de salud y seguridad pertinentes, o si no existen normas armonizadas para la máquina en cuestión, el fabricante o su representante autorizado aplicarán uno de los procedimientos siguientes: a) El procedimiento de examen CE de tipo descrito en el anexo IX, más el procedimiento de control interno de fabricación de la máquina, descrito en el anexo VIII, punto 3, o

b) el procedimiento de aseguramiento de calidad total descrito en el anexo X.

### **Artículo 13. Procedimiento para las cuasi máquinas.**

1. El fabricante de una cuasi máquina o su representante autorizado deberá velar, antes de la comercialización, por que: a) Se elabore la documentación técnica pertinente descrita en el anexo VII, parte B,

b) se elaboren las instrucciones de montaje indicadas en el anexo VI, y c) se haya redactado la declaración de incorporación descrita en el anexo II, parte 1, sección B. 2. Las instrucciones de montaje y la declaración de incorporación deberán acompañar a la cuasi máquina hasta que se incorpore a la máquina final y pase así a formar parte del expediente técnico de dicha máquina.

### **Artículo 14. Organismos notificados.**

1. La Administración General del Estado, mediante el procedimiento establecido, notificará a la Comisión Europea y a los demás Estados miembros los organismos españoles designados para efectuar la evaluación de la conformidad con vistas a la comercialización indicada en el artículo 12, apartados 3 y 4, precisando los procedimientos específicos para la evaluación de la conformidad, las categorías de máquinas para las que dichos organismos hayan sido designados y los números de identificación que la Comisión les hubiera asignado previamente, así como toda modificación posterior.

2. Los organismos notificados españoles deberán tener el carácter de organismos de control a los que se refiere el capítulo I del título III de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, los cuales serán autorizados por el órgano competente de la Comunidad Autónoma donde dichos organismos inicien su actividad o radiquen sus instalaciones, aplicando los procedimientos establecidos en la citada Ley, debiendo reunir los criterios mínimos establecidos en el anexo XI del presente real decreto, así como los demás requisitos establecidos en la citada Ley y normativa de desarrollo que les sean aplicables. Se presumirá que cumplen los criterios del citado anexo XI los organismos de control que satisfagan los criterios de evaluación establecidos en las normas armonizadas pertinentes, cuyas referencias sean publicadas en el «Diario Oficial de la Unión Europea». 3. Los órganos competentes de las Comunidades Autónomas que concedan las autorizaciones de los organismos de control remitirán copia de las mismas al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio indicando expresamente los procedimientos, y categorías de máquinas a que se refiere el apartado 1 anterior, a efectos de su difusión y eventual comunicación a las restantes Administraciones públicas competentes, así como a la Comisión Europea y a los otros Estados miembros. 4. El Ministerio de Industria, Turismo y Comercio publicará en el «Boletín Oficial del Estado» y en la página web del Ministerio, a título informativo, la lista de los organismos notificados por los Estados miembros de la Unión Europea, indicando sus números de identificación y las tareas que les han sido encomendadas, y la actualizará periódicamente. 5. Cuando un organismo notificado español constata que un fabricante no cumple o ha dejado de cumplir los requisitos pertinentes del presente real decreto, o que no debería haber expedido un certificado de examen CE de tipo o aprobado un sistema de aseguramiento de calidad, dicho organismo, teniendo en cuenta el principio de proporcionalidad, suspenderá o retirará el certificado expedido o la aprobación, o impondrá limitaciones, razonando detalladamente su decisión, a no ser que el fabricante, mediante las oportunas medidas correctoras asegure el cumplimiento de dichos requisitos. De acuerdo con lo establecido en el artículo 16.2 de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, el interesado podrá manifestar su disconformidad ante el organismo y, en caso de desacuerdo, ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma. Dicho órgano competente requerirá del organismo los antecedentes y practicará las comprobaciones que correspondan dando audiencia al interesado en la forma prevista en la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, resolviendo en el plazo que al efecto establezca y, en su defecto, en el plazo de tres meses si es o no correcto el control realizado por el organismo. En tanto no exista una revocación de la certificación negativa por parte de la Administración, el interesado no podrá solicitar el mismo control de otro organismo notificado. Asimismo, el organismo informará al órgano competente de la Comunidad Autónoma, de conformidad con el artículo 4 de este real decreto, en caso de que suspenda o retire el certificado o aprobación o se impongan limitaciones o sea precisa una intervención de la autoridad competente. La Administración General del Estado informará sin demora a los demás Estados miembros y a la Comisión. 6. Los organismos notificados españoles estarán obligados a participar, directamente o por delegación en otros en los intercambios de experiencias que la Comisión Europea organice entre las autoridades responsables del nombramiento, notificación y supervisión de los organismos notificados en cada Estado miembro, y los propios organismos notificados, con objeto de coordinar la aplicación uniforme de la Directiva 2006/42/CE, así como en los foros de organismos notificados organizados a nivel comunitario. 7. El órgano competente de la Comunidad Autónoma que haya autorizado a un organismo deberá retirar inmediatamente su autorización, e informar de ello al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio cuando constata:

- a) Que dicho organismo ya no satisface los criterios que figuran en el anexo XI, o bien,
- b) que el organismo incumple gravemente sus responsabilidades.

La Administración General del Estado, mediante el procedimiento establecido, informará de ello inmediatamente a la Comisión Europea y a los demás Estados miembros.

---

#### **Artículo 15. Instalación y utilización de las máquinas.**

Las disposiciones de este real decreto se entenderán sin perjuicio de la facultad de la Administración para, respetando el derecho comunitario, establecer los requisitos que se consideren necesarios para garantizar la protección de las personas y, en particular, de los trabajadores, cuando utilicen máquinas, siempre que ello no suponga la modificación de dichas máquinas de un modo no indicado en este real decreto.

#### **Artículo 16. Marcado CE.**

1. El marcado CE de conformidad estará compuesto por las iniciales «CE» conforme al modelo presentado en el anexo III.

2. El marcado CE se deberá fijar en la máquina de manera visible, legible e indeleble con arreglo al anexo III. 3. Queda prohibido fijar en las máquinas marcados, signos e inscripciones que puedan inducir a error a terceros en relación con el significado del marcado CE, con su logotipo, o con ambos al mismo tiempo. Se podrá fijar en las máquinas cualquier otro marcado, a condición de que no afecte a la visibilidad, a la legibilidad ni al significado del marcado CE.

#### **Artículo 17. Marcado no conforme.**

1. Será considerado marcado no conforme: a) La fijación del marcado CE en virtud de este real decreto en productos no pertenecientes al ámbito de aplicación especificado en el artículo 1.

b) La ausencia de marcado CE y/o la ausencia de la declaración CE de conformidad para una máquina. c) La fijación en una máquina de un marcado, distinto del marcado CE, y prohibido en virtud del artículo 16, apartado 3. 2. Cuando el órgano competente de la Comunidad Autónoma constate que un marcado no cumple las disposiciones pertinentes de este real decreto, el fabricante o su representante autorizado tendrá la obligación de poner el producto en conformidad y de poner fin a la infracción en las condiciones que establezca dicha Administración. 3. En caso de que persistiera la no conformidad, el órgano competente de la Comunidad Autónoma tomará todas las medidas necesarias para restringir o prohibir la comercialización del producto en cuestión o retirarlo del mercado con arreglo al procedimiento previsto en el artículo 11.

### **CAPÍTULO V**

#### **Principios operativos**

#### **Artículo 18. Confidencialidad.**

1. Sin perjuicio de la legislación vigente en materia de confidencialidad, las Administraciones competentes velarán por que todas las partes y personas afectadas por la aplicación de este real decreto sean requeridas para tratar como confidencial la información obtenida en la ejecución de su misión. Más concretamente, se tratarán confidencialmente los secretos empresariales, profesionales y comerciales excepto si su difusión se considera imprescindible para proteger la salud y la seguridad de las personas.

2. Las disposiciones del apartado 1 no afectarán a las obligaciones de las Administraciones competentes y de los organismos notificados en relación con el intercambio recíproco de información y la difusión de las alertas. 3. Cualquier decisión adoptada por los Estados miembros y por la Comisión en virtud de los artículos 9 y 11 de este real decreto deberá hacerse pública.

#### **Artículo 19. Cooperación entre los Estados miembros.**

1. Las autoridades competentes indicadas en el artículo 4, apartado 3, deberán cooperar entre sí, con las de los demás Estados miembros y con la Comisión Europea, a través de los mecanismos establecidos, y transmitirán la información necesaria para permitir una aplicación uniforme de la Directiva 2006/42/CE en la Unión Europea.

2. Las autoridades competentes responsables de la vigilancia del mercado, a través de los mecanismos establecidos, participarán en los intercambios de experiencias entre Estados miembros que organice la Comisión Europea, con objeto de coordinar la aplicación uniforme de la directiva.

#### **Artículo 20. Difusión de la información.**

El Ministerio de Industria, Turismo y Comercio adoptará las medidas oportunas para que pueda disponerse de la información apropiada referente a la aplicación de la Directiva 2006/42/CE, en particular mediante su inserción en la correspondiente página web.

### **CAPÍTULO VI**

#### **Régimen sancionador**

#### **Artículo 21. Infracciones y sanciones.**

Las infracciones a lo dispuesto en este real decreto se clasificarán y sancionarán de acuerdo con lo dispuesto en el título V de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.

#### **Disposición adicional primera. Recursos.**

Toda decisión de las administraciones públicas adoptada en aplicación de este real decreto que suponga una restricción de la comercialización y/o de la puesta en servicio de un producto incluido en el ámbito de aplicación del artículo 1, se motivará de forma precisa y será comunicada en la forma legalmente establecida al interesado, indicándole los recursos procedentes y los plazos para interponerlos, según lo dispuesto en la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.

#### **Disposición adicional segunda. Guía técnica.**

El órgano directivo competente en materia de seguridad industrial del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio elaborará y mantendrá actualizada una Guía técnica, de carácter no vinculante, para la aplicación práctica de las previsiones de este real decreto, la cual podrá establecer aclaraciones a conceptos de carácter general incluidos en el mismo.

#### **Disposición transitoria primera. Actualización de organismos notificados.**

Los organismos que hubieran sido notificados para la aplicación de los reales decretos 1435/1992, de 27 de noviembre, y 56/1995, de 20 de enero, deberán actualizar sus autorizaciones, ajustándolas a lo establecido en este real decreto, siempre que coincidan con los procedimientos, y tipos de máquinas de este último.

En caso de que el organismo solicite su autorización para nuevos procedimientos o tipos de máquinas se estará al procedimiento general indicado en el artículo 14.

#### **Disposición transitoria segunda. Máquinas accionadas con carga explosiva.**

Hasta el 29 de junio de 2011, se autorizará la comercialización y la puesta en servicio de máquinas portátiles de fijación accionadas por carga explosiva y otras máquinas portátiles de impacto que sean conformes al Convenio para el reconocimiento recíproco de los punzones de pruebas de armas de fuego portátiles, Reglamento de la Comisión Internacional Permanente (CIP) y anejos I y II, de 1 de julio de 1969, ratificados por España mediante Instrumento de ratificación de 22 de enero de 1973.

#### **Disposición derogatoria única. Derogación normativa.**

Quedarán derogados, con efectos a partir del 29 de diciembre de 2009: a) Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.

b) Real Decreto 56/1995, de 20 de enero, por el que se modifica el Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, relativo a las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, sobre máquinas. c) Reglamento de aparatos elevadores para obras, aprobado por Orden de 23 de mayo de 1977.

---

**Disposición final primera. Modificación del Real Decreto 1314/1997, de 1 de agosto, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del consejo 95/16/CE, sobre ascensores.**

El Real Decreto 1314/1997, de 1 de agosto, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 95/16/CE, sobre ascensores, modificado por Real Decreto 57/2005, de 21 de enero, quedará modificado como sigue: Uno. En el artículo 1, el apartado 3 queda sustituido por el siguiente texto:

«3. Este real decreto no se aplicará a: Los aparatos de elevación cuya velocidad no sea superior a 0,15 m/s, los ascensores de obras de construcción, las instalaciones de cables, incluidos los funiculares, los ascensores especialmente diseñados y fabricados para fines militares o policiales, los aparatos de elevación desde los cuales se pueden efectuar trabajos, los ascensores para pozos de minas, los aparatos de elevación destinados a mover actores durante representaciones artísticas, los aparatos de elevación instalados en medios de transporte, los aparatos de elevación vinculados a una máquina y destinados exclusivamente al acceso a puestos de trabajo, incluidos los puntos de mantenimiento e inspección de la máquina, los trenes de cremallera, las escaleras y pasillos mecánicos.»

Dos. En el artículo 2, el apartado 1 se sustituye por el siguiente texto:

«1. "Ascensor" es todo aparato de elevación que sirva niveles definidos, con un habitáculo que se desplace a lo largo de guías rígidas y cuya inclinación sobre la horizontal sea superior a 15 grados, destinado al transporte: De personas, de personas y objetos, solamente de objetos si el habitáculo es accesible, es decir, si una persona puede entrar en él sin dificultad, y si está provisto de órganos de accionamiento situados dentro del habitáculo o al alcance de una persona situada dentro del mismo. Los aparatos de elevación que se desplacen siguiendo un recorrido fijo, aunque no esté determinado por guías rígidas, serán considerados ascensores pertenecientes al ámbito de aplicación de este real decreto. Se entenderá por "habitáculo" la parte del ascensor en la que se sitúan las personas u objetos con objeto de ser elevados o descendidos.»

Tres. En el anexo I, el punto 1.2 se sustituye por el texto siguiente:

«1.2 Habitáculo. El habitáculo de cada ascensor será una cabina. Esta cabina deberá estar diseñada y fabricada de forma que su espacio y resistencia correspondan al número máximo de personas y a la carga nominal del ascensor fijados por el instalador. Cuando el ascensor se destine al transporte de personas y sus dimensiones lo permitan, la cabina estará diseñada y fabricada de forma que, por sus características estructurales, no dificulte o impida el acceso a la misma o su utilización por las personas con discapacidades, y permita cualquier adaptación destinada a facilitar su utilización por estas personas.»

**Disposición final segunda. Título competencial.**

---

Este real decreto constituye una norma reglamentaria de seguridad industrial, que se dicta al amparo de lo dispuesto en el artículo 149.1.13 de la Constitución Española, que atribuye al Estado la competencia exclusiva sobre bases y coordinación de la planificación general de la actividad económica.

**Disposición final tercera. Incorporación del derecho comunitario europeo y referencias a directivas derogadas.**

1. Mediante este real decreto se incorpora al derecho español la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. En consecuencia, cualquier referencia a este real decreto deberá entenderse en el marco de lo indicado en dicha directiva. Asimismo, deberán considerarse como equivalentes a las disposiciones de este real decreto cualesquiera otras dictadas con el mismo objetivo por los demás Estados miembros, y Estados terceros que mantengan acuerdos en este sentido con la Unión Europea, así como las referencias directas realizadas a la mencionada directiva en documentos de aplicación de la misma.

2. Las referencias a la Directiva 98/37/CE realizadas, inclusive, hasta 28 de diciembre de 2009 en cualquier tipo de documentación de aplicación de la misma, se entenderán hechas a la Directiva 2006/42/CE, con arreglo a la tabla de correspondencias que figura en el anexo XII.

**Disposición final cuarta. Entrada en vigor.**

Este real decreto entrará en vigor el día 29 de diciembre de 2009, excepto el artículo 14, donde se regula el procedimiento de autorización y notificación de los organismos de control españoles para la aplicación de los procedimientos de certificación, que entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Dado en Madrid, el 10 de octubre de 2008.

JUAN CARLOS R.

La Vicepresidenta Primera del Gobierno y Ministra de la Presidencia, MARÍA TERESA FERNÁNDEZ DE LA VEGA SANZ

**ANEXO I Requisitos esenciales de seguridad y de salud relativos al diseño y la fabricación de las máquinas**

*Principios generales*

1. El fabricante de una máquina, o su representante autorizado, deberá garantizar la realización de una evaluación de riesgos con el fin de determinar los requisitos de seguridad y de salud que se aplican a la máquina. La máquina deberá ser diseñada y fabricada teniendo en cuenta los resultados de la evaluación de riesgos.

Mediante un proceso iterativo de evaluación y reducción de riesgos, el fabricante o su representante autorizado deberán:

Determinar los límites de la máquina, lo que incluye el uso previsto y su mal uso razonablemente previsible,

Identificar los peligros que puede generar la máquina y las correspondientes situaciones peligrosas, Estimar los riesgos, teniendo en cuenta la gravedad de las posibles lesiones o daños para la salud y la probabilidad de que se produzcan, Valorar los riesgos, con objeto de determinar si se requiere una reducción de los mismos, con arreglo al objetivo de la Directiva 2006/42/CE, Eliminar los peligros o reducir los riesgos derivados de dichos peligros, mediante la aplicación de medidas preventivas, según el orden de prioridad establecido en el punto 1.1.2, letra b).

2. Las obligaciones establecidas por los requisitos esenciales de seguridad y de salud solo se aplicarán cuando la máquina de que se trate, utilizada en las condiciones previstas por el fabricante o su representante autorizado, o en situaciones anormales previsibles, presente el correspondiente peligro. En todo caso, siempre se aplicarán los principios de integración de la seguridad a que se refiere el punto 1.1.2 y las obligaciones sobre marcado de las máquinas e instrucciones mencionadas en los puntos 1.7.3 y 1.7.4, respectivamente.

3. Los requisitos esenciales de seguridad y de salud enunciados en el presente anexo son imperativos. No obstante, cabe la posibilidad de que, habida cuenta del estado de la técnica, no se puedan alcanzar los objetivos que dichos requisitos establecen. En tal caso, la máquina deberá, en la medida de lo posible, diseñarse y fabricarse para acercarse a tales objetivos. 4. El presente anexo consta de varias partes. La primera tiene un alcance general y es aplicable a todos los tipos de máquinas. Las demás partes se refieren a determinados tipos de peligros más concretos. No obstante, es fundamental estudiar la totalidad del presente anexo a fin de asegurarse de que se satisfacen todos los requisitos esenciales pertinentes. Al diseñar una máquina, se tendrán en cuenta los requisitos de la parte general y los requisitos recogidos en una o más de las otras partes del anexo, en función de los resultados de la evaluación de riesgos efectuada con arreglo al punto 1 de estos principios generales.

### **1. Requisitos esenciales de seguridad y de salud**

#### 1.1 Generalidades.

1.1.1 Definiciones.-A efectos del presente anexo, se entenderá por: a) «Peligro»: Fuente de posible lesión o daño a la salud.

b) «Zona peligrosa»: Cualquier zona dentro y/o alrededor de una máquina en la cual la presencia de una persona suponga un riesgo para su seguridad o salud. c) «Persona expuesta»: Cualquier persona que se encuentre, enteramente o en parte, en una zona peligrosa. d) «Operador»: Persona o personas encargadas de instalar, manejar, regular, mantener, limpiar, reparar o desplazar una máquina. e) «Riesgo»: Combinación de la probabilidad y la gravedad de una lesión o de un daño a la salud que pueda producirse en una situación peligrosa. f) «Resguardo»: Elemento de la máquina utilizado específicamente para proporcionar protección por medio de una barrera física. g) «Dispositivo de protección»: Dispositivo (distinto de un resguardo) que reduce el riesgo, por sí solo o asociado con un resguardo. h) «Uso previsto»: Uso de la máquina de acuerdo con la información proporcionada en las instrucciones para la utilización. i) «Mal uso razonablemente previsible»: Uso de la máquina de una forma no propuesta en las instrucciones para la utilización, pero que puede resultar de un comportamiento humano fácilmente previsible.

#### 1.1.2 Principios de integración de la seguridad:

a) Las máquinas se deben diseñar y fabricar de manera que sean aptas para su función y para que se puedan manejar, regular y mantener sin riesgo para las personas cuando dichas operaciones se lleven a cabo en las condiciones previstas, pero también teniendo en cuenta cualquier mal uso razonablemente previsible.

Las medidas que se tomen deberán ir encaminadas a suprimir cualquier riesgo durante la vida útil previsible de la máquina, incluidas las fases de transporte, montaje, desmontaje, retirada de servicio y desguace. b) Al optar por las soluciones más adecuadas, el fabricante o su representante autorizado aplicará los principios siguientes, en el orden que se indica:

Eliminar o reducir los riesgos en la medida de lo posible (diseño y fabricación de la máquina inherentemente seguros),

Adoptar las medidas de protección que sean necesarias frente a los riesgos que no puedan eliminarse, Informar a los usuarios acerca de los riesgos residuales debidos a la incompleta eficacia de las medidas preventivas adoptadas, indicar si se requiere una formación especial y señalar si es necesario proporcionar algún equipo de protección individual.

c) Al diseñar y fabricar una máquina y al redactar el manual de instrucciones, el fabricante o su representante autorizado deberá prever no solo el uso previsto de la máquina, sino también cualquier mal uso razonablemente previsible.

Las máquinas se deben diseñar y fabricar de manera que se evite su utilización de manera incorrecta, cuando ello pudiera generar un riesgo. En su caso, en el manual de instrucciones se deben señalar al usuario los modos que, por experiencia, pueden presentarse en los que no se debe utilizar una máquina. d) Las máquinas se deben diseñar y fabricar teniendo en cuenta las molestias que pueda sufrir el operador por el uso necesario o previsible de un equipo de protección individual. e) Las máquinas deberán entregarse con todos los equipos y accesorios especiales imprescindibles para que se puedan regular, mantener y utilizar de manera segura.

1.1.3 Materiales y productos.-Los materiales que se hayan empleado para fabricar la máquina, o los productos que se hayan utilizado o creado durante su uso, no originarán riesgos para la seguridad ni para la salud de las personas.

Especialmente cuando se empleen fluidos, la máquina se diseñará y fabricará para evitar los riesgos provocados por el llenado, la utilización, la recuperación y la evacuación. 1.1.4 Iluminación.-La máquina se suministrará con un alumbrado incorporado, adaptado a las operaciones, en aquellos casos en que, a pesar de la presencia de un alumbrado ambiental de un valor normal, la ausencia de dicho dispositivo pudiera crear un riesgo. La máquina se debe diseñar y fabricar de manera que no se produzcan zonas de sombra molesta, deslumbramientos molestos, ni efectos estroboscópicos peligrosos en los elementos móviles debidos al alumbrado. Los órganos internos que deban inspeccionarse y ajustarse con frecuencia, así como las zonas de mantenimiento, llevarán los adecuados dispositivos de alumbrado. 1.1.5 Diseño de la máquina con vistas a su manutención.-La máquina o cada uno de sus diferentes elementos:

Se debe poder manipular y transportar con seguridad.

Estará embalada o diseñada para que pueda almacenarse sin riesgos ni deterioro.

Durante el transporte de la máquina o de sus elementos, no deberán poder producirse desplazamientos intempestivos ni peligros debidos a la inestabilidad si la máquina o sus elementos se manipulan según el manual de instrucciones.

Cuando la masa, tamaño o forma de la máquina o de sus diferentes elementos no posibiliten su desplazamiento manual, la máquina o cada uno de sus diferentes elementos deberá:

Llevar accesorios que posibiliten la presión por un medio de elevación, o

Estar diseñada de tal manera que se la pueda dotar de accesorios de este tipo, o Tener una forma tal que los medios normales de elevación puedan adaptarse con facilidad.

Cuando la máquina o uno de sus elementos se transporte manualmente, deberá:

Ser fácilmente desplazable, o

Llevar medios de presión con los que se pueda desplazar con seguridad.

Se establecerán medidas específicas respecto a la manipulación de las herramientas y/o partes de máquinas, por ligeras que sean, que puedan ser peligrosas.

1.1.6 Ergonomía.-En las condiciones previstas de utilización, habrán de reducirse al mínimo posible la molestia, la fatiga y el estrés físico y psíquico del operador, teniendo en cuenta principios ergonómicos como los siguientes:

Adaptarse a las diferencias morfológicas, de fuerza y de resistencia de los operadores.

Proporcionar espacio suficiente para los movimientos de las distintas partes del cuerpo del operador, Evitar un ritmo de trabajo determinado por la máquina. Evitar que la vigilancia requiera una concentración prolongada. Adaptar el interfaz hombre-máquina a las características previsibles de los operadores.

1.1.7 Puestos de mando.-El puesto de mando se debe diseñar y fabricar de manera que se evite cualquier riesgo debido a los gases de escape y/o a la falta de oxígeno.

Si la máquina está destinada a ser utilizada en un entorno peligroso, que presente riesgos para la salud y la seguridad del operador, o si la propia máquina origina un entorno peligroso, se deben proveer los medios adecuados para que el operador disponga de buenas condiciones de trabajo y esté protegido contra todo peligro previsible. Siempre que resulte apropiado, el puesto de mando dispondrá de una cabina adecuada diseñada, fabricada y/o equipada para cumplir los requisitos antes mencionados. La salida deberá permitir una evacuación rápida. Además, en su caso, deberá proveerse una salida de emergencia en una dirección distinta de la salida normal. 1.1.8 Asientos.-Cuando resulte adecuado y las condiciones de trabajo lo permitan, el puesto de trabajo que forme parte integrante de la máquina deberá estar diseñado para la instalación de asientos. Si se ha previsto que el operador esté sentado durante el funcionamiento y el puesto de mando forma parte integrante de la máquina, esta deberá disponer de un asiento. El asiento del operador le garantizará la estabilidad de su posición. Además, el asiento y la distancia entre este y los órganos de accionamiento deberán poder adaptarse al operador. Si la máquina está sujeta a vibraciones, el asiento se debe diseñar y fabricar de tal manera que se reduzcan al mínimo razonablemente posible las vibraciones que se transmitan al operador. El anclaje del asiento deberá resistir todas las tensiones a que pueda estar sometido. Si no hubiere suelo bajo los pies del operador, este deberá disponer de reposapiés antideslizantes.

## 1.2 Sistemas de mando.

1.2.1 Seguridad y fiabilidad de los sistemas de mando.-Los sistemas de mando se deben diseñar y fabricar de manera que se evite cualquier situación peligrosa. En particular, se deben diseñar y fabricar de manera: Que resistan los esfuerzos previstos de funcionamiento y las influencias externas.

Que un fallo en el soporte material o en el soporte lógico del sistema de mando no provoque situaciones peligrosas. Que los errores que afecten a la lógica del sistema de mando no provoquen situaciones peligrosas. Que un error humano razonablemente previsible durante el funcionamiento no provoque situaciones peligrosas.

Deberá prestarse especial atención a los siguientes aspectos:

---

Que la máquina no se ponga en marcha de manera intempestiva.

Que no varíen los parámetros de la máquina de forma incontrolada, cuando tal variación pueda dar lugar a situaciones peligrosas. Que no se impida la parada de la máquina si ya se ha dado esa orden. Que no se pueda producir la caída o proyección de ningún elemento móvil de la máquina o de ninguna pieza sujeta por ella. Que no se impida la parada automática o manual de los elementos móviles, cualesquiera que estos sean. Que los dispositivos de protección permanezcan totalmente operativos o emitan una orden de parada. Que las partes del sistema de mando relativas a la seguridad se apliquen de forma coherente a la totalidad del conjunto de máquinas y/o de cuasi máquinas.

En caso de radio control, deberá producirse una parada automática cuando no se reciban las señales correctas de mando, incluyendo la pérdida de la comunicación.

#### 1.2.2 Órganos de accionamiento.-Los órganos de accionamiento:

Serán claramente visibles e identificables mediante pictogramas cuando resulte adecuado.

Estarán colocados de tal manera que se puedan accionar con seguridad, sin vacilación ni pérdida de tiempo y de forma inequívoca. Se diseñarán de tal manera que el movimiento del órgano de accionamiento sea coherente con el efecto ordenado. Estarán colocados fuera de las zonas peligrosas excepto, si fuera necesario, determinados órganos de accionamiento, tales como una parada de emergencia o una consola de aprendizaje. Estarán situados de forma que el hecho de accionarlos no acarree riesgos adicionales. Estarán diseñados o irán protegidos de forma que el efecto deseado, cuando pueda acarrear un peligro, solo pueda conseguirse mediante una acción deliberada. Estarán fabricados de forma que resistan los esfuerzos previsibles; se prestará una atención especial a los dispositivos de parada de emergencia que puedan estar sometidos a esfuerzos importantes.

Cuando se diseñe y fabrique un órgano de accionamiento para ejecutar varias acciones distintas, es decir, cuando su acción no sea unívoca, la acción ordenada deberá visualizarse de forma clara y, si fuera necesario, requerirá una confirmación.

Los órganos de accionamiento tendrán una configuración tal que su disposición, su recorrido y su esfuerzo resistente sean compatibles con la acción ordenada, habida cuenta de los principios ergonómicos. La máquina deberá estar equipada con los dispositivos indicadores que sean necesarios para que pueda funcionar de manera segura. Desde el puesto de mando, el operador deberá poder leer las indicaciones de dichos dispositivos. Desde cada puesto de mando, el operador deberá estar en situación de asegurarse de que nadie se halle en las zonas peligrosas, o bien el sistema de mando se debe diseñar y fabricar de manera que se impida la puesta en marcha mientras haya alguien en la zona peligrosa. De no poder aplicarse ninguna de estas posibilidades, deberá producirse una señal de advertencia sonora y/o visual antes de que la máquina se ponga en marcha. Las personas expuestas deberán disponer de tiempo suficiente para abandonar la zona peligrosa o impedir la puesta en marcha de la máquina. En caso necesario, la máquina deberá disponer de los medios para que solamente pueda controlarse desde puestos de mando situados en una o varias zonas o emplazamientos predeterminados. Cuando haya varios puestos de mando, el sistema de mando se debe diseñar de tal forma que la utilización de uno de ellos impida el uso de los demás, excepto los dispositivos de parada y de parada de emergencia. Cuando la máquina disponga

de varios puestos de mando, cada uno de ellos deberá estar equipado con todos los órganos de accionamiento necesarios sin que los operadores se molesten ni se pongan en peligro mutuamente. 1.2.3 Puesta en marcha.-La puesta en marcha de una máquina solo deberá poder efectuarse mediante una acción voluntaria ejercida sobre un órgano de accionamiento previsto a tal efecto. Este requisito también será aplicable:

A la puesta en marcha de nuevo tras una parada, sea cual sea la causa de esta última.

A la orden de una modificación importante de las condiciones de funcionamiento.

No obstante, la puesta en marcha de nuevo tras una parada o la modificación de las condiciones de funcionamiento podrán efectuarse por una acción voluntaria sobre un dispositivo distinto del órgano de accionamiento previsto a tal efecto, siempre que ello no conduzca a una situación peligrosa.

En el caso de funcionamiento automático de una máquina, la puesta en marcha, la puesta en marcha de nuevo tras una parada o la modificación de las condiciones de funcionamiento podrán producirse sin intervención si ello no conduce a una situación peligrosa. Cuando la máquina disponga de varios órganos de accionamiento para la puesta en marcha y los operadores puedan por tanto ponerse en peligro mutuamente, deberán existir dispositivos adicionales que eliminen tales riesgos. Si por motivos de seguridad es necesario que la puesta en marcha y/o la parada se realicen con arreglo a una secuencia concreta, existirán dispositivos que garanticen que esas operaciones se realicen en el orden correcto. 1.2.4 Parada.

1.2.4.1 Parada normal.-Las máquinas estarán provistas de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones seguras.

Cada puesto de trabajo estará provisto de un órgano de accionamiento que permita parar, en función de los peligros existentes, la totalidad o parte de las funciones de la máquina, de manera que la máquina quede en situación de seguridad. La orden de parada de la máquina tendrá prioridad sobre las órdenes de puesta en marcha. Una vez obtenida la parada de la máquina o de sus funciones peligrosas, se interrumpirá la alimentación de energía de los accionadores afectados. 1.2.4.2 Parada operativa.-Cuando por razones de funcionamiento se requiera una orden de parada que no interrumpa la alimentación de energía de los accionadores, se supervisarán y conservarán las condiciones de parada. 1.2.4.3 Parada de emergencia.-Las máquinas estarán provistas de uno o varios dispositivos de parada de emergencia por medio de los cuales se puedan evitar 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, ya sea porque no reduce el tiempo para obtener la parada normal o bien porque no permite adoptar las medidas particulares para hacer frente al riesgo.

Las máquinas portátiles y/o las máquinas guiadas a mano.

El dispositivo deberá:

---

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 riesgos. Eventualmente, desencadenar o permitir que se desencadenen determinados movimientos de protección.

Cuando deje de accionarse el dispositivo de parada de emergencia una vez que se haya dado la orden de parada, esta orden deberá mantenerse mediante el bloqueo del dispositivo de parada de emergencia hasta que dicho bloqueo sea expresamente desactivado; el dispositivo no deberá poderse bloquear sin que genere una orden de parada; solo será posible desbloquear el dispositivo mediante una acción adecuada y este desbloqueo no deberá volver a poner en marcha la máquina, sino solo permitir 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. Los dispositivos de parada de emergencia deben servir para apoyar otras medidas de protección y no para sustituirlas. 1.2.4.4 Conjuntos de máquinas.-Si se trata de máquinas o de elementos de máquinas diseñados para funcionar conjuntamente, se deben diseñar y fabricar de manera que los dispositivos de parada, incluidos los dispositivos de parada de emergencia, puedan parar no solamente la máquina, sino también todos los equipos relacionados si el hecho de que sigan funcionando pudiera constituir un peligro.

1.2.5 Selección de modos de mando o de funcionamiento.-El modo de mando o de funcionamiento seleccionado tendrá prioridad sobre todos los demás modos de mando o de funcionamiento, a excepción de la parada de emergencia.

Si la máquina ha sido diseñada y fabricada para que pueda utilizarse según varios modos de mando o de funcionamiento que requieran distintas medidas de protección y/o procedimientos de trabajo, llevará un selector de modo de mando o de funcionamiento enclavable en cada posición. Cada una de las posiciones del selector debe ser claramente identificable y debe corresponder a un único modo de mando o de funcionamiento. El selector podrá sustituirse por otros medios de selección con los que se pueda limitar la utilización de determinadas funciones de la máquina a determinadas categorías de operadores. Si, en determinadas operaciones, la máquina ha de poder funcionar con un resguardo desplazado o retirado o con un dispositivo de protección neutralizado, el selector de modo de mando o de funcionamiento 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. Autorizar el funcionamiento de las funciones peligrosas solo en condiciones de riesgo reducido y 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.

Además, desde el puesto de reglaje, el operador deberá poder controlar el funcionamiento de los elementos sobre los que esté actuando. 1.2.6 Fallo de la alimentación de energía.-La interrupción, el restablecimiento tras una interrupción o la variación, en el sentido que sea, de la alimentación de energía de la máquina no provocarán situaciones peligrosas. Deberá prestarse especial atención a los siguientes aspectos:

Que la máquina no se ponga en marcha de manera intempestiva.

Que no varíen los parámetros de la máquina de forma incontrolada, cuando tal variación pueda dar lugar a situaciones peligrosas. Que no se impida la parada de la máquina si ya se ha dado la orden. Que no se pueda producir la caída o proyección de ningún elemento móvil de la máquina o de ninguna pieza sujeta por ella. Que no se impida la parada automática o manual de los elementos móviles, cualesquiera que estos sean. Que los dispositivos de protección permanezcan totalmente operativos o emitan una orden de parada.

### 1.3 Medidas de protección contra peligros mecánicos.

1.3.1 Riesgo de pérdida de estabilidad.-La máquina, así como sus elementos y equipos, deberán ser suficientemente estables para que se pueda evitar el vuelco, la caída o los movimientos incontrolados durante el transporte, montaje, desmontaje y cualquier otra acción relacionada con la máquina.

Si la propia forma de la máquina o la instalación a que se destina no permiten garantizar la suficiente estabilidad, habrá que disponer unos medios de fijación adecuados, que se indicarán en el manual de instrucciones. 1.3.2 Riesgo de rotura en servicio.-Tanto las partes de la máquina como las uniones entre ellas tendrán que poder resistir a las solicitaciones a las que se vean sometidas durante la utilización. Los materiales utilizados tendrán una resistencia suficiente, adaptada a las características del entorno de utilización previsto por el fabricante o su representante autorizado, en particular respecto a los fenómenos de fatiga, envejecimiento, corrosión y abrasión. El manual de instrucciones debe indicar los tipos y la frecuencia de las inspecciones y mantenimientos necesarios por motivos de seguridad. En su caso, indicará las piezas que puedan desgastarse, así como los criterios para su sustitución. Si, a pesar de las medidas adoptadas, persistiera un riesgo de estallido o rotura, los elementos afectados estarán montados, dispuestos y/o provistos de protección de modo que se retenga cualquier fragmento evitando así situaciones peligrosas. Los conductos rígidos o flexibles por los que circulen fluidos, especialmente a alta presión, tendrán que poder soportar las solicitaciones internas y externas previstas; estarán sólidamente sujetos y/o provistos de protección para garantizar que no existan riesgos en caso de que se produzca una rotura. En caso de avance automático del material que vaya a trabajarse hacia la herramienta, deberán darse las condiciones que figuran a continuación para evitar riesgos a las personas:

Cuando la herramienta y la pieza entren en contacto, la herramienta tendrá que haber alcanzado sus condiciones normales de trabajo.

---

En el momento en que se produzca la puesta en marcha y/o la parada de la herramienta (voluntaria o accidentalmente), el movimiento de avance y el movimiento de la herramienta deberán estar coordinados.

1.3.3 Riesgos debidos a la caída y proyección de objetos.-Se deberán tomar precauciones para evitar las caídas o proyecciones de objetos que puedan presentar un riesgo.

1.3.4 Riesgos debidos a superficies, aristas o ángulos.-Los elementos de la máquina que sean accesibles no presentarán, en la medida que lo permita su función, ni aristas, ni ángulos pronunciados, ni superficies rugosas que puedan producir lesiones. 1.3.5 Riesgos debidos a las máquinas combinadas.- Cuando la máquina esté prevista para poder efectuar varias operaciones diferentes en las que se deba coger la pieza con las manos entre operación y operación (máquina combinada), se debe diseñar y fabricar de modo que cada elemento pueda utilizarse por separado sin que los elementos restantes constituyan un riesgo para las personas expuestas. A tal fin, cada uno de los elementos, si careciera de protección, se deberá poder poner en marcha o parar individualmente. 1.3.6 Riesgos relacionados con las variaciones de las condiciones de funcionamiento.-En el caso de operaciones en condiciones de utilización diferentes, la máquina se debe diseñar y fabricar de forma que la elección y el reglaje de dichas condiciones puedan efectuarse de manera segura y fiable. 1.3.7 Riesgos relacionados con los elementos móviles.-Los elementos móviles de la máquina se deben diseñar y fabricar a fin de evitar los riesgos de contacto que puedan provocar accidentes o, cuando subsistan los riesgos, estarán provistos de resguardos o de dispositivos de protección. Deberán tomarse todas las medidas necesarias para evitar el bloqueo inesperado de los elementos móviles que intervienen en el trabajo. En caso de que la posibilidad de bloqueo subsistiese a pesar de las medidas tomadas, deberán proporcionarse, cuando resulte adecuado, los necesarios dispositivos de protección y herramientas específicos que permitan desbloquear el equipo de manera segura. El manual de instrucciones y, si es posible, una indicación inscrita en la máquina, deberán mencionar dichos dispositivos de protección específicos y la manera de utilizarlos. 1.3.8 Elección de la protección contra los riesgos ocasionados por los elementos móviles.-Los resguardos o los dispositivos de protección diseñados para proteger contra los riesgos debidos a los elementos móviles se elegirán en función del riesgo existente. Para efectuar la elección se deben utilizar las indicaciones siguientes.

1.3.8.1 Elementos móviles de transmisión.-Los resguardos diseñados para proteger a las personas contra los peligros ocasionados por los elementos móviles de transmisión serán: Resguardos fijos según lo indicado en el punto 1.4.2.1, o

Resguardos móviles con enclavamiento según lo indicado en el punto 1.4.2.2.

Se recurrirá a esta última solución si se prevén intervenciones frecuentes.

1.3.8.2 Elementos móviles que intervienen en el trabajo: Los resguardos o los dispositivos de protección diseñados para proteger a las personas contra los riesgos ocasionados por los elementos móviles que intervienen en el trabajo serán:

Resguardos fijos según lo indicado en el punto 1.4.2.1, o

---

Resguardos móviles con enclavamiento según lo indicado en el punto 1.4.2.2, o Dispositivos de protección según lo indicado en el punto 1.4.3, o Una combinación de los anteriores.

No obstante, cuando determinados elementos móviles que intervengan directamente en el trabajo no se puedan hacer totalmente inaccesibles durante su funcionamiento debido a operaciones que exijan la intervención del operador, esos elementos estarán provistos de:

Resguardos fijos o resguardos móviles con enclavamiento que impidan el acceso a las partes de los elementos que no se utilicen para el trabajo, y

Resguardos regulables según lo indicado en el punto 1.4.2.3 que restrinjan el acceso a las partes de los elementos móviles a las que sea necesario acceder.

1.3.9 Riesgos debidos a movimientos no intencionados.-Cuando se haya parado un elemento de una máquina, la deriva a partir de la posición de parada, por cualquier motivo que no sea la acción sobre los órganos de accionamiento, deberá impedirse o será tal que no entrañe peligro alguno. 1.4 Características que deben reunir los resguardos y los dispositivos de protección.

1.4.1 Requisitos generales.-Los resguardos y los dispositivos de protección: Serán de fabricación robusta.

Deberán mantenerse sólidamente en su posición. No ocasionarán peligros suplementarios. No podrán ser burlados o anulados con facilidad. Deberán estar situados a una distancia adecuada de la zona peligrosa. Deberán restringir lo menos posible la observación del proceso productivo. Deberán permitir las intervenciones indispensables para la colocación y/o la sustitución de las herramientas, así como para los trabajos de mantenimiento, limitando el acceso exclusivamente a la zona donde deba realizarse el trabajo y, ello, a ser posible, sin desmontar el resguardo o neutralizar el dispositivo de protección.

Además, los resguardos deberán, en la medida de lo posible, proteger contra la proyección o la caída de materiales u objetos y contra las emisiones generadas por la máquina.

1.4.2 Requisitos específicos para los resguardos.

1.4.2.1 Resguardos fijos.-La fijación de los resguardos fijos estará garantizada por sistemas que solo se puedan abrir o desmontar mediante herramientas.

Los sistemas de fijación deberán permanecer unidos a los resguardos o a la máquina cuando se desmonten los resguardos. En la medida de lo posible, los resguardos no podrán permanecer en su posición si carecen de sus medios de fijación. 1.4.2.2 Resguardos móviles con dispositivo de enclavamiento.-Los resguardos móviles con dispositivo de enclavamiento:

---

Siempre que ello sea posible, habrán de permanecer unidos a la máquina cuando se abran

Se deben diseñar y fabricar de forma que solamente se puedan regular mediante una acción voluntaria.

Los resguardos móviles con dispositivo de enclavamiento estarán asociados a un dispositivo de enclavamiento de manera que:

Impida la puesta en marcha de funciones peligrosas de la máquina mientras los resguardos no estén cerrados, y

Genere una orden de parada cuando dejen de estar cerrados.

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 que:

Impida la puesta en marcha de funciones peligrosas de la máquina mientras el resguardo no esté cerrado y bloqueado, y

Mantenga el resguardo cerrado y bloqueado hasta que cese el riesgo de sufrir daños a causa de 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.

1.4.2.3 Resguardos regulables que restrinjan el acceso.-Los resguardos regulables que restrinjan el acceso a las partes de los elementos móviles estrictamente necesarias para el trabajo:

Deberán poder regularse manual o automáticamente, según el tipo de trabajo que vaya a realizarse.

Deberán poder regularse fácilmente sin herramientas.

1.4.3 Requisitos específicos para los dispositivos de protección.-Los dispositivos de protección estarán diseñados e incorporados al sistema de mando de manera que:

Sea imposible que los elementos móviles empiecen a funcionar mientras el operador pueda entrar en contacto con ellos.

Ninguna persona pueda entrar en contacto con los elementos móviles mientras estén en movimiento. La ausencia o el fallo de uno de sus componentes impedirá la puesta en marcha o provocará la parada de los elementos móviles.

Los dispositivos de protección solamente se podrán regular mediante una acción voluntaria. 1.5 Riesgos debidos a otros peligros.

1.5.1 Energía eléctrica.-Si la máquina se alimenta con energía eléctrica, se debe diseñar, fabricar y equipar de manera que se eviten o se puedan evitar todos los peligros de origen eléctrico.

Los objetivos en materia de seguridad establecidos en la Directiva 73/23/CEE (incorporada al ordenamiento jurídico español por el Real Decreto 7/1998, de 8 de enero) se aplicarán a las máquinas. No obstante, las obligaciones relativas a la evaluación de conformidad y la comercialización y/o puesta en servicio de una máquina con respecto a los peligros provocados por la energía eléctrica se regularán exclusivamente por la Directiva 2006/42/CE, que traspone el presente real decreto. 1.5.2 Electricidad estática.-La máquina se debe diseñar y fabricar para evitar o restringir la aparición de cargas electrostáticas que puedan ser peligrosas y/o dispondrá de medios para poder evacuarlas. 1.5.3 Energías distintas de la eléctrica.-Si la máquina se alimenta con fuentes de energía distinta de la eléctrica, se debe diseñar, fabricar y equipar para prevenir todos los posibles riesgos ligados a estas fuentes de energía. 1.5.4 Errores de montaje.-Los errores susceptibles de ser cometidos en el montaje o reposición de determinadas piezas que pudiesen provocar riesgos deberán imposibilitarse mediante el diseño y la fabricación de dichas piezas o, en su defecto, mediante indicaciones que figuren en las propias piezas y/o en sus respectivos cárteres. Las mismas indicaciones figurarán en los elementos móviles y/o en sus respectivos cárteres cuando, para evitar un riesgo, sea preciso conocer el sentido del movimiento. En su caso, el manual de instrucciones deberá incluir información complementaria sobre estos riesgos. Cuando una conexión defectuosa pueda originar riesgos, cualquier conexión errónea deberá hacerse imposible por el propio diseño o, en su defecto, por indicaciones que figuren en los elementos que deben conectarse o, cuando proceda, en los medios de conexión. 1.5.5 Temperaturas extremas.-Se adoptarán medidas para evitar cualquier riesgo de lesión por contacto o proximidad con piezas o materiales a temperatura elevada o muy baja. Se adoptarán, asimismo, las medidas necesarias para evitar o proteger contra el riesgo de proyección de materias calientes o muy frías. 1.5.6 Incendio.-La máquina se debe diseñar y fabricar de manera que se evite cualquier riesgo de incendio o de sobrecalentamiento provocado por la máquina en sí o por los gases, líquidos, polvos, vapores y demás sustancias producidas o utilizadas por la máquina. 1.5.7 Explosión.-La máquina se debe diseñar y fabricar de manera que se evite cualquier riesgo de explosión provocado por la propia máquina o por los gases, líquidos, polvos, vapores y demás sustancias producidas o utilizadas por la máquina. En lo que respecta a los riesgos de explosión debidos a la utilización de la máquina en una atmósfera potencialmente explosiva, la máquina deberá ser conforme a las disposiciones de transposición de las directivas comunitarias específicas. 1.5.8 Ruido.-La máquina se debe diseñar y fabricar de manera que los riesgos que resulten de la emisión del ruido aéreo producido se reduzcan al nivel más bajo posible, teniendo en cuenta el progreso técnico y la disponibilidad de medios de reducción del ruido, especialmente en su fuente. El nivel de ruido emitido podrá evaluarse tomando como referencia los datos de emisión comparativos de máquinas similares. 1.5.9 Vibraciones.-La máquina se debe diseñar y fabricar de manera que los riesgos que resulten de las vibraciones que ella produzca se reduzcan al nivel más bajo posible, teniendo en cuenta el progreso técnico y la disponibilidad de medios de reducción de las vibraciones, especialmente en su fuente. El nivel de vibraciones producidas podrá evaluarse tomando como referencia los datos de emisión comparativos de máquinas similares. 1.5.10 Radiaciones.-Las radiaciones no deseadas de la máquina deberán eliminarse o reducirse a niveles que no afecten perjudicialmente a las personas. Cualquier radiación ionizante funcional emitida por la máquina se limitará al nivel mínimo necesario para garantizar el funcionamiento correcto de la máquina durante su instalación, funcionamiento y limpieza. Cuando exista un riesgo, se adoptarán las

medidas de protección necesarias. Cualquier radiación no ionizante funcional emitida durante la instalación, funcionamiento y limpieza se limitará a niveles que no afecten perjudicialmente a las personas. 1.5.11 Radiaciones exteriores.-La máquina se debe diseñar y fabricar de forma que las radiaciones exteriores no perturben su funcionamiento. 1.5.12 Radiaciones láser.-Si se utilizan equipos láser, se deberán tener en cuenta las normas siguientes:

Los equipos láser de las máquinas se deben diseñar y fabricar de forma que se evite toda radiación involuntaria.

Los equipos láser de las máquinas dispondrán de protección de forma que no perjudiquen a la salud ni la radiación eficaz, ni la radiación producida por reflexión o difusión, ni la radiación secundaria. Los equipos ópticos para la observación o el reglaje de equipos láser de las máquinas deben ser tales que no den lugar a riesgo alguno para la salud debido a las radiaciones láser.

1.5.13 Emisiones de materiales y sustancias peligrosas.-La máquina se debe diseñar y fabricar de manera que se puedan evitar los riesgos de inhalación, ingestión, contacto con la piel, ojos y mucosas, y penetración por la piel, de materiales y sustancias peligrosas producidos por ella.

Cuando resulte imposible eliminar este peligro, la máquina estará equipada para que los materiales y sustancias peligrosos se puedan confinar, evacuar, precipitar mediante pulverización de agua, filtrar o tratar mediante otro método igualmente eficaz. Si el proceso no es totalmente cerrado durante el funcionamiento normal de la máquina, los dispositivos de confinamiento y/o evacuación estarán situados de manera que produzcan un efecto máximo. 1.5.14 Riesgo de quedar encerrado en una máquina.-La máquina se debe diseñar, fabricar o equipar con medios que impidan que una persona quede encerrada en ella o, si esto no es posible, que le permitan pedir ayuda. 1.5.15 Riesgo de resbalar, tropezar o caer.-Las partes de la máquina sobre las que esté previsto que puedan desplazarse o estacionarse personas se deben diseñar y fabricar de manera que se evite que dichas personas resbalen, tropiecen o caigan sobre esas partes o fuera de ellas. Cuando proceda, dichas partes estarán equipadas de asideros fijos que permitan a los usuarios conservar la estabilidad. 1.5.16 Rayos.-Las máquinas que requieran protección contra los efectos de los rayos durante su utilización deberán estar equipadas con un sistema que permita conducir a tierra la carga eléctrica resultante.

## 1.6 Mantenimiento.

1.6.1 Mantenimiento de la máquina.-Los puntos de reglaje y de mantenimiento estarán situados fuera de las zonas peligrosas. Las operaciones de reglaje, mantenimiento, reparación, limpieza y las intervenciones sobre la máquina deberán poder efectuarse con la máquina parada.

Si al menos una de las anteriores condiciones no pudiera cumplirse por motivos técnicos, se adoptarán medidas para garantizar que dichas operaciones puedan efectuarse de forma segura (véase, en particular, el punto 1.2.5). Para las máquinas automatizadas y, en su caso, para otras máquinas, deberá preverse un dispositivo de conexión que permita montar un equipo de diagnóstico de averías. Los elementos de una máquina automatizada que deban sustituirse con frecuencia, deberán poder desmontarse y volver a montarse fácilmente y con total seguridad. El acceso a estos elementos debe permitir que estas tareas se lleven a cabo con los medios técnicos necesarios siguiendo un *modus operandi* definido previamente. 1.6.2

Acceso a los puestos de trabajo o a los puntos de intervención.-La máquina se debe diseñar y fabricar con medios de acceso que permitan llegar con total seguridad a todas las zonas en las que se requiera intervenir durante su funcionamiento, reglaje y mantenimiento. 1.6.3 Separación de las fuentes de energía.-La máquina estará provista de dispositivos que permitan aislarla de cada una de sus fuentes de energía. Dichos dispositivos serán claramente identificables. Deberán poder ser bloqueados si al conectarse de nuevo pudieran poner en peligro a las personas. Los dispositivos también deberán poder ser bloqueados cuando el operador no pueda comprobar, desde todos los puestos a los que tenga acceso, la permanencia de dicha separación. En el caso de máquinas que puedan enchufarse a una toma de corriente, la desconexión de la clavija será suficiente, siempre que el operador pueda comprobar, desde todos los puestos a los que tenga acceso, la permanencia de dicha desconexión. La energía residual o almacenada en los circuitos de la máquina tras su aislamiento debe poder ser disipada normalmente sin riesgo para las personas. No obstante el requisito de los párrafos anteriores, algunos circuitos podrán permanecer conectados a su fuente de energía para posibilitar, por ejemplo, el mantenimiento de piezas, la protección de información, el alumbrado de las partes internas, etc. En tal caso, deberán adoptarse medidas especiales para garantizar la seguridad de los operadores. 1.6.4 Intervención del operador.-Las máquinas se deben diseñar, fabricar y equipar de forma que se limiten las causas de intervención de los operadores. Siempre que no pueda evitarse la intervención del operador, esta deberá poder efectuarse con facilidad y seguridad. 1.6.5 Limpieza de las partes interiores.-La máquina se debe diseñar y fabricar de manera que sea posible limpiar las partes interiores que hayan contenido sustancias o preparados peligrosos sin penetrar en ellas; asimismo, si es necesario desbloquearlas, la operación deberá poder realizarse desde el exterior. Si fuese imposible evitar tener que penetrar en la máquina, esta se debe diseñar y fabricar de forma que sea posible efectuar la limpieza con total seguridad.

## 1.7 Información.

1.7.1 Informaciones y advertencias sobre la máquina.-Las informaciones y advertencias sobre la máquina se deben proporcionar, preferentemente, en forma de pictogramas o símbolos fácilmente comprensibles. Cualquier información o advertencia verbal o escrita se expresará, cuando la máquina se comercialice y/o ponga en servicio en España, al menos en castellano, acompañada, si así se solicita, por las versiones en otras lenguas oficiales de la Comunidad que comprendan los operadores. 1.7.1.1 Información y dispositivos de información.-La información necesaria para el manejo de una máquina deberá carecer de ambigüedades y ser de fácil comprensión. No deberá ser excesiva hasta el punto que constituya una sobrecarga para el operador.

Las pantallas de visualización o cualesquiera otros medios de comunicación interactivos entre el operador y la máquina deberán ser de fácil comprensión y utilización. 1.7.1.2 Dispositivos de advertencia.- Cuando la salud y la seguridad de las personas puedan estar en peligro por funcionamiento defectuoso de una máquina que funcione sin vigilancia, esta deberá estar equipada de manera que advierta de ello mediante una señal acústica o luminosa adecuada. Si la máquina lleva dispositivos de advertencia, estos no serán ambiguos y se percibirán fácilmente. Se adoptarán medidas para que el operador pueda verificar si estos dispositivos de advertencia siguen siendo eficaces. Se aplicarán las prescripciones de las directivas comunitarias específicas sobre colores y señales de seguridad.

1.7.2 Advertencia de los riesgos residuales.-Si, a pesar de las medidas de diseño inherentemente seguro, de las medidas de protección y de las medidas preventivas complementarias adoptadas, existen riesgos, deberán colocarse las señales de advertencia necesarias, incluidos los dispositivos de advertencia.

1.7.3 Marcado de las máquinas.-Cada máquina llevará, de forma visible, legible e indeleble, como mínimo las indicaciones siguientes:

La razón social y la dirección completa del fabricante y, en su caso, de su representante autorizado.

La designación de la máquina. El marcado CE (véase el anexo III). La designación de la serie o del modelo. El número de serie, si existiera. El año de fabricación, es decir, el año en el que finaliza el proceso de fabricación.

Está prohibido indicar una fecha anterior o posterior en la máquina al aplicar el marcado CE.

Además, la máquina diseñada y fabricada para utilizarse en una atmósfera potencialmente explosiva debe llevar el marcado correspondiente. En función del tipo de máquina, esta deberá llevar también todas las indicaciones que sean indispensables para un empleo seguro. Dichas indicaciones deberán cumplir los requisitos establecidos en el punto 1.7.1. Cuando un elemento de la máquina deba ser manipulado durante su utilización, mediante aparatos de elevación, su masa deberá estar inscrita de forma legible, duradera y no ambigua. 1.7.4 Manual de instrucciones.-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». No obstante, las instrucciones para el mantenimiento destinadas al personal especializado habilitado por el fabricante o su representante autorizado podrán ser suministradas en una sola de las lenguas de la Comunidad Europea que comprenda dicho personal especializado. El manual de instrucciones estará redactado según los principios que se enumeran a continuación.

1.7.4.1 Principios generales de redacción del manual de instrucciones: a) El manual de instrucciones estará redactado en una o varias de las lenguas oficiales de la Comunidad Europea.

La mención «Manual original» deberá figurar en la versión o versiones lingüísticas comprobadas por el fabricante o por su representante autorizado. b) Cuando no exista un «Manual original» en castellano, el fabricante o su representante autorizado, o el responsable de la introducción de la máquina en la zona lingüística de que se trate, deberá proporcionar una traducción al menos en castellano. Las traducciones incluirán la mención «Traducción del manual original». c) 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. d) En el caso de máquinas destinadas a usuarios no profesionales, en la redacción y la presentación del manual de instrucciones se tendrá en cuenta el nivel de formación general y la perspicacia que, razonablemente, pueda esperarse de dichos usuarios.

1.7.4.2 Contenido del manual de instrucciones: Cada manual de instrucciones contendrá como mínimo, cuando proceda, la información siguiente:

a) La razón social y dirección completa del fabricante y de su representante autorizado.

b) La designación de la máquina, tal como se indique sobre la propia máquina, con excepción del número de serie (véase el punto 1.7.3). c) La declaración CE de conformidad o un documento que exponga el contenido de dicha declaración y en el que figuren las indicaciones de la máquina sin que necesariamente deba incluir el número de serie y la firma. d) Una descripción general de la máquina. e) 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. f) Una descripción de los puestos de trabajo que puedan ocupar los operadores. g) Una descripción del uso previsto de la máquina. h) advertencias relativas a los modos en que no se debe utilizar una máquina que, por experiencia, pueden presentarse. i) Las instrucciones de montaje, instalación y conexión, incluidos los planos, diagramas y medios de fijación y la designación del chasis o de la instalación en la que debe montarse la máquina. j) Las instrucciones relativas a la instalación y al montaje, dirigidas a reducir el ruido y las vibraciones. k) 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. l) Información sobre los riesgos residuales que existan a pesar de las medidas de diseño inherentemente seguro, de las medidas de protección y de las medidas preventivas complementarias adoptadas. m) Instrucciones acerca de las medidas preventivas que debe adoptar el usuario, incluyendo, cuando proceda, los equipos de protección individual a proporcionar. n) Las características básicas de las herramientas que puedan acoplarse a la máquina. o) Las condiciones en las que las máquinas responden al requisito de estabilidad durante su utilización, transporte, montaje, desmontaje, situación de fuera de servicio, ensayo o situación de avería previsible. p) Instrucciones para que las operaciones de transporte, manutención y almacenamiento puedan realizarse con total seguridad, con indicación de la masa de la máquina y la de sus diversos elementos cuando, de forma regular, deban transportarse por separado. q) El modo operativo que se ha de seguir en caso de accidente o de avería; si es probable que se produzca un bloqueo, el modo operativo que se ha de seguir para lograr el desbloqueo del equipo con total seguridad. r) La descripción de las operaciones de reglaje y de mantenimiento que deban ser realizadas por el usuario, así como las medidas de mantenimiento preventivo que se han de cumplir. s) Instrucciones diseñadas para permitir que el reglaje y el mantenimiento se realicen con total seguridad, incluidas las medidas preventivas que deben adoptarse durante este tipo de operaciones. t) Las características de las piezas de recambio que deben utilizarse, cuando estas afecten a la salud y seguridad de los operadores. u) Las siguientes indicaciones sobre el ruido aéreo emitido:

El nivel de presión acústica de emisión ponderado A en los puestos de trabajo, cuando supere 70 dB(A); si este nivel fuera inferior o igual a 70 dB(A), deberá mencionarse este hecho.

El valor máximo de la presión acústica instantánea ponderado C en los puestos de trabajo, cuando supere 63 Pa (130 dB con relación a 20  $\mu$ Pa). El nivel de potencia acústica ponderado A emitido por la máquina, si el nivel de presión acústica de emisión ponderado A supera, en los puestos de trabajo, 80 dB(A).

Estos valores se medirán realmente en la máquina considerada, o bien se establecerán a partir de mediciones efectuadas en una máquina técnicamente comparable y representativa de la máquina a fabricar.

Cuando la máquina sea de muy grandes dimensiones, la indicación del nivel de potencia acústica ponderado A podrá sustituirse por la indicación de los niveles de presión acústica de emisión ponderados A en lugares especificados en torno a la máquina. Cuando no se apliquen las normas armonizadas, los datos acústicos se medirán utilizando el código de medición que mejor se adapte a la máquina. Cuando se indiquen los valores de emisión de ruido, se especificará la incertidumbre asociada a dichos valores. Deberán describirse las condiciones de funcionamiento de la máquina durante la medición, así como los métodos utilizados para ésta. Cuando el o los puestos de trabajo no estén definidos o no puedan definirse, la medición del nivel de presión acústica ponderado A se efectuará a 1 m de la superficie de la máquina y a

una altura de 1,6 metros por encima del suelo o de la plataforma de acceso. Se indicará la posición y el valor de la presión acústica máxima. Cuando existan directivas comunitarias específicas que prevean otros requisitos para medir el nivel de presión acústica o el nivel de potencia acústica, se aplicarán estas directivas y no se aplicarán los requisitos correspondientes del presente punto. v) 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.

1.7.4.3 Información publicitaria.-La información publicitaria que describa la máquina no deberá contradecir al manual de instrucciones en lo que respecta a los aspectos de salud y seguridad. La información publicitaria que describa las características de funcionamiento de la máquina deberá contener la misma información que el manual de instrucciones acerca de las emisiones.

## ***2. Requisitos esenciales complementarios de seguridad y de salud para algunas categorías de máquinas***

Las máquinas destinadas a la industria de productos alimenticios, cosméticos o farmacéuticos, las máquinas portátiles y/o las máquinas guiadas a mano, las máquinas portátiles de fijación y otras máquinas portátiles de impacto, y las máquinas para trabajar la madera y materias de características físicas similares deberán responder al conjunto de requisitos esenciales de seguridad y de salud descritos en el presente capítulo, de acuerdo con lo establecido en el punto 4 de los Principios generales. 2.1 Máquinas destinadas a la industria de productos alimenticios, cosméticos o farmacéuticos. 2.1.1 Generalidades.-Las máquinas previstas para ser utilizadas con productos alimenticios, cosméticos o farmacéuticos se deben diseñar y fabricar de forma que se eviten los riesgos de infección, enfermedad y contagio.

Deben observarse los siguientes requisitos:

a) Los materiales que entren o que estén destinados a entrar en contacto con los productos alimenticios, cosméticos o farmacéuticos deberán cumplir la normativa específica de aplicación. La máquina se debe diseñar y fabricar de tal modo que dichos materiales puedan limpiarse antes de cada utilización; cuando esto no sea posible, se utilizarán elementos desechables.

b) Todas las superficies en contacto con los productos alimenticios, cosméticos o farmacéuticos que no sean superficies de elementos desechables:

Serán lisas y no tendrán ni rugosidades ni cavidades que puedan albergar materias orgánicas. Se aplicará el mismo principio a las uniones entre dos superficies,

se deben diseñar y fabricar de manera que se minimicen los salientes, los rebordes y los repliegues de los ensamblajes, deberán poder limpiarse y desinfectarse fácilmente, cuando sea necesario, previa retirada de aquellas partes que sean fácilmente desmontables. Las curvas de las superficies internas serán de radio suficiente para posibilitar una limpieza completa.

c) Los líquidos, gases y aerosoles procedentes de los productos alimenticios, cosméticos o farmacéuticos, y de los productos de limpieza, desinfección y aclarado deberán poder ser completamente desalojados de la máquina (si es posible, en una posición de «limpieza»).

d) La máquina se debe diseñar y fabricar de manera que se pueda evitar toda infiltración de sustancias, toda acumulación de materias orgánicas o penetración de seres vivos y, en particular, de insectos, en las zonas que no puedan limpiarse. e) La máquina se debe diseñar y fabricar de manera que los productos auxiliares que representen un peligro para la salud, incluidos los lubricantes utilizados, no puedan entrar en contacto con los productos alimenticios, cosméticos o farmacéuticos. En su caso, la máquina se debe diseñar y fabricar de manera que pueda comprobarse el cumplimiento permanente de esta condición.

2.1.2 Manual de instrucciones.-En el manual de instrucciones de las máquinas previstas para ser utilizadas con productos alimenticios, cosméticos o farmacéuticos se indicarán los productos y métodos de limpieza, desinfección y aclarado aconsejados, no solo para las partes fácilmente accesibles sino también para las partes cuyo acceso fuera imposible o estuviera desaconsejado. 2.2 Máquinas portátiles y máquinas guiadas a mano. 2.2.1 Generalidades.-Las máquinas portátiles y/o las máquinas guiadas a mano: Según el tipo, poseerán una superficie de apoyo de dimensiones suficientes y tendrán los suficientes medios de presión y de sujeción correctamente dimensionados, dispuestos de manera que la estabilidad de la máquina pueda garantizarse en las condiciones de funcionamiento previstas,

salvo si ello fuera técnicamente imposible o si existiera un órgano de accionamiento independiente, en el caso de que los medios de presión no puedan soltarse con total seguridad, llevarán órganos de accionamiento de puesta en marcha y/o de parada dispuestos de tal manera que el operador no tenga que soltar los medios de presión para accionarlos, no presentarán riesgos de puesta en marcha intempestiva ni de seguir funcionando después de que el operador haya soltado los medios de presión. Habría que tomar medidas equivalentes si este requisito no fuera técnicamente realizable, permitirán, en caso necesario, la observación visual de la zona peligrosa y de la acción de la herramienta en el material que se esté trabajando.

Los medios de presión de las máquinas portátiles se deben diseñar y fabricar de manera que sea fácil la puesta en marcha y la parada.

2.2.1.1 Manual de instrucciones.-En el manual de instrucciones se indicará lo siguiente sobre las vibraciones transmitidas por las máquinas portátiles y las máquinas guiadas a mano: El valor total de las vibraciones a las que esté expuesto el sistema mano-brazo, cuando excedan de 2,5 m/s<sup>2</sup>. Cuando este valor no exceda de 2,5 m/s<sup>2</sup>, se deberá mencionar este hecho,

la incertidumbre de la medición.

Estos valores se medirán realmente en la máquina considerada, o bien se establecerán a partir de mediciones efectuadas en una máquina técnicamente comparable y representativa de la máquina a fabricar.

Cuando no se apliquen las normas armonizadas, los datos relativos a las vibraciones se deben medir utilizando el código de medición que mejor se adapte a la máquina. Deberán describirse las condiciones de

funcionamiento de la máquina durante la medición, así como los métodos utilizados para esta, o la referencia a la norma armonizada aplicada.

2.2.2 Máquinas portátiles de fijación y otras máquinas portátiles de impacto. 2.2.2.1 Generalidades.- Las máquinas portátiles de fijación y otras máquinas portátiles de impacto se deben diseñar y fabricar de manera que: La energía se transmita al elemento que sufre el impacto mediante un elemento intermedio solidario a la máquina,

un dispositivo de validación impedirá el impacto mientras la máquina no esté en la posición correcta con una presión apropiada en el material de base, se impida la puesta en marcha involuntaria; en caso necesario, para que se desencadene un impacto se requerirá la oportuna secuencia de acciones sobre el dispositivo de validación y el órgano de accionamiento, durante la manutención o en caso de golpe, se impida la puesta en marcha accidental, las operaciones de carga y descarga puedan llevarse a cabo fácilmente y con total seguridad.

En caso necesario, podrá equiparse la máquina con resguardos contra astillas, y el fabricante de la máquina deberá facilitar los resguardos oportunos. 2.2.2.2 Manual de instrucciones.-En el manual de instrucciones se deben dar las indicaciones necesarias relativas a: Los accesorios y equipos intercambiables que puedan usarse con la máquina,

los elementos de fijación apropiados u otros elementos a someter al impacto que deben usarse con la máquina, en su caso, los cartuchos apropiados que deben usarse.

2.3 Máquinas para trabajar la madera y materias con características físicas semejantes.-Las máquinas para trabajar la madera y materias con características físicas semejantes deberán cumplir los siguientes requisitos:

a) La máquina se debe diseñar, fabricar o equipar de forma que la pieza que hay que trabajar pueda colocarse y guiarse con total seguridad; cuando se coja la pieza con la mano sobre una mesa de trabajo, esta deberá garantizar una estabilidad suficiente durante el trabajo y no deberá estorbar el desplazamiento de la pieza.

b) Cuando la máquina pueda utilizarse en condiciones que ocasionen un riesgo de proyección de las piezas que van a trabajarse o de partes de ellas, se debe diseñar, fabricar o equipar de forma que se impida dicha proyección o, si esto no fuera posible, de forma que la proyección no produzca riesgos para el operador y/o las personas expuestas. c) Cuando exista el riesgo de entrar en contacto con la herramienta mientras esta desacelera, la máquina deberá estar equipada de freno automático de forma que pare la herramienta en un tiempo suficientemente corto. d) Cuando la herramienta esté integrada en una máquina que no esté totalmente automatizada, ésta se debe diseñar y fabricar de modo que se elimine o reduzca el riesgo de que inadvertidamente se produzca una lesión.

3. Requisitos esenciales complementarios de seguridad y de salud para neutralizar los peligros debidos a la movilidad de las máquinas

Las máquinas que presenten peligros debidos a su movilidad deberán responder al conjunto de requisitos esenciales de seguridad y de salud descritos en el presente capítulo (véase el punto 4 de los Principios generales). 3.1 Generalidades. 3.1.1 Definiciones. a) «Máquina que presenta peligros debidos a su movilidad»: Máquina cuyo funcionamiento exija ya sea movilidad durante el trabajo, ya sea un desplazamiento continuo o semicontinuo en una sucesión de puntos de trabajo fijos, o

máquina cuyo funcionamiento se efectúe sin desplazamiento pero que pueda estar provista de medios que permitan desplazarla más fácilmente de un lugar a otro.

b) «Conductor»: operador encargado del desplazamiento de una máquina. El conductor podrá ir a bordo de la máquina o a pie acompañando la máquina, o bien guiarla mediante mando a distancia. 3.2 Puestos de trabajo. 3.2.1. Puesto de conducción.-La visibilidad desde el puesto de conducción deberá permitir al conductor manipular la máquina y sus herramientas, en las condiciones de uso previsibles, con total seguridad para sí mismo y para las personas expuestas. Si resulta necesario, deberán preverse dispositivos adecuados que remedien los peligros debidos a la insuficiencia de visibilidad directa.

Las máquinas con conductor a bordo se deben diseñar y fabricar de modo que, desde los puestos de conducción, no exista riesgo de que el conductor entre inadvertidamente en contacto con las ruedas o las cadenas. El puesto de conducción del conductor a bordo se debe diseñar y fabricar de manera que pueda ir provisto de una cabina, siempre que ello no incremente el riesgo y siempre que las dimensiones lo permitan. La cabina deberá disponer de un lugar destinado a colocar las instrucciones necesarias para el conductor. 3.2.2 Asientos.-Cuando exista riesgo de que los operadores u otras personas que transporte la máquina queden aplastadas entre elementos de la máquina y el suelo en caso de que ésta vuelque o dé vueltas, en particular por lo que respecta a las máquinas equipadas con las estructuras de protección a que se refieren los puntos 3.4.3 y 3.4.4, sus asientos se deben diseñar o equipar con un dispositivo de retención que mantenga a las personas en sus asientos, sin que restrinja los movimientos necesarios para las operaciones o los movimientos con respecto a la estructura debidos a la suspensión de los asientos. Dichos dispositivos de retención no deberán instalarse si incrementan el riesgo. 3.2.3 Puestos para otras personas.-Si las condiciones de utilización requieren que otras personas aparte del conductor sean transportadas ocasional o regularmente por la máquina, o que trabajen en ella, se deben prever puestos adecuados de forma que dicho transporte o trabajo no supongan ningún riesgo. Los párrafos segundo y tercero del punto 3.2.1 se aplicarán igualmente a los puestos previstos para otras personas aparte del conductor.

3.3 Sistemas de mando.-En caso necesario se preverán los medios para impedir el uso no autorizado de los órganos de accionamiento.

En el caso de mando a distancia, cada unidad de mando deberá indicar claramente la máquina destinada a ser accionada desde dicha unidad. El sistema de mando a distancia se debe diseñar y fabricar de modo que afecte solo:

A la máquina en cuestión,

a las funciones en cuestión.

La máquina controlada a distancia se debe diseñar y fabricar de modo que responda únicamente a las señales de las unidades de mando previstas. 3.3.1 Órganos de accionamiento.-Desde el puesto de

conducción, el conductor deberá poder accionar todos los órganos de accionamiento necesarios para el funcionamiento de la máquina, salvo para las funciones que solo puedan realizarse con total seguridad utilizando órganos de accionamiento situados en otra parte. Entre estas funciones figuran, en particular, aquellas de las que son responsables otros operadores aparte del conductor, o para las cuales el conductor debe abandonar el puesto de conducción con objeto de controlarlas con total seguridad.

Cuando existan pedales, deben estar diseñados, fabricados y dispuestos de forma que puedan ser accionados con total seguridad por el conductor, con un riesgo mínimo de accionamiento incorrecto. Los pedales deberán presentar una superficie antideslizante y ser de fácil limpieza. Cuando su accionamiento pueda suponer riesgos, especialmente movimientos peligrosos, los órganos de accionamiento de la máquina, excepto los que tengan posiciones predeterminadas, deberán volver a una posición neutra en cuanto el operador los suelte. En el caso de máquinas con ruedas, el mecanismo de dirección se debe diseñar y fabricar de modo que reduzca la fuerza de los movimientos bruscos del volante o de la palanca de dirección como resultado de choques sobre las ruedas directrices. Todo órgano de bloqueo del diferencial deberá estar diseñado y dispuesto de modo que permita desbloquear el diferencial cuando la máquina esté en movimiento. El párrafo sexto del punto 1.2.2, relativo a las señales de advertencia sonoras y/o visuales, se aplicará solamente en el caso de marcha atrás. 3.3.2 Puesta en marcha/desplazamiento.-El desplazamiento de una máquina automotora con conductor a bordo solo podrá efectuarse si el conductor se encuentra en su puesto de mando. Cuando, por necesidades de su funcionamiento, una máquina esté equipada con dispositivos que sobresalgan de su gálibo normal (por ejemplo, estabilizadores, brazos, etc.), será preciso que el conductor disponga de medios que le permitan verificar con facilidad, antes de desplazarla, que dichos dispositivos se encuentran en una posición que permita un desplazamiento seguro. Este mismo requisito se aplicará a todos los demás elementos que, para hacer posible un desplazamiento seguro, deban ocupar una posición definida, bloqueada si es necesario. Cuando ello no ocasione otros riesgos, el desplazamiento de la máquina deberá estar supeditado a la posición segura de los elementos citados anteriormente. La máquina no deberá poder desplazarse involuntariamente cuando se ponga en marcha el motor. 3.3.3 Función de desplazamiento.-Sin perjuicio de las normas obligatorias para la circulación por carretera, las máquinas automotoras y sus remolques deberán cumplir los requisitos para la desaceleración, parada, frenado e inmovilización que garanticen la seguridad en todas las condiciones previstas de funcionamiento, carga, velocidad, estado del suelo y pendientes. El conductor deberá poder desacelerar y detener una máquina automotora mediante un dispositivo principal. En la medida en que la seguridad lo exija, y en caso de que falle el dispositivo principal, o cuando no haya la energía necesaria para accionar este dispositivo, deberá existir un dispositivo de emergencia, con un órgano de accionamiento totalmente independiente y fácilmente accesible, que permita decelerar y parar la máquina. En la medida en que la seguridad lo exija, para mantener inmóvil la máquina deberá existir un dispositivo de estacionamiento. Dicho dispositivo podrá integrarse en uno de los dispositivos mencionados en el segundo párrafo, siempre que se trate de un dispositivo puramente mecánico. Una máquina controlada a distancia deberá disponer de dispositivos para obtener la parada automática e inmediata de la máquina y para impedir un funcionamiento potencialmente peligroso en las situaciones siguientes:

Si el conductor pierde el control,

si la máquina recibe una señal de parada, cuando se detecte un fallo en una parte del sistema relativa a la seguridad, cuando no se haya detectado una señal de validación durante un plazo especificado.

El punto 1.2.4 no se aplicará a la función de desplazamiento.

3.3.4 Desplazamiento de máquinas con conductor a pie.-En el caso de las máquinas automotoras con conductor a pie, los desplazamientos solo se podrán producir si el conductor mantiene accionado el órgano de accionamiento correspondiente. En particular, la máquina no deberá poder desplazarse cuando se ponga en marcha el motor.

Los sistemas de mando de las máquinas con conductor a pie se deben diseñar de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos debidos al desplazamiento inesperado de la máquina hacia el conductor, en particular los riesgos de:

Aplastamiento,

lesiones debidas a las herramientas rotativas.

La velocidad de desplazamiento de la máquina deberá ser compatible con la velocidad de un conductor a pie.

En el caso de las máquinas a las que se pueda acoplar una herramienta rotativa, deberá ser imposible accionar la herramienta rotativa mientras esté activada la marcha atrás, a menos que el desplazamiento de la máquina sea resultado del movimiento de la herramienta. En este último caso, la velocidad de marcha atrás deberá ser tal que no represente peligro alguno para el conductor. 3.3.5 Fallo del circuito de mando.- Cuando exista un fallo en la alimentación de la servodirección, este no deberá impedir dirigir la máquina durante el tiempo necesario para detenerla.

3.4. Medidas de protección contra peligros mecánicos. 3.4.1 Movimientos no intencionados.-La máquina se debe diseñar, fabricar y, en su caso, montar sobre su soporte móvil de forma que, durante su desplazamiento, las oscilaciones incontroladas de su centro de gravedad no afecten a su estabilidad ni sometan a su estructura a esfuerzos excesivos.

3.4.2 Elementos móviles de transmisión.-No obstante lo dispuesto en el punto 1.3.8.1, en el caso de los motores, los resguardos móviles que impidan el acceso a los elementos móviles del compartimento motor podrán no disponer de dispositivos de enclavamiento, siempre y cuando su apertura requiera la utilización bien de una herramienta o de una llave, o bien el accionamiento de un órgano situado en el puesto de conducción, siempre que este se encuentre situado en una cabina completamente cerrada y provista de cerradura que permita impedir el acceso a personas no autorizadas. 3.4.3 Riesgo de volcar o de dar vueltas.-Cuando, en una máquina automotora con conductor, operadores u otras personas a bordo, exista riesgo de dar vueltas o de volcar, dicha máquina debe estar provista de una estructura de protección adecuada, salvo si ello incrementa el riesgo. Dicha estructura debe ser tal que, en caso de dar vueltas o volcar, asegure a las personas a bordo un volumen límite de deformación adecuado. A fin de comprobar que la estructura cumple el requisito que establece el segundo párrafo, el fabricante o su representante autorizado deberá efectuar o hacer efectuar ensayos adecuados para cada tipo de estructura. 3.4.4 Caída de objetos.-Cuando, en una máquina automotora con conductor, operadores u otras personas a bordo, exista un riesgo de caída de objetos o materiales, dicha máquina se debe diseñar y construir de modo que se tenga en cuenta dicho riesgo y esté provista, si el tamaño lo permite, de una estructura de protección adecuada. Dicha estructura debe ser tal que, en caso de caída de objetos o de materiales, garantice a las personas a bordo un volumen límite de deformación adecuado. A fin de comprobar que la estructura cumple el requisito que establece el segundo párrafo, el fabricante o su representante autorizado deberá efectuar o

hacer efectuar ensayos adecuados para cada tipo de estructura. 3.4.5 Medios de acceso.-Los asideros y escalones se deben diseñar, fabricar e instalar de forma que los operadores puedan utilizarlos instintivamente sin accionar los órganos de accionamiento para facilitar el acceso. 3.4.6 Dispositivos de remolque.-Cualquier máquina que se utilice para remolcar o ir remolcada debe estar equipada con dispositivos de remolque o enganche diseñados, fabricados y dispuestos de forma que el enganche y el desenganche sean fáciles y seguros y que no pueda producirse un desenganche accidental mientras se esté utilizando la máquina. Siempre que así lo exija la carga de la lanza, dichas máquinas deben ir provistas de un soporte con una superficie de apoyo adaptada a la carga y al suelo. 3.4.7 Transmisión de potencia entre la máquina automotora (o el tractor) y la máquina receptora.-Los dispositivos amovibles de transmisión mecánica que unen una máquina automotora (o un tractor) al primer soporte fijo de una máquina receptora se deben diseñar y fabricar de manera que cualquier parte en movimiento durante su funcionamiento disponga de protección, a lo largo de toda su longitud. Del lado de la máquina automotora o del tractor, la toma de fuerza a la que se engancha el dispositivo amovible de transmisión mecánica debe disponer de protección, bien mediante un resguardo fijado y unido a la máquina automotora (o al tractor), bien mediante cualquier otro dispositivo que brinde una protección equivalente. Dicho resguardo se debe poder abrir para acceder al dispositivo amovible de transmisión. Una vez instalado el resguardo, debe quedar espacio suficiente para evitar que el árbol de arrastre lo deteriore durante el movimiento de la máquina (o tractor). En la máquina receptora, el árbol receptor debe ir albergado en un cárter de protección fijado a la máquina. Solo se permite instalar limitadores de par o ruedas libres en transmisiones por cardán por el lado del enganche con la máquina receptora. En este caso será conveniente indicar en el dispositivo amovible de transmisión mecánica el sentido del montaje. Cualquier máquina receptora cuyo funcionamiento requiera un dispositivo amovible de transmisión mecánica que la una a una máquina automotora (o a un tractor) debe tener un sistema de enganche del dispositivo amovible de transmisión mecánica para que, cuando se desenganche la máquina, el dispositivo amovible de transmisión mecánica y su resguardo no se deterioren al entrar en contacto con el suelo o con un elemento de la máquina. Los elementos exteriores del resguardo se deben diseñar, fabricar y disponer de forma que no puedan girar con el dispositivo amovible de transmisión mecánica. El resguardo debe cubrir la transmisión hasta las extremidades de las mordazas interiores, en el caso de juntas cardán simples y, por lo menos, hasta el centro de la(s) junta(s) exterior(es), en el caso de juntas cardán de ángulo grande. Cuando se prevean medios de acceso a los puestos de trabajo próximos al dispositivo amovible de transmisión mecánica, se deben diseñar y fabricar de manera que se evite que los resguardos de los árboles de transmisión se puedan utilizar como estribo, a menos que se hayan diseñado y fabricado para tal fin.

3.5 Medidas de protección contra otros peligros. 3.5.1 Batería de acumuladores.-El compartimiento de la batería se debe diseñar y fabricar de forma que se impida la proyección del electrolito sobre el operador en caso de que la máquina vuelque o dé vueltas, y que se evite la acumulación de vapores en los lugares ocupados por los operadores.

La máquina se debe diseñar y fabricar de forma que pueda desconectarse la batería por medio de un dispositivo de fácil acceso instalado al efecto. 3.5.2 Incendio.-En función de los riesgos previstos por el fabricante, y cuando sus dimensiones así lo permitan, la máquina debe:

Permitir la instalación de extintores fácilmente accesibles, o

ir provista de sistemas de extinción que formen parte integrante de la máquina.

3.5.3 Emisiones de sustancias peligrosas.-Los párrafos segundo y tercero del punto 1.5.13 no se aplicarán cuando la función principal de la máquina sea la pulverización de productos. No obstante, el

operador debe estar protegido contra el riesgo de exposición a dichas emisiones peligrosas. 3.6 Información e indicaciones. 3.6.1 Rótulos, señales y advertencias.-Cada máquina debe disponer de rótulos y/o de placas con las instrucciones relativas a la utilización, reglaje y mantenimiento, siempre que ello sea necesario en orden a garantizar la salud y seguridad de las personas. Se deben elegir, diseñar y realizar de forma que se vean claramente y sean duraderos.

Sin perjuicio de lo dispuesto en las normas de circulación por carretera, las máquinas con conductor a bordo deberán disponer del equipo siguiente:

Un dispositivo de señalización acústica que permita avisar a las personas,

un sistema de señalización luminosa apropiado para las condiciones de uso previstas; este último requisito no se aplicará a las máquinas exclusivamente destinadas a trabajos subterráneos y desprovistas de energía eléctrica, en caso necesario, debe existir una conexión apropiada entre el remolque y la máquina para el funcionamiento de las señales.

Las máquinas controladas a distancia que, en condiciones normales de utilización, presenten un riesgo de choque o de aplastamiento para las personas deben estar equipadas de medios adecuados para señalar sus desplazamientos o de medios para proteger de dichos riesgos a las personas. También debe ser así en las máquinas cuya utilización implique la repetición sistemática de desplazamientos hacia adelante y hacia atrás sobre un mismo eje, y cuyo conductor no tenga visión directa de la zona situada por detrás de la máquina.

La máquina se debe fabricar de forma que no pueda producirse una desactivación involuntaria de los dispositivos de advertencia y de señalización. Siempre que ello sea indispensable por motivos de seguridad, dichos dispositivos deben estar equipados de sistemas que permitan controlar su funcionamiento correcto y dar a conocer al operador cualquier fallo de los mismos. En el caso de máquinas cuyos movimientos, o los de sus herramientas, sean particularmente peligrosos, se debe colocar sobre la máquina una inscripción que prohíba acercarse a la misma durante el trabajo; las inscripciones deben ser legibles desde una distancia suficiente para garantizar la seguridad de las personas que vayan a trabajar en su proximidad. 3.6.2 Marcado.-Cada máquina debe llevar, de forma legible e indeleble, las indicaciones siguientes:

La potencia nominal expresada en kilovatios (kW),

la masa en la configuración más usual en kilogramos (kg),

y, en su caso: El máximo esfuerzo de tracción previsto en el gancho de tracción en newtons (N),

el máximo esfuerzo vertical previsto sobre el gancho de tracción en newtons (N).

3.6.3 Manual de instrucciones. 3.6.3.1 Vibraciones.-En el manual de instrucciones se indicará lo siguiente sobre las vibraciones que la máquina transmita al sistema mano-brazo o a todo el cuerpo: El valor total de las vibraciones a las que esté expuesto el sistema mano-brazo, cuando excedan de 2,5 m/s<sup>2</sup>. Cuando este valor no exceda de 2,5 m/s<sup>2</sup>, se debe mencionar este hecho,

el valor cuadrático medio más elevado de la aceleración ponderada a la que esté expuesto todo el cuerpo, cuando este valor exceda de 0,5 m/s<sup>2</sup>. Cuando este valor no exceda de 0,5 m/s<sup>2</sup>, se debe mencionar este hecho, la incertidumbre de la medición.

Estos valores se medirán realmente en la máquina considerada, o bien se establecerán a partir de mediciones efectuadas en una máquina técnicamente comparable y representativa de la máquina a fabricar.

Cuando no se apliquen normas armonizadas, las vibraciones se deben medir utilizando el código de medición que mejor se adapte a la máquina. Deberán describirse las condiciones de funcionamiento de la máquina durante la medición, así como los códigos de medición utilizados para esta. 3.6.3.2 Múltiples usos.- El manual de instrucciones de las máquinas que permitan varios usos, según el equipo aplicado, y el manual de instrucciones de los equipos intercambiables deben incluir la información necesaria para montar y utilizar con total seguridad la máquina de base y los equipos intercambiables que se puedan montar en ella.

#### 4. Requisitos esenciales complementarios de seguridad y de salud para neutralizar los peligros derivados de las operaciones de elevación

Las máquinas que presenten peligros debidos a operaciones de elevación deben responder a todos los requisitos esenciales de seguridad y de salud pertinentes, descritos en el presente capítulo, de acuerdo con lo establecido en el punto 4 de los Principios generales. 4.1 Generalidades. 4.1.1 Definiciones. a) «Operación de elevación»: operación de desplazamiento de cargas unitarias formadas por objetos y/o personas que necesita, en un momento dado, un cambio de nivel.

b) «Carga guiada»: carga cuyo desplazamiento se realiza en su totalidad a lo largo de guías rígidas o flexibles, cuya posición viene determinada por puntos fijos. c) «Coeficiente de utilización»: relación aritmética entre la carga que un elemento puede soportar, garantizada por el fabricante o su representante autorizado, y la carga máxima de utilización marcada en el elemento. d) «Coeficiente de prueba»: relación aritmética entre la carga utilizada para efectuar las pruebas estáticas o dinámicas de una máquina de elevación o de un accesorio de elevación y la carga máxima de utilización marcada en la máquina de elevación o en el accesorio de elevación, respectivamente. e) «Prueba estática»: ensayo que consiste en inspeccionar una máquina de elevación o un accesorio de elevación, y en aplicarle después una fuerza correspondiente a la carga máxima de utilización multiplicada por el coeficiente de prueba estática adecuado y, tras retirar la carga, inspeccionar de nuevo la máquina o el accesorio de elevación con el fin de verificar que no se ha producido ningún daño. f) «Prueba dinámica»: ensayo que consiste en hacer funcionar la máquina de elevación en todas sus configuraciones posibles con la carga máxima de utilización multiplicada por el coeficiente de prueba dinámica adecuado habida cuenta del comportamiento dinámico de la máquina de elevación, a fin de verificar su buen funcionamiento. g) «Habitáculo»: parte de la máquina en la que se sitúan las personas y/o los objetos con el fin de ser elevados.

4.1.2 Medidas de protección contra peligros mecánicos. 4.1.2.1 Riesgos debidos a la falta de estabilidad.-La máquina se debe diseñar y fabricar de modo que la estabilidad exigida en el punto 1.3.1 se mantenga tanto en servicio como fuera de servicio, incluidas todas las fases de transporte, montaje y desmontaje, durante los fallos previsibles de un elemento y también durante los ensayos efectuados de conformidad con el manual de instrucciones. Para ello, el fabricante o su representante autorizado deberá utilizar los métodos de verificación apropiados.

4.1.2.2 Máquina que circula por guías o por pistas de rodadura.-La máquina debe ir provista de dispositivos que actúen sobre las guías o pistas de rodadura, con el fin de evitar los descarrilamientos. Si, a pesar de tales dispositivos, sigue habiendo riesgo de descarrilamiento o de fallo de los elementos de guiado o de rodadura, se deben prever dispositivos que impidan la caída de equipos, de elementos o de la carga o el vuelco de la máquina. 4.1.2.3 Resistencia mecánica.-La máquina, los accesorios de elevación y sus elementos deben poder resistir los esfuerzos a los que estén sometidos durante el funcionamiento y, si procede, cuando no funcionen, en las condiciones de instalación y de funcionamiento previstas y en todas las configuraciones pertinentes, teniendo en cuenta, en su caso, los efectos producidos por los factores atmosféricos y por las fuerzas ejercidas por las personas. Este requisito debe cumplirse igualmente durante el transporte, montaje y desmontaje. La máquina y los accesorios de elevación se deben diseñar y fabricar de manera que se eviten los fallos debidos a la fatiga o al desgaste habida cuenta del uso previsto. Los materiales empleados se deben elegir teniendo en cuenta el ambiente de trabajo previsto, prestando especial atención en lo que respecta a la corrosión, abrasión, golpes, temperaturas extremas, fatiga, fragilidad y envejecimiento. La máquina y los accesorios de elevación se deben diseñar y fabricar de modo que puedan soportar sin deformación permanente o defecto visible las sobrecargas debidas a las pruebas estáticas. Los cálculos de resistencia deben tener en cuenta el valor del coeficiente de prueba estática seleccionado de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado; dicho coeficiente tendrá, como regla general, los valores siguientes:

- a) Máquinas movidas por la fuerza humana y accesorios de elevación: 1,5;
- b) otras máquinas: 1,25.

La máquina se debe diseñar y fabricar de modo que soporte sin fallo las pruebas dinámicas efectuadas con la carga máxima de utilización multiplicada por el coeficiente de prueba dinámica. Dicho coeficiente de prueba dinámica se seleccionará de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado; como regla general, dicho coeficiente será igual a 1,1. Dichas pruebas se efectuarán, como regla general, a las velocidades nominales previstas. En caso de que el sistema de mando de la máquina permita diversos movimientos simultáneos, las pruebas deberán efectuarse en las condiciones más desfavorables, como regla general combinando los movimientos.

4.1.2.4. Poleas, tambores, rodillos, cables y cadenas.-Las poleas, tambores y rodillos deberán tener diámetros compatibles con las dimensiones de los cables o de las cadenas con los que puedan estar equipados. Los tambores y rodillos se deben diseñar, fabricar e instalar de forma que los cables o las cadenas con los que están equipados puedan enrollarse sin salirse del emplazamiento previsto. Los cables utilizados directamente para levantar o soportar la carga no deben llevar ningún empalme excepto el de sus extremos. No obstante, se tolerarán los empalmes en aquellas instalaciones destinadas, por su diseño, a modificarse regularmente en función de las necesidades de uso. El coeficiente de utilización del conjunto formado por el cable y sus terminaciones se seleccionará de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado; como regla general, dicho coeficiente será igual a 5. El coeficiente de utilización de las cadenas de elevación se debe seleccionar de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado; como regla general, dicho coeficiente será igual a 4. A fin de comprobar que se ha alcanzado un coeficiente de utilización adecuado, el fabricante o su representante autorizado debe efectuar o hacer efectuar las pruebas adecuadas para cada tipo de cadena y de cable utilizado directamente para elevar la carga y para cada tipo de terminación de cable. 4.1.2.5 Accesorios de elevación y sus elementos.-Los accesorios de elevación y sus elementos deben estar dimensionados para un número de ciclos de funcionamiento conforme a la duración de vida prevista de los mismos, en las condiciones de funcionamiento especificadas para la aplicación de que se trate, teniendo en cuenta los fenómenos de fatiga y de envejecimiento. Además:

a) El coeficiente de utilización de las combinaciones formadas por el cable y la terminación se debe seleccionar de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado; como regla general, dicho coeficiente será igual a 5. Los cables no deben llevar ningún empalme ni lazo salvo en sus extremos.

b) Cuando se utilicen cadenas de eslabones soldados, estas deberán ser del tipo de eslabones cortos. El coeficiente de utilización de las cadenas se debe seleccionar de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado; como regla general, dicho coeficiente será igual a 4. c) El coeficiente de utilización de los cables o abrazaderas de fibras textiles dependerá del material, del procedimiento de fabricación, de las dimensiones y de su utilización. Dicho coeficiente se debe seleccionar de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado; como regla general, será igual a 7 siempre y cuando los materiales empleados sean de excelente calidad comprobada y que el proceso de fabricación sea el apropiado para el uso previsto. De lo contrario el coeficiente será, como regla general, más elevado, a fin de ofrecer un nivel de seguridad equivalente. Las cuerdas o abrazaderas de fibra textil no llevarán ningún empalme, lazo o enlace salvo en el extremo de la eslinga o en el cierre de una eslinga sin fin. d) El coeficiente de utilización de todos los elementos metálicos de una eslinga, o que se utilicen con una eslinga, se debe seleccionar de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado; como regla general, dicho coeficiente será igual a 4. e) La carga máxima de utilización de una eslinga de hilos múltiples se debe determinar teniendo en cuenta el coeficiente de utilización del hilo más débil, el número de hilos y un factor de reducción que dependerá de la configuración de eslingado. f) A fin de comprobar que se ha alcanzado un coeficiente de utilización adecuado, el fabricante o su representante autorizado debe efectuar o hacer efectuar las pruebas adecuadas para cada tipo de elemento mencionado en las letras a), b), c) y d).

4.1.2.6 Control de los movimientos.-Los órganos de accionamiento para controlar los movimientos deberán actuar de forma que la máquina en la que van instalados permanezca en situación de seguridad. a) La máquina se debe diseñar, fabricar o equipar con dispositivos de manera que se mantenga la amplitud de los movimientos de sus elementos dentro de los límites previstos. La actuación de estos dispositivos, en su caso, deberá ir precedida de una advertencia.

b) Cuando varias máquinas fijas o sobre raíles puedan evolucionar simultáneamente en el mismo lugar, con riesgos de colisión, dichas máquinas se deben diseñar y fabricar de modo que puedan equiparse con sistemas que permitan evitar estos riesgos. c) La máquina se debe diseñar y fabricar de forma que las cargas no puedan deslizarse de forma peligrosa o caer inesperadamente en caída libre, ni siquiera en caso de fallo parcial o total de la alimentación de energía o de que el operador deje de accionar la máquina. d) En condiciones normales de funcionamiento, no será posible que el descenso de la carga dependa exclusivamente de un freno de fricción, excepto en las máquinas cuya función requiera realizar la operación de esa manera. e) Los órganos de presión se deben diseñar y fabricar de forma que las cargas no puedan dejarse caer inadvertidamente.

4.1.2.7 Movimiento de las cargas durante la manutención.-El puesto de mando de las máquinas debe estar ubicado de manera que permita vigilar al máximo la trayectoria de los elementos en movimiento, con el fin de evitar posibles choques con personas, materiales u otras máquinas que puedan funcionar simultáneamente y que puedan constituir un peligro.

Las máquinas de carga guiada se deben diseñar y construir de modo tal que se eviten las lesiones personales debidas al movimiento de la carga, del habitáculo o de los contrapesos, si existen. 4.1.2.8 Máquinas que comuniquen rellosan fijos.

4.1.2.8.1 Desplazamientos del habitáculo.-Los desplazamientos del habitáculo de una máquina que comunique rellanos fijos deben estar guiados por medios rígidos hacia los rellanos y en los mismos. Los sistemas de tijera se consideran también como guiado rígido.

4.1.2.8.2 Acceso al habitáculo.-Cuando las personas tengan acceso al habitáculo, la máquina se debe diseñar y fabricar de modo que el habitáculo permanezca estático durante el acceso, en particular durante la carga y la descarga. La máquina se debe diseñar y fabricar de modo que la diferencia de nivel entre el habitáculo y el rellano al que acceda no suponga un riesgo de tropezar. 4.1.2.8.3 Riesgos debidos al contacto con el habitáculo en movimiento.-Cuando sea necesario para cumplir el requisito expresado en el párrafo segundo del punto 4.1.2.7, el volumen recorrido debe ser inaccesible durante el funcionamiento normal. Cuando, durante la inspección o el mantenimiento, exista riesgo de que las personas situadas por debajo o por encima del habitáculo queden aplastadas entre este y cualquier elemento fijo, se debe dejar espacio libre suficiente, bien por medio de refugios físicos o bien por medio de dispositivos mecánicos de bloqueo del desplazamiento del habitáculo. 4.1.2.8.4 Riesgos de caída de la carga fuera del habitáculo.- Cuando exista riesgo de caída de la carga fuera del habitáculo, la máquina se debe diseñar y fabricar de manera que se evite dicho riesgo. 4.1.2.8.5 Rellanos.-Se deben evitar los riesgos debidos al contacto de las personas situadas en los rellanos con el habitáculo en movimiento u otras partes móviles. Cuando exista riesgo de que las personas caigan dentro del volumen recorrido cuando el habitáculo no esté presente en los rellanos, se deben instalar resguardos para evitar dicho riesgo. Dichos resguardos no deberán abrirse en dirección del volumen recorrido. Deben estar provistos de un dispositivo de enclavamiento y bloqueo controlado por la posición del habitáculo, que impida:

Los desplazamientos peligrosos del habitáculo mientras los resguardos no estén cerrados y bloqueados,

la apertura peligrosa de un resguardo hasta que el habitáculo haya parado en el rellano correspondiente.

4.1.3 Aptitud para el uso.-Cuando se comercialicen o se pongan por primera vez en servicio máquinas de elevación o accesorios de elevación, el fabricante o su representante autorizado deberá garantizar, tomando o haciendo tomar las medidas oportunas, que las máquinas de elevación o los accesorios de elevación que estén listos para su uso -manuales o motorizados-puedan cumplir sus funciones previstas con total seguridad.

Las pruebas estáticas y dinámicas a que se refiere el punto 4.1.2.3 se deben efectuar en todas las máquinas de elevación listas para su puesta en servicio. Cuando la máquina no se pueda montar en las instalaciones del fabricante o en las de su representante autorizado, se deben tomar las medidas oportunas en el lugar de utilización. En los demás casos, las medidas se pueden tomar bien en las instalaciones del fabricante o en el lugar de utilización.

4.2. Requisitos para las máquinas movidas por una energía distinta de la fuerza humana. 4.2.1 Control de los movimientos.-Los órganos de accionamiento para controlar los movimientos de la máquina o de sus equipos deberán ser de accionamiento mantenido. Sin embargo, para los movimientos, parciales o totales, que no presenten ningún riesgo de choque para la carga o la máquina, dichos órganos podrán sustituirse por órganos de accionamiento que autoricen paradas automáticas en posiciones preseleccionadas sin que el operador mantenga la acción sobre el órgano de accionamiento.

4.2.2 Control de carga.-Las máquinas con una carga máxima de utilización de 1 000 kg, como mínimo, o cuyo momento de vuelco sea, como mínimo, igual a 40 000 Nm, deberán estar equipadas de dispositivos que adviertan al conductor y que impidan los movimientos peligrosos en caso:

De sobrecarga, por sobrepasar la carga máxima de utilización o el momento máximo de utilización debido a un exceso de carga,

de sobrepasar el momento de vuelco.

4.2.3 Instalaciones guiadas por cables.-Los cables portadores, tractores o portadores-tractores, se deben tensar mediante contrapesos o mediante un dispositivo que permita controlar permanentemente la tensión. 4.3. Información y marcados. 4.3.1 Cadenas, cables y cinchas.-Cada longitud de cadena, cable o cincha de elevación que no forme parte de un conjunto debe llevar una marca o, cuando ello no sea posible, una placa o anilla inamovible con el nombre y la dirección del fabricante o de su representante autorizado y la identificación de la certificación correspondiente.

La certificación arriba mencionada debe contener, al menos, la siguiente información:

a) El nombre y la dirección del fabricante y, en su caso, de su representante autorizado.

b) Una descripción de la cadena o del cable, que incluya:

Sus dimensiones nominales,

su fabricación, el material usado en su fabricación, y cualquier tratamiento metalúrgico especial a que haya sido sometido el material.

c) El método de ensayo utilizado.

d) La carga máxima de utilización que haya de soportar la cadena o la cuerda. En función de las aplicaciones previstas podrá indicarse una gama de valores.

4.3.2 Accesorios de elevación.-Los accesorios de elevación deberán llevar las siguientes indicaciones: Identificación del material cuando se precise de esta información para la seguridad en la utilización,

la carga máxima de utilización.

En el caso de los accesorios de elevación cuyo marcado sea físicamente imposible, las indicaciones a que se refiere el primer párrafo deberán figurar en una placa u otro medio equivalente y estar firmemente fijadas al accesorio.

Las indicaciones deben ser legibles y estar colocadas en un lugar en el que no puedan desaparecer por causa del desgaste ni pongan en peligro la resistencia del accesorio. 4.3.3 Máquinas de elevación.-La carga máxima de utilización debe ir marcada de modo destacado en la máquina. Este marcado debe ser legible, indeleble y en forma no codificada. Cuando la carga máxima de utilización dependa de la configuración de la máquina, cada puesto de mando debe llevar una placa de cargas que incluya, preferentemente en forma de diagrama o de cuadro, la carga máxima de utilización permitida para cada configuración. Las máquinas diseñadas exclusivamente para la elevación de objetos, equipadas con un habitáculo que permita el acceso de las personas, deben llevar una advertencia clara e indeleble que prohíba la elevación de personas. Dicha indicación debe ser visible en cada uno de los emplazamientos por los que sea posible el acceso.

4.4 Manual de instrucciones. 4.4.1 Accesorios de elevación.-Cada accesorio de elevación o cada partida de accesorios de elevación comercialmente indivisible debe ir acompañada de un folleto de instrucciones que incluya, como mínimo, las indicaciones siguientes: a) El uso previsto.

b) Los límites de empleo [sobre todo de los accesorios de elevación tales como ventosas magnéticas o de vacío que no puedan satisfacer plenamente los requisitos del punto 4.1.2.6, letra e)]. c) Las instrucciones de montaje, utilización y mantenimiento. d) El coeficiente de prueba estática utilizado.

4.4.2. Máquinas de elevación.-La máquina de elevación debe ir acompañada de un manual de instrucciones en el que se indique lo siguiente: a) Las características técnicas de la máquina y, en particular: La carga máxima de utilización y, cuando proceda, una copia de la placa de cargas o cuadro de cargas descritos en el punto 4.3.3, párrafo segundo,

las reacciones en los apoyos o en los anclajes y, cuando proceda, las características de las pistas de rodadura, si procede, la definición y los medios de instalación de los lastres;

b) El contenido del libro historial de la máquina, si no fuera suministrado con la máquina.

c) Los consejos de utilización, en particular para remediar la falta de visión directa de la carga por el operador. d) Cuando proceda, un informe de ensayo en el que se detallen las pruebas estáticas y dinámicas efectuadas por o para el fabricante o su representante autorizado. e) Para las máquinas que no se hayan montado en las instalaciones del fabricante en su configuración de utilización, las instrucciones necesarias para llevar a cabo las mediciones a que se refiere el punto 4.1.3 antes de su primera puesta en servicio.

## 5. Requisitos esenciales complementarios de seguridad y de salud para las máquinas destinadas a trabajos subterráneos

Las máquinas destinadas a trabajos subterráneos deben responder a todos los requisitos esenciales de seguridad y de salud descritos en el presente capítulo, de acuerdo con lo establecido en el punto 4 de los Principios generales.

5.1 Riesgos debidos a la falta de estabilidad.-Los sostenimientos autodesplazables se deben diseñar y fabricar de modo que mantengan una dirección dada durante su desplazamiento y que no puedan deslizar ni antes de la puesta en presión, ni durante ella ni después de la descompresión. Deben disponer de puntos de anclaje para las placas de cabezal de los puntales hidráulicos individuales.

5.2 Circulación.-Los sostenimientos autodesplazables deben permitir que las personas circulen sin dificultades. 5.3 Órganos de accionamiento.-Los órganos de accionamiento para la aceleración y el frenado del desplazamiento de las máquinas móviles sobre raíles deben ser accionados con las manos. No obstante, los dispositivos de validación podrán accionarse con el pie. Los órganos de accionamiento de los sostenimientos autodesplazables se deben diseñar, fabricar y disponer de forma que, durante las operaciones de desplazamiento, los operadores queden resguardados por un sostenimiento ya colocado. Los órganos de accionamiento deben estar protegidos contra cualquier accionamiento involuntario. 5.4 Parada.-Las máquinas automotoras sobre raíles destinadas a ser utilizadas en trabajos subterráneos deben ir provistas de un dispositivo de validación que actúe sobre el circuito de mando del desplazamiento de la máquina, de modo que el desplazamiento quede detenido si el conductor deja de controlar el desplazamiento. 5.5 Incendio.-El segundo guión del punto 3.5.2 es obligatorio para las máquinas que tengan partes altamente inflamables. El sistema de frenado de las máquinas destinadas a trabajos subterráneos se debe diseñar y fabricar de forma que no produzca chispas ni pueda provocar incendios. Las máquinas de motor de combustión interna destinadas a trabajos subterráneos deben estar equipadas exclusivamente con motores que utilicen un carburante de baja tensión de vapor y que no puedan producir chispas de origen eléctrico. 5.6 Emisiones de escape.-Las emisiones de escape de los motores de combustión interna no deben evacuarse hacia arriba.

## 6. Requisitos esenciales complementarios de seguridad y de salud para las máquinas que presentan peligros particulares debidos a la elevación de personas

Las máquinas que presenten peligros debidos a la elevación de personas deben responder a todos los requisitos esenciales de seguridad y de salud pertinentes, descritos en el presente capítulo, de acuerdo con lo establecido en el punto 4 de los Principios generales.

6.1 Generalidades. 6.1.1 Resistencia mecánica.-El habitáculo, incluidas todas las trampillas, debe estar diseñado y fabricado de tal manera que ofrezca el espacio y presente la resistencia correspondiente al número máximo de personas autorizado en dicho habitáculo y a la carga máxima de utilización.

Los coeficientes de utilización de los componentes definidos en los puntos 4.1.2.4 y 4.1.2.5 no son suficientes para las máquinas destinadas a la elevación de personas y, por regla general, deberán duplicarse. Las máquinas diseñadas para la elevación de personas o de personas y objetos deben estar equipadas de un sistema de suspensión o de soporte del habitáculo, diseñado y fabricado de manera que se garantice un nivel de seguridad global adecuado y se impida el riesgo de caída del habitáculo. Cuando se utilicen cables o cadenas para suspender el habitáculo, como regla general, se requieren al menos dos cables o cadenas independientes, cada uno de los cuales debe disponer de su propio sistema de anclaje. 6.1.2 Control de carga para las máquinas movidas por una energía distinta de la fuerza humana.-Los requisitos del punto 4.2.2 se aplicarán con independencia de la carga máxima de utilización y del momento de vuelco, salvo que el fabricante pueda demostrar que no existe riesgo de sobrecarga ni de vuelco.

6.2 Órganos de accionamiento.-Cuando los requisitos de seguridad no impongan otras soluciones, el habitáculo debe estar diseñado y fabricado, como regla general, de forma que las personas que se encuentren dentro de él dispongan de medios para controlar los movimientos de subida, de bajada y, en su caso, otros movimientos del habitáculo.

Dichos órganos de accionamiento deben prevalecer sobre cualquier otro órgano de accionamiento de los mismos movimientos, salvo sobre los dispositivos de parada de emergencia. Los órganos de accionamiento para controlar estos movimientos deben ser de accionamiento mantenido, excepto cuando el propio habitáculo sea completamente cerrado. 6.3. Riesgos para las personas que se encuentren en el habitáculo.

6.3.1 Riesgos debidos a los desplazamientos del habitáculo.-Las máquinas para la elevación de personas deben estar diseñadas, fabricadas o equipadas de forma que las aceleraciones y/o deceleraciones del habitáculo no creen riesgos para las personas.

6.3.2 Riesgos de caída fuera del habitáculo.-El habitáculo no podrá inclinarse hasta el punto de crear un riesgo de caída de los ocupantes, incluso durante el movimiento de la máquina y de dicho habitáculo. Cuando el habitáculo esté previsto como puesto de trabajo, se debe prever lo necesario para asegurar la estabilidad e impedir los movimientos peligrosos. Si las medidas mencionadas en el punto 1.5.15 no son suficientes, los habitáculos deben ir equipados con unos puntos de anclaje adecuados, en número suficiente, para el número de personas autorizado en el habitáculo. Los puntos de anclaje deben ser suficientemente resistentes para la utilización de equipos de protección individual contra caídas verticales. Cuando exista una trampilla en el suelo, o en el techo, o puertas laterales, estas deben estar diseñadas y fabricadas para impedir su apertura inesperada y deben abrirse en el sentido contrario al del riesgo de caída en caso de apertura inesperada. 6.3.3 Riesgos debidos a la caída de objetos sobre el habitáculo.-Cuando exista riesgo de caída de objetos sobre el habitáculo con peligro para las personas, dicho habitáculo deberá disponer de un techo de protección.

6.4. Máquinas que comuniquen rellanos fijos. 6.4.1 Riesgos para las personas que se encuentren en, o sobre, el habitáculo.-El habitáculo debe estar diseñado y fabricado de manera que se eviten los riesgos debidos al contacto de las personas y/o los objetos situados en, o sobre, el habitáculo con cualquier elemento fijo o móvil. Cuando sea necesario para cumplir este requisito, el propio habitáculo deberá ser completamente cerrado con puertas equipadas de un dispositivo de enclavamiento que impida los movimientos peligrosos de dicho habitáculo a menos que las puertas estén cerradas. Cuando exista riesgo de caída fuera del habitáculo, las puertas deben permanecer cerradas si el habitáculo se detuviera entre dos rellanos.

Las máquinas se deben diseñar, fabricar y, en caso necesario, equipar con dispositivos de manera que impidan todo desplazamiento incontrolado de subida o de bajada del habitáculo. Estos dispositivos deben poder detener el habitáculo con su carga máxima de utilización y a la velocidad máxima previsible. La acción de parada no debe provocar una deceleración peligrosa para los ocupantes, sean cuales sean las condiciones de carga. 6.4.2 Órganos de accionamiento situados en los rellanos.-Los órganos de accionamiento, excepto los previstos para caso de emergencia, situados en los rellanos no deben iniciar el movimiento del habitáculo cuando:

Se estén accionando los órganos de accionamiento del habitáculo,

el habitáculo no esté en un rellano.

6.4.3 Acceso al habitáculo.-Los resguardos en los rellanos y en el habitáculo se deben diseñar y fabricar de manera que se garantice un tránsito seguro hacia el habitáculo y desde él, teniendo en cuenta la gama previsible de objetos y personas a elevar. 6.5 Marcados.-El habitáculo debe llevar la información necesaria para garantizar la seguridad, que incluye: El número de personas autorizado en el habitáculo,

la carga máxima de utilización.

## **ANEXO II Declaraciones**

### **1. Contenido**

#### **A. Declaración CE de conformidad de las máquinas**

Esta declaración y sus traducciones deberán redactarse con las mismas condiciones que el manual de instrucciones [véase el anexo I, punto 1.7.4.1, letras a) y b)], a máquina o bien manuscritas en letras mayúsculas.

Esta declaración se refiere únicamente a las máquinas en el estado en que se comercialicen, con exclusión de los elementos añadidos y/o de las operaciones que realice posteriormente el usuario final. La declaración CE de conformidad constará de los siguientes elementos:

1) Razón social y dirección completa del fabricante y, en su caso, de su representante autorizado.

2) Nombre y dirección de la persona facultada para reunir el expediente técnico, quien deberá estar establecida en la Comunidad. 3) Descripción e identificación de la máquina incluyendo denominación genérica, función, modelo, tipo, número de serie y denominación comercial. 4) Un párrafo que indique expresamente que la máquina cumple todas las disposiciones aplicables de la Directiva 2006/42/CE y, cuando proceda, un párrafo similar para declarar que la máquina es conforme con otras directivas comunitarias y/o disposiciones pertinentes. Estas referencias deberán ser las de los textos publicados en el «Diario Oficial de la Unión Europea». 5) En su caso, nombre, dirección y número de identificación del organismo notificado que llevó a cabo el examen CE de tipo a que se refiere el anexo IX, y número del certificado de examen CE de tipo. 6) En su caso, nombre, dirección y número de identificación del organismo notificado que aprobó el sistema de aseguramiento de calidad total al que se refiere el anexo X. 7) En su caso, referencia a las normas armonizadas mencionadas en el artículo 7, apartado 2, que se hayan utilizado. 8) En su caso, la referencia a otras normas y especificaciones técnicas que se hayan utilizado. 9) Lugar y fecha de la declaración. 10) Identificación y firma de la persona apoderada para redactar esta declaración en nombre del fabricante o de su representante autorizado.

## B. Declaración de incorporación de una cuasi máquina

Esta declaración y sus traducciones deberán redactarse con las mismas condiciones que el manual de instrucciones [véase el anexo I, punto 1.7.4.1, letras a) y b)], a máquina o bien manuscritas en letras mayúsculas.

La declaración de incorporación constará de los siguientes elementos:

1) Razón social y dirección completa del fabricante de la cuasi máquina y, en su caso, de su representante autorizado.

2) Nombre y dirección de la persona facultada para reunir la documentación técnica pertinente, quien deberá estar establecida en la Comunidad. 3) Descripción e identificación de la cuasi máquina, incluyendo: denominación genérica, función, modelo, tipo, número de serie y denominación comercial. 4) Un párrafo que especifique cuáles son los requisitos esenciales de seguridad y salud que se han aplicado y cumplido, que se ha elaborado la documentación técnica pertinente, de conformidad con el anexo VII, parte B, y, en su caso, una declaración de la conformidad de la cuasi máquina con otras directivas comunitarias pertinentes. Estas referencias deberán ser las de los textos publicados en el «Diario Oficial de la Unión Europea». 5) El compromiso de transmitir, en respuesta a un requerimiento debidamente motivado de las autoridades nacionales, la información pertinente relativa a la cuasi máquina. Este compromiso incluirá las modalidades de transmisión y no perjudicará los derechos de propiedad intelectual del fabricante de la cuasi máquina. 6) Si procede, una declaración de que la cuasi máquina no deberá ser puesta en servicio mientras la máquina final en la cual vaya a ser incorporada no haya sido declarada conforme a lo dispuesto en la Directiva 2006/42/CE. 7) Lugar y fecha de la declaración. 8) Identificación y firma de la persona apoderada para redactar esta declaración en nombre del fabricante o de su representante autorizado.

## **2. Custodia**

El fabricante de la máquina o su representante autorizado guardará el original de la declaración CE de conformidad durante un plazo mínimo de diez años a partir de la última fecha de fabricación de la máquina.

El fabricante de la cuasi máquina o su representante autorizado guardará el original de la declaración de incorporación durante un plazo mínimo de diez años a partir de la última fecha de fabricación de la cuasi máquina.

## **ANEXO III Mercado CE**

El marcado CE de conformidad estará compuesto de las iniciales «CE» diseñadas de la manera siguiente:

*Aquí aparece una imagen en el original. Consulte el documento PDF de esta disposición.*

En caso de reducir o aumentar el tamaño del marcado CE, se deberán respetar las proporciones de este logotipo.

Los diferentes elementos del marcado CE deberán tener apreciablemente la misma dimensión vertical, que no podrá ser inferior a 5 mm. Se autorizan excepciones a la dimensión mínima en el caso de las máquinas de pequeño tamaño. El marcado CE deberá colocarse junto al nombre del fabricante o su representante autorizado mediante la misma técnica. Cuando se haya aplicado el procedimiento de aseguramiento de calidad total mencionado en el artículo 12, apartado 3, letra c), y apartado 4, letra b), a continuación del marcado CE deberá figurar el número de identificación del organismo notificado.

#### **ANEXO IV Categorías de máquinas a las que deberá aplicarse uno de los procedimientos contemplados en el artículo 12, apartados 3 y 4**

1. Sierras circulares (de una o varias hojas) para trabajar la madera y materias de características físicas similares, o para cortar carne y materias de características físicas similares, de los tipos siguientes:

1.1 Sierras con una o varias hojas fijas durante el proceso de corte, con mesa o bancada fija, con avance manual de la pieza o con dispositivo de avance amovible.

1.2 Sierras con una o varias hojas fijas durante el proceso de corte, con mesa-caballote o carro de movimiento alternativo, de desplazamiento manual. 1.3 Sierras con una o varias hojas fijas durante el proceso de corte, con dispositivo de avance integrado de las piezas que se han de serrar, de carga y/o descarga manual. 1.4 Sierras con una o varias hojas móviles durante el proceso de corte, con desplazamiento motorizado de la herramienta, de carga y/o descarga manual.

2. Cepilladoras con avance manual para trabajar la madera.

3. Regruesadoras de una cara con dispositivo de avance integrado, de carga y/o descarga manual, para trabajar la madera. 4. Sierras de cinta de carga y/o descarga manual para trabajar la madera y materias de características físicas similares, o para cortar carne y materias de características físicas similares, de los tipos siguientes:

4.1 Sierras con una o varias hojas fijas durante el proceso de corte, con mesa o bancada para la pieza, fija o de movimiento alternativo.

4.2 Sierras con una o varias hojas montadas sobre un carro de movimiento alternativo.

5. Máquinas combinadas de los tipos mencionados en los puntos 1 a 4 y en el punto 7, para trabajar la madera y materias de características físicas similares.

6. Espigadoras de varios ejes con avance manual para trabajar la madera. 7. Tupíes de husillo vertical con avance manual para trabajar la madera y materias de características físicas similares. 8. Sierras portátiles de cadena para trabajar la madera. 9. Prensas, incluidas las plegadoras, para trabajar metales en frío, de carga y/o descarga manual, cuyos elementos móviles de trabajo pueden tener un recorrido superior a 6 mm y una velocidad superior a 30 mm/s. 10. Máquinas para moldear plásticos por inyección o compresión de carga o descarga manual. 11. Máquinas para moldear caucho por inyección o compresión de carga o descarga manual. 12. Máquinas para trabajos subterráneos, de los tipos siguientes:

12.1 Locomotoras y vagones-freno.

12.2 Sostenimientos hidráulicos autodesplazables.

13. Cubetas de recogida de residuos domésticos de carga manual y con mecanismo de compresión.

14. Dispositivos amovibles de transmisión mecánica, incluidos sus resguardos. 15. Resguardos para dispositivos amovibles de transmisión mecánica. 16. Plataformas elevadoras para vehículos. 17. Aparatos de elevación de personas, o de personas y materiales, con peligro de caída vertical superior a 3 metros. 18. Máquinas portátiles de fijación, de carga explosiva y otras máquinas portátiles de impacto. 19. Dispositivos de protección diseñados para detectar la presencia de personas. 20. Resguardos móviles motorizados con dispositivo de enclavamiento diseñados para utilizarse como medida de protección en las máquinas consideradas en los puntos 9, 10 y 11. 21. Bloques lógicos para desempeñar funciones de seguridad. 22. Estructuras de protección en caso de vuelco (ROPS). 23. Estructuras de protección contra la caída de objetos (FOPS).

#### **ANEXO V Lista indicativa de los componentes de seguridad mencionados en el artículo 2, letra c)**

1. Resguardos para dispositivos amovibles de transmisión mecánica.

2. Dispositivos de protección diseñados para detectar la presencia de personas. 3. Resguardos móviles motorizados con dispositivo de enclavamiento diseñados para utilizarse como medida de protección en las máquinas consideradas en el anexo IV, puntos 9, 10 y 11. 4. Bloques lógicos para desempeñar funciones de seguridad en máquinas. 5. Válvulas con medios adicionales para la detección de fallos y utilizadas para el control de los movimientos peligrosos de las máquinas. 6. Sistemas de extracción de las emisiones de las máquinas. 7. Resguardos y dispositivos de protección destinados a proteger a las personas contra elementos móviles implicados en el proceso en la máquina. 8. Dispositivos de control de carga y de control de movimientos en máquinas de elevación. 9. Sistemas para mantener a las personas en sus asientos. 10. Dispositivos de parada de emergencia. 11. Sistemas de descarga para impedir la generación de cargas electrostáticas potencialmente peligrosas. 12. Limitadores de energía y dispositivos de descarga mencionados en el anexo I, puntos 1.5.7, 3.4.7 y 4.1.2.6. 13. Sistemas y dispositivos para reducir la emisión de ruido y de vibraciones. 14. Estructuras de protección en caso de vuelco (ROPS). 15. Estructuras de protección contra la caída de objetos (FOPS). 16. Dispositivos de mando a dos manos. 17. Componentes

---

para máquinas diseñadas para la elevación y/o el descenso de personas entre distintos rellanos, incluidos en la siguiente lista:

- a) Dispositivos de bloqueo de las puertas de los rellanos.
- b) Dispositivos para evitar la caída o los movimientos ascendentes incontrolados de la cabina. c) Dispositivos para limitar el exceso de velocidad. d) Amortiguadores por acumulación de energía:

De carácter no lineal, o

Con amortiguación del retroceso.

- e) Amortiguadores por disipación de energía.

f) Dispositivos de protección montados sobre los cilindros de los circuitos hidráulicos de potencia, cuando se utilicen como dispositivos para evitar la caída. g) Dispositivos de protección eléctricos en forma de interruptores de seguridad que contengan componentes electrónicos.

### **ANEXO VI Instrucciones para el montaje de una cuasi máquina**

Las instrucciones para el montaje de una cuasi máquina contendrán las indicaciones que se han de cumplir para hacer posible el montaje correcto en la máquina final de modo que no se pongan en compromiso la seguridad ni la salud.

Deberán redactarse en una lengua comunitaria oficial aceptada por el fabricante de la máquina en la que esta cuasi máquina deba incorporarse, o por su representante autorizado.

### **ANEXO VII A. Expediente técnico de las máquinas**

La presente parte describe el procedimiento para elaborar un expediente técnico. El expediente técnico deberá demostrar la conformidad de la máquina con los requisitos de la Directiva 2006/42/CE, que traspone este real decreto. Deberá cubrir, en la medida en que sea necesario para esta evaluación, el diseño, fabricación y funcionamiento de la máquina. El expediente técnico deberá elaborarse en una o más de las lenguas oficiales de la Comunidad Europea, con la excepción del manual de instrucciones de la máquina, al que se aplicarán los requisitos particulares contemplados en el anexo I, punto 1.7.4.1.

1. El expediente técnico constará de los siguientes elementos: a) Un expediente de fabricación integrado por: Una descripción general de la máquina.

El plano de conjunto de la máquina y los planos de los circuitos de mando, así como las descripciones y explicaciones pertinentes, necesarias para comprender el funcionamiento de la máquina. Los planos detallados y completos, acompañados de las eventuales notas de cálculo, resultados de ensayos, certificados, etc., que permitan verificar la conformidad de la máquina con los requisitos esenciales de salud y seguridad. La documentación relativa a la evaluación de riesgos, que muestre el procedimiento seguido, incluyendo:

- i. Una lista de los requisitos esenciales de salud y seguridad que se apliquen a la máquina, y
- ii. la descripción de las medidas preventivas aplicadas para eliminar los peligros identificados o reducir los riesgos y, en su caso, la indicación de los riesgos residuales asociados a la máquina.

Las normas y demás especificaciones técnicas utilizadas, con indicación de los requisitos esenciales de seguridad y salud cubiertos por dichas normas.

Cualquier informe técnico que refleje los resultados de los ensayos realizados por el fabricante, por un organismo elegido por este o su representante autorizado. Un ejemplar del manual de instrucciones de la máquina. En su caso, declaración de incorporación de las cuasi máquinas incluidas y las correspondientes instrucciones para el montaje de éstas. En su caso, sendas copias de la declaración CE de conformidad de las máquinas u otros productos incorporados a la máquina. Una copia de la declaración CE de conformidad.

- b) En caso de fabricación en serie, las disposiciones internas que vayan a aplicarse para mantener la conformidad de las máquinas con la directiva.

El fabricante deberá someter los componentes o accesorios, o la máquina en su totalidad, a los estudios y ensayos necesarios para determinar si, por su diseño o fabricación, la máquina puede montarse y ponerse en servicio en condiciones de seguridad. En el expediente técnico se incluirán los informes y resultados correspondientes.

2. El expediente técnico indicado en el punto 1 deberá estar a disposición de las autoridades competentes al menos durante diez años desde la fecha de fabricación de la máquina o, en caso de fabricación en serie, de la última unidad producida.

El expediente técnico no tendrá que permanecer obligatoriamente en el territorio de la Comunidad Europea, ni existir permanentemente en una forma material. No obstante, la persona indicada en la declaración CE de conformidad deberá poder reunirlo y tenerlo disponible en un tiempo compatible con su complejidad. El expediente técnico no tendrá que incluir planos detallados ni ninguna otra información específica por lo que respecta a los subconjuntos utilizados para la fabricación de la máquina, salvo que el conocimiento de los mismos sea esencial para verificar su conformidad con los requisitos esenciales de seguridad y salud. 3. El hecho de no presentar el expediente técnico en respuesta a un requerimiento debidamente motivado de las autoridades nacionales competentes podrá constituir razón suficiente para dudar de la conformidad de la máquina de que se trate con los requisitos esenciales de seguridad y salud.

---

## **B. Documentación técnica pertinente de las cuasi máquinas**

La presente parte describe el procedimiento para elaborar la documentación técnica pertinente. La documentación deberá mostrar cuáles son los requisitos de seguridad y salud que se han aplicado y cumplido. Deberá cubrir el diseño, fabricación y funcionamiento de la cuasi máquina en la medida necesaria para evaluar su conformidad con los requisitos esenciales de salud y seguridad aplicados. La documentación deberá elaborarse en una o más de las lenguas oficiales de la Comunidad.

Constará de los siguientes elementos:

a) Un expediente de fabricación integrado por: El plano de conjunto de la cuasi máquina y los planos de los circuitos de mando.

Los planos detallados y completos, acompañados de las eventuales notas de cálculo, resultados de ensayos, certificados, etc., que permitan verificar la conformidad de la cuasi máquina con los requisitos esenciales de seguridad y salud aplicados. La documentación relativa a la evaluación de riesgos, que muestre el procedimiento seguido, incluyendo:

- i. Una lista de los requisitos esenciales de salud y seguridad que se han aplicado y cumplido,
- ii. La descripción de las medidas preventivas aplicadas para eliminar los peligros identificados o reducir los riesgos y, en su caso, la indicación de los riesgos residuales, iii. Las normas y demás especificaciones técnicas utilizadas, con indicación de los requisitos esenciales de seguridad y salud cubiertos por dichas normas, iv. Cualquier informe técnico que refleje los resultados de los ensayos realizados por el fabricante, por un organismo elegido por este o su representante autorizado, y v. Un ejemplar de las instrucciones para el montaje de la cuasi máquina;

b) En caso de fabricación en serie, las disposiciones internas que vayan a aplicarse para mantener la conformidad de las cuasi máquinas con los requisitos esenciales de salud y seguridad aplicados.

El fabricante deberá someter los componentes o accesorios, o la cuasi máquina, a los estudios y ensayos necesarios para determinar si, por su diseño o fabricación, la cuasi máquina puede montarse y utilizarse en condiciones de seguridad. En el expediente técnico se incluirán los informes y resultados correspondientes. La documentación técnica pertinente deberá estar disponible durante al menos diez años desde la fecha de fabricación de la cuasi máquina, o en el caso de la fabricación en serie, de la última unidad producida, y será presentada a las autoridades competentes a petición de estas. No tendrá que permanecer obligatoriamente en el territorio de la Comunidad Europea ni existir permanentemente en una forma material. La persona indicada en la declaración de incorporación habrá de poder reunirla y presentarla a la autoridad competente. El hecho de no presentar la documentación técnica pertinente en respuesta a un requerimiento debidamente motivado de las autoridades competentes podrá constituir razón suficiente para dudar de la conformidad de las cuasi máquinas con los requisitos esenciales de seguridad y salud aplicados y declarados.

---

## **ANEXO VIII Evaluación de la conformidad mediante control interno de la fabricación de la máquina**

1. El presente anexo describe el procedimiento mediante el cual el fabricante o su representante autorizado, que cumpla las obligaciones establecidas en los puntos 2 y 3, garantiza y declara que la máquina de que se trate cumple los requisitos pertinentes de la Directiva 2006/42/CE, que traspone este real decreto.

2. Para cada tipo representativo de la serie considerada, el fabricante o su representante autorizado elaborará el expediente técnico contemplado en el anexo VII, parte A. 3. El fabricante tomará las medidas necesarias para que el proceso de fabricación se desarrolle de modo que quede garantizada la conformidad de la máquina fabricada con el expediente técnico contemplado en el anexo VII, parte A, y con los requisitos de la directiva.

## **ANEXO IX Examen CE de tipo**

El examen CE de tipo es el procedimiento por el cual un organismo notificado comprueba y certifica que un modelo representativo de una máquina de las mencionadas en el anexo IV (en lo sucesivo, «el tipo») cumple las disposiciones de la Directiva 2006/42/CE, que traspone este real decreto.

1. El fabricante o su representante autorizado elaborará, para cada tipo, el expediente técnico contemplado en el anexo VII, parte A.

2. Para cada tipo, la solicitud del examen CE de tipo será presentada por el fabricante o su representante autorizado ante un organismo notificado de su elección. La solicitud incluirá:

Nombre y dirección del fabricante y, en su caso, de su representante autorizado,

Una declaración escrita en la que se especifique que no se ha presentado la misma solicitud ante ningún otro organismo notificado, El expediente técnico.

Además, el solicitante pondrá a disposición del organismo notificado una muestra del tipo. El organismo notificado podrá solicitar más muestras, si el programa de ensayos lo requiere.

3. El organismo notificado deberá:

3.1 Examinar el expediente técnico, comprobar que el tipo ha sido fabricado de acuerdo con el mismo y determinar los elementos que han sido diseñados de acuerdo con las disposiciones correspondientes de las normas a que se refiere el artículo 7, apartado 2, y los elementos cuyo diseño no se basa en dichas normas.

3.2 Efectuar o hacer efectuar las inspecciones, mediciones y ensayos oportunos para determinar si las soluciones adoptadas se ajustan a los requisitos esenciales de seguridad y de salud del anexo I cuando no se hayan aplicado las normas a que se refiere el artículo 7, apartado 2. 3.3 Efectuar o hacer efectuar las inspecciones, mediciones y ensayos oportunos para comprobar si, en el caso de haberse utilizado las normas armonizadas a que se refiere el artículo 7, apartado 2, estas se han aplicado realmente. 3.4 Acordar con el solicitante el lugar en el que se efectuará la verificación de que el tipo se ha fabricado de conformidad con el expediente técnico examinado así como las inspecciones, mediciones y ensayos necesarios. 4. Si el tipo se ajusta a lo dispuesto en la directiva, el organismo notificado expedirá al solicitante un certificado de examen CE de tipo. En el certificado constarán el nombre y dirección del fabricante y, en su caso, de su representante autorizado, los datos necesarios para la identificación del tipo aprobado, las conclusiones del examen y las condiciones a las que pueda estar sujeta su expedición. El fabricante y el organismo notificado conservarán, durante un plazo de quince años a partir de la fecha de expedición del certificado, una copia del mismo, del expediente técnico y de toda la documentación correspondiente. 5. Cuando el tipo no cumpla lo dispuesto en la directiva el organismo notificado denegará al solicitante la expedición del certificado de examen CE de tipo y motivará de manera detallada la razón de su denegación. Informará de ello al solicitante, a los demás organismos notificados y a la Administración competente que lo ha autorizado. Deberá preverse un procedimiento de recurso. 6. El solicitante informará al organismo notificado en posesión del expediente técnico relativo al certificado de examen CE de tipo sobre todas las modificaciones introducidas en el tipo aprobado. El organismo notificado examinará estas modificaciones y deberá confirmar la validez del certificado de examen CE de tipo existente o elaborar uno nuevo cuando las modificaciones puedan comprometer la conformidad del tipo con los requisitos esenciales de salud y de seguridad o con las condiciones de utilización previstas. 7. La Comisión Europea, los Estados miembros y los demás organismos notificados podrán, previa solicitud, obtener una copia de los certificados de examen CE de tipo. Previa petición justificada, la Comisión y los Estados miembros podrán obtener una copia del expediente técnico y de los resultados de los exámenes efectuados por el organismo notificado. 8. Los expedientes y la correspondencia relativos a los procedimientos del examen CE de tipo se redactarán en la lengua o lenguas oficiales comunitarias del Estado miembro en el que esté establecido el organismo notificado o en cualquier otra lengua oficial de la Comunidad Europea aceptada por el organismo notificado. 9. Validez del certificado de examen CE de tipo:

9.1 El organismo notificado tendrá la responsabilidad constante de garantizar que el certificado de examen CE de tipo siga siendo válido. Comunicará al fabricante todos los cambios de importancia que tengan consecuencias para la validez del certificado. El organismo notificado retirará los certificados que dejen de ser válidos.

9.2 El fabricante de la máquina de que se trate tendrá la responsabilidad constante de garantizar que dicha máquina se ajusta al estado de la técnica correspondiente. 9.3 El fabricante solicitará al organismo notificado la revisión, cada cinco años, de la validez del certificado de examen CE de tipo. Si el organismo notificado considera que el certificado sigue siendo válido teniendo en cuenta el estado de la técnica, renovará el certificado para cinco años más. El fabricante y el organismo notificado conservarán una copia del certificado, del expediente técnico y de todos los documentos relativos al caso durante un plazo de quince años desde la fecha de expedición del certificado. 9.4 En caso de no renovarse la validez del certificado de examen CE de tipo, el fabricante interrumpirá la comercialización de la máquina de que se trate.

## **ANEXO X Aseguramiento de calidad total**

---

El presente anexo describe la evaluación de conformidad de una máquina contemplada en el anexo IV fabricada con arreglo a un sistema de aseguramiento de calidad total y el procedimiento mediante el cual un organismo notificado evalúa y aprueba el sistema de calidad y supervisa su aplicación.

1. El fabricante aplicará un sistema de calidad aprobado para el diseño, la fabricación, la inspección final y los ensayos tal y como se especifica en el punto 2, y estará sujeto al control mencionado en el punto 3.

2. Sistema de calidad.

2.1 El fabricante o su representante autorizado presentará una solicitud de evaluación de su sistema de calidad a un organismo notificado de su elección.

La solicitud incluirá:

El nombre y la dirección del fabricante y, en su caso, de su representante autorizado,

Los lugares de diseño, fabricación, inspección, ensayo y almacenamiento de las máquinas, El expediente técnico descrito en el anexo VII, parte A, para un modelo de cada categoría de máquinas de las enumeradas en el anexo IV que prevea fabricar, La documentación sobre el sistema de calidad, Una declaración escrita en la que se especifique que no se ha presentado la misma solicitud ante ningún otro organismo notificado.

2.2 El sistema de calidad asegurará la conformidad de las máquinas con la Directiva 2006/42/CE, traspuesta por este real decreto. Todos los elementos, requisitos y preceptos adoptados por el fabricante deberán figurar en una documentación llevada de manera sistemática y racional en forma de mediciones, procedimientos e instrucciones escritas. La documentación del sistema de calidad permitirá la interpretación uniforme de las medidas de procedimiento y de calidad, como por ejemplo, los programas, planos, manuales y registros de calidad.

En especial, dicha documentación incluirá una descripción adecuada de:

Los objetivos de calidad, el organigrama y las responsabilidades del personal de gestión y su autoridad en lo que se refiere al diseño y a la calidad de las máquinas,

Las especificaciones técnicas del diseño, incluidas las normas que se aplicarán y, cuando las normas a que hace referencia el artículo 7, apartado 2, no se apliquen en su totalidad, los medios que se utilizarán para que se cumplan los correspondientes requisitos esenciales de seguridad y de salud. Las técnicas de control y verificación del diseño, de los procesos y de las actividades sistemáticas que se utilizarán durante el diseño de las máquinas, Las técnicas correspondientes de fabricación, control de calidad y garantía de calidad que se utilizarán, así como los procesos y actuaciones sistemáticas que se seguirán, Las inspecciones y ensayos que se efectuarán antes, durante y después de la fabricación y su frecuencia, Los registros de calidad, tales como los informes de inspección y los datos de ensayos y de calibración, y los

informes sobre la cualificación del personal afectado, Los medios deseados para verificar la consecución de la calidad y diseño de la máquina, así como el funcionamiento eficaz del sistema de calidad.

2.3 El organismo notificado evaluará el sistema de calidad para determinar si cumple los requisitos a que se refiere el punto 2.2.

Los elementos del sistema de calidad que se ajusten a la norma armonizada pertinente se considerarán conformes a los requisitos correspondientes a que se refiere el punto 2.2. El equipo de auditores tendrá por lo menos un miembro que posea experiencia en la evaluación de la tecnología de las máquinas. El procedimiento de evaluación incluirá una visita de inspección a las instalaciones del fabricante. Durante la evaluación, el equipo de auditores revisará el expediente técnico a que se hace referencia en el tercer guión del segundo párrafo del punto 2.1, para cerciorarse de que cumple los requisitos de seguridad y salud pertinentes. La decisión se notificará al fabricante o a su representante autorizado. La notificación incluirá las conclusiones del examen y la decisión razonada relativa a la evaluación del sistema. Deberá verse un procedimiento de recurso. 2.4 El fabricante se comprometerá a cumplir las obligaciones que se deriven del sistema de calidad tal como se haya aprobado y a mantenerlo de forma que siga resultando adecuado y eficaz. El fabricante o su representante autorizado mantendrá informado al organismo notificado que haya aprobado el sistema de calidad de cualquier cambio del mismo que planee efectuar. El organismo notificado evaluará las modificaciones propuestas y decidirá si el sistema de calidad modificado sigue cumpliendo las exigencias contenidas en el punto 2.2, o si se precisa una nueva evaluación. El organismo notificado notificará su decisión al fabricante. La notificación incluirá las conclusiones del examen y la decisión razonada relativa a la evaluación del sistema.

### 3. Vigilancia bajo la responsabilidad del organismo notificado

3.1 El objetivo de la vigilancia consiste en asegurar que el fabricante cumple debidamente las obligaciones que le impone el sistema de calidad aprobado.

3.2 El fabricante autorizará al organismo notificado a tener acceso, con fines de inspección, a sus instalaciones de diseño, fabricación, inspección, ensayo y almacenamiento y le facilitará toda la información necesaria, en particular:

La documentación relativa al sistema de calidad,

Los registros de calidad previstos en la parte del sistema de calidad dedicada al diseño, tales como los resultados de los análisis, cálculos, ensayos, etc., Los registros de calidad previstos en la parte del sistema de calidad dedicada a la fabricación tales como informes de inspección y datos de ensayos, datos de calibración, informes sobre la cualificación del personal afectado, etc.

3.3 El organismo notificado realizará auditorías periódicamente para cerciorarse de que el fabricante mantiene y aplica el sistema de calidad; facilitará un informe de auditoría al fabricante. La frecuencia de las auditorías periódicas será tal que se realice una reevaluación completa cada tres años.

3.4 Además, el organismo notificado podrá efectuar visitas de inspección de improviso al fabricante. La necesidad de estas visitas adicionales y su frecuencia se determinarán a partir de un sistema de control de visitas gestionado por el organismo notificado. En el sistema de control de visitas se tomarán en consideración, en particular, los factores siguientes:

Los resultados de visitas de inspección anteriores,

La necesidad de garantizar el seguimiento de medias correctoras, En su caso, las condiciones especiales para la aprobación del sistema, Las modificaciones significativas de la organización del proceso fabricación, las mediciones o las técnicas.

Con motivo de estas visitas, el organismo notificado podrá, en caso necesario, efectuar o hacer efectuar ensayos para verificar el buen funcionamiento del sistema de calidad. Dicho organismo facilitará al fabricante un informe de la inspección y, cuando se hayan realizado ensayos, un informe del ensayo.

4. El fabricante o su representante autorizado tendrá a disposición de las autoridades competentes, durante diez años a partir de la última fecha de fabricación:

La documentación mencionada en el punto 2.1,

Las decisiones e informes del organismo notificado contemplados en el punto 2.4, párrafos tercero y cuarto, y en los puntos 3.3 y 3.4.

#### **ANEXO XI Criterios mínimos que se deberán tener en cuenta para la notificación de organismos**

1. El organismo, su director y el personal encargado de realizar las operaciones de verificación no podrán ser ni el diseñador, ni el fabricante, ni el proveedor, ni el instalador de las máquinas que controlen, ni el representante autorizado de una de estas personas. No podrán intervenir, ni directamente, ni como representantes autorizados, en el diseño, fabricación, comercialización o mantenimiento de dichas máquinas. Esto no excluye la posibilidad de un intercambio de información técnica entre el fabricante y el organismo.

2. El organismo y su personal deberán realizar las operaciones de verificación con la mayor integridad profesional y la mayor competencia técnica posibles, y deberán estar libres de cualquier presión o coacción, especialmente de orden económico, que puedan influir en su juicio o en los resultados del control, sobre todo las que procedan de personas o agrupaciones de personas interesadas en los resultados de las verificaciones. 3. El organismo deberá contar, para cada categoría de máquinas para la que esté notificado, con personal que tenga los conocimientos técnicos y la experiencia suficiente y adecuada para realizar la evaluación de la conformidad. Deberá poseer los medios necesarios para llevar a cabo de forma adecuada las tareas técnicas y administrativas relativas a la ejecución de las verificaciones; asimismo, deberá tener acceso al material necesario para las verificaciones excepcionales. 4. El personal responsable de los controles deberá poseer:

---

Una buena formación técnica y profesional,

Un conocimiento satisfactorio de las disposiciones relativas a los ensayos que realice y una práctica suficiente de dichos ensayos, La aptitud necesaria para redactar los certificados, actas e informes que atestigüen la realización de los ensayos.

5. Deberá garantizarse la imparcialidad del personal responsable del control. La remuneración de dicho personal no deberá depender ni del número de ensayos que realice ni del resultado de dichos ensayos.

6. El organismo deberá suscribir un seguro de responsabilidad civil, a menos que dicha responsabilidad esté cubierta por el Estado en la forma que se determine, o que sea la propia Administración la que lleve a cabo los ensayos directamente. 7. El personal del organismo estará obligado a guardar el secreto profesional sobre toda la información a que acceda en el ejercicio de sus funciones en el marco de la Directiva 2006/42/CE, transpuesta por este real decreto, salvo respecto a la Administración competente. 8. Los organismos notificados participarán en las actividades de coordinación. Asimismo tomarán parte directamente o mediante representación en la normalización europea, o se asegurarán de mantenerse al corriente de la situación de las normas correspondientes. 9. En caso de cese de las actividades de un organismo notificado, los expedientes de sus clientes deberán ser remitidos a otro organismo o quedar a disposición de la Comunidad Autónoma que lo haya autorizado

---

## **ANEXO II: R.D.1215/1997**

### **REAL DECRETO 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo**

La Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, en el marco de una política coherente, coordinada y eficaz. Según el artículo 6 de la misma serán las normas reglamentarias las que irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Así, son las normas de desarrollo reglamentario las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos.

Igualmente, el Convenio número 119 de la Organización Internacional del Trabajo, de 25 de junio de 1963, ratificado por España el 26 de noviembre de 1971, establece diversas disposiciones, relativas a la protección de la maquinaria, orientadas a evitar riesgos para la integridad física de los trabajadores. También el Convenio número 155 de la Organización Internacional del Trabajo, de 22 de junio de 1981, ratificado por España el 26 de julio de 1985, establece en sus artículos 5, 11, 12 y 16 diversas disposiciones relativas a maquinaria y demás equipos de trabajo a fin de prevenir los riesgos de accidentes y otros daños para la salud de los trabajadores.

En el mismo sentido hay que tener en cuenta que en el ámbito de la Unión Europea se han fijado, mediante las correspondientes Directivas, criterios de carácter general sobre las acciones en materia de seguridad y salud en los centros de trabajo, así como criterios específicos referidos a medidas de protección contra accidentes y situaciones de riesgo. Concretamente, la Directiva 89/655/CEE, de 30 de noviembre de 1989, modificada por la Directiva 95/63/CE, de 5 de diciembre de 1995, establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo. Mediante el presente Real Decreto se procede a la transposición al Derecho español de las Directivas antes mencionadas.

En su virtud, de conformidad con el artículo 6 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, a propuesta de los Ministros de Trabajo y Asuntos Sociales y de Industria y Energía, consultadas las organizaciones empresariales y sindicales más representativas, oída la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día

**DISPONGO:**

**Artículo 1. Objeto**

1. El presente Real Decreto establece, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo empleados por los trabajadores en el trabajo.
2. Las disposiciones del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, se aplicarán plenamente al conjunto del ámbito contemplado en el apartado anterior, sin perjuicio de las disposiciones específicas contenidas en el presente Real Decreto.

**Artículo 2. Definiciones**

A efectos del presente Real Decreto, se entenderá por:

- a. Equipo de trabajo: cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.
- b. Utilización de un equipo de trabajo: cualquier actividad referida a un equipo de trabajo, tal como la puesta en marcha o la detención, el empleo, el transporte, la reparación, la transformación, el mantenimiento y la conservación, incluida en particular la limpieza.
- c. Zona peligrosa: cualquier zona situada en el interior o alrededor de un equipo de trabajo en la que la presencia de un trabajador expuesto entrañe un riesgo para su seguridad o para su salud.
- d. Trabajador expuesto: cualquier trabajador que se encuentre total o parcialmente en una zona peligrosa.
- e. Operador del equipo: el trabajador encargado de la utilización de un equipo de trabajo.

**Artículo 3. Obligaciones generales del empresario**

1. El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos de trabajo.
2. Cuando no sea posible garantizar de este modo totalmente la seguridad y la salud de los trabajadores durante la utilización de los equipos de trabajo, el empresario tomará las medidas adecuadas para reducir tales riesgos al mínimo.
3. En cualquier caso, 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 Anexo I de este Real Decreto.

 Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- a. Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- b. Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo y, en particular, en los puestos de trabajo, así como los riesgos que puedan derivarse de la presencia o utilización de dichos equipos o agravarse por ellos.

- c. En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

- ✚ Para la aplicación de las disposiciones mínimas de seguridad y salud previstas en el presente Real Decreto, el empresario tendrá en cuenta los principios ergonómicos, especialmente en cuanto al diseño del puesto de trabajo y la posición de los trabajadores durante la utilización del equipo de trabajo.
- ✚ La utilización de los equipos de trabajo deberá cumplir las condiciones generales establecidas en el Anexo II del presente Real Decreto.
- ✚ Cuando, a fin de evitar o controlar un riesgo específico para la seguridad o salud de los trabajadores, la utilización de un equipo de trabajo deba realizarse en condiciones o formas determinadas, que requieran un particular conocimiento por parte de aquéllos, el empresario adoptará las medidas necesarias para que la utilización de dicho equipo quede reservada a los trabajadores designados para ello.
- ✚ El empresario adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones tales que satisfagan las disposiciones del segundo párrafo del apartado 1. 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.
- ✚ Las operaciones de mantenimiento, reparación o transformación de los equipos de trabajo cuya realización suponga un riesgo específico para los trabajadores sólo podrán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

#### Artículo 4. Comprobación de los equipos de trabajo

1. El empresario adoptará las medidas necesarias para 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, y a una nueva comprobación después de cada montaje en un nuevo lugar o emplazamiento, con objeto de asegurar la correcta instalación y el buen funcionamiento de los equipos.
2. 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.
3. Igualmente, se deberán realizar comprobaciones adicionales de tales equipos cada vez que se produzcan acontecimientos excepcionales, tales como transformaciones, accidentes, fenómenos naturales o falta prolongada de uso, que puedan tener consecuencias perjudiciales para la seguridad.
4. Las comprobaciones serán efectuadas por personal competente.
5. Los resultados de las comprobaciones deberán documentarse y estar a disposición de la autoridad laboral. Dichos resultados deberán conservarse durante toda la vida útil de los equipos.
6. Cuando los equipos de trabajo se empleen fuera de la empresa deberán ir acompañados de una prueba material de la realización de la última comprobación.
7. 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.

#### Artículo 5. Obligaciones en materia de formación e información

1. De conformidad con los artículos 18 y 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, el empresario deberá garantizar que los trabajadores y los representantes de los trabajadores reciban

una formación e información adecuadas sobre los riesgos derivados de la utilización de los equipos de trabajo, así como sobre las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse en aplicación del presente Real Decreto.

2. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener como mínimo las indicaciones relativas a:
  - a. Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
  - b. Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.
  - c. Cualquier otra información de utilidad preventiva.

La información deberá ser comprensible para los trabajadores a los que va dirigida e incluir o presentarse en forma de folletos informativos cuando sea necesario por su volumen o complejidad o por la utilización poco frecuente del equipo. La documentación informativa facilitada por el fabricante estará a disposición de los trabajadores.

3. Igualmente, se informará a los trabajadores sobre la necesidad de prestar atención a los riesgos derivados de los equipos de trabajo presentes en su entorno de trabajo inmediato, o de las modificaciones introducidas en los mismos, aun cuando no los utilicen directamente.
4. Los trabajadores a los que se refieren los apartados 4 y 5 del artículo 3 de este Real Decreto deberán recibir una formación específica adecuada.

#### Artículo 6. Consulta y participación de los trabajadores

La consulta y participación de los trabajadores o sus representantes sobre las cuestiones a las que se refiere este Real Decreto se realizarán de conformidad con lo dispuesto en el apartado 2 del artículo 18 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

#### Disposición transitoria única. Adaptación de equipos de trabajo

1. Los equipos de trabajo que en la fecha de entrada en vigor de este Real Decreto estuvieran a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo, deberán ajustarse a los requisitos establecidos en el apartado 1 del Anexo I en el plazo de doce meses desde la citada entrada en vigor.
2. No obstante, cuando en determinados sectores por situaciones específicas objetivas de sus equipos de trabajo suficientemente acreditadas no pueda cumplirse el plazo establecido en el párrafo anterior, la Autoridad laboral, a petición razonada de las organizaciones empresariales más representativas del sector y previa consulta a las organizaciones sindicales más representativas en el mismo, podrá autorizar excepcionalmente un Plan de Puesta en Conformidad de los equipos de trabajo de duración no superior a cinco años teniendo en cuenta la gravedad, transcendencia e importancia de la situación objetiva alegada. Dicho Plan deberá ser presentado a la Autoridad laboral en el plazo máximo de nueve meses desde la entrada en vigor del presente Real Decreto y se resolverá en plazo no superior a tres meses teniendo la falta de resolución expresa efecto desestimatorio.
3. La aplicación del Plan de Puesta en Conformidad a las empresas afectadas se efectuará mediante solicitud de las mismas a la Autoridad laboral para su aprobación y deberá especificar la consulta a los representantes de los trabajadores, la gravedad, transcendencia e importancia de los problemas técnicos que impiden el cumplimiento del plazo establecido, los detalles de la puesta en conformidad y las medidas preventivas alternativas que garanticen las adecuadas condiciones de seguridad y salud de los puestos de trabajo afectados.
4. En el caso de los equipos de trabajo utilizados en explotaciones mineras, las funciones que se reconocen a la Autoridad laboral en los párrafos anteriores serán desarrolladas por las Administraciones Públicas competentes en materia de minas.

5. Los equipos de trabajo contemplados en el apartado 2 del Anexo I que el 5 de diciembre de 1998 estuvieran a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo, deberán ajustarse en un plazo máximo de cuatro años a contar desde la fecha citada a las disposiciones mínimas establecidas en dicho apartado.

Disposición derogatoria única. Derogación normativa

Quedan derogadas cuantas disposiciones de igual o inferior rango se opongan a lo dispuesto en este Real Decreto y, expresamente, los Capítulos VIII, IX, X, XI y XII del Título II de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, aprobada por Orden de 9 de marzo de 1971, sin perjuicio de lo dispuesto en la Disposición Transitoria y en la Disposición Final segunda.

Disposición final primera. Guía técnica

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 3 del artículo 5 del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, elaborará y mantendrá actualizada una Guía Técnica, de carácter no vinculante, para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los equipos de trabajo.

Disposición final segunda. Facultades de desarrollo

Se autoriza al Ministro de Trabajo y Asuntos Sociales, previo informe favorable del de Industria y Energía, y previo informe de la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, a dictar cuantas disposiciones sean necesarias para la aplicación y desarrollo de este Real Decreto, así como para las adaptaciones de carácter estrictamente técnico de sus Anexos en función del progreso técnico y de la evolución de normativas o especificaciones internacionales o de los conocimientos en materia de equipos de trabajo.

Disposición final tercera. Entrada en vigor

El presente Real Decreto entrará en vigor a los veinte días de su publicación en el Boletín Oficial del Estado, excepto el apartado 2 del Anexo I y los apartados 2 y 3 del Anexo II que entrarán en vigor el 5 de diciembre de 1998.

Dado en Madrid a 18 de julio de 1997.

**JUAN CARLOS R.**

El Vicepresidente Primero del Gobierno  
y Ministro de la Presidencia

FRANCISCO ÁLVAREZ-CASCOS FERNÁNDEZ

## Anexos

### Anexo I: Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo

#### OBSERVACIÓN PRELIMINAR

Las disposiciones que se indican a continuación solo serán de aplicación si el equipo de trabajo da lugar al tipo de riesgo para el que se especifica la medida correspondiente.

En el caso de los equipos de trabajo que ya estén en servicio en la fecha de entrada en vigor de este Real Decreto, la aplicación de las citadas disposiciones no requerirá necesariamente de la adopción de las mismas medidas que las aplicadas a los equipos de trabajo nuevos.

1. Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo
2. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a determinados equipos de trabajo

#### Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo

1. Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y, cuando corresponda, estar indicados con una señalización adecuada.
2. Los órganos de accionamiento deberán estar situados fuera de las zonas peligrosas, salvo, si fuera necesario, en el caso de determinados órganos de accionamiento, y de forma que su manipulación no pueda ocasionar riesgos adicionales. No deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.
3. Si fuera necesario, el operador del equipo deberá poder cerciorarse desde el puesto de mando principal de la ausencia de personas en las zonas peligrosas. Si esto no fuera posible, la puesta en marcha deberá ir siempre precedida automáticamente de un sistema de alerta, tal como una señal de advertencia acústica visual. El trabajador expuesto deberá disponer del tiempo y de los medios suficientes para sustraerse rápidamente de los riesgos provocados por la puesta en marcha o la detención del equipo de trabajo.
4. Los sistemas de mando deberán ser seguros y elegirse teniendo en cuenta los posibles fallos, perturbaciones y los requerimientos previsibles, en las condiciones de uso previstas.
5. La puesta en marcha de un equipo de trabajo solamente se podrá efectuar mediante una acción voluntaria sobre un órgano de accionamiento previsto a tal efecto.
6. Lo mismo ocurrirá para la puesta en marcha tras una parada, sea cual fuere la causa de esta última, y para introducir una modificación importante en las condiciones de funcionamiento (por ejemplo, velocidad, presión, etc.), salvo si dicha puesta en marcha o modificación no presentan riesgo alguno para los trabajadores expuestos o son resultantes de la secuencia normal de un ciclo automático.
7. Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.
8. Cada puesto de trabajo estará provisto de un órgano de accionamiento que permita parar en función de los riesgos existentes, o bien todo el equipo de trabajo o bien una parte del mismo solamente, de forma que dicho equipo quede en situación de seguridad. La orden de parada del equipo de trabajo tendrá prioridad sobre las órdenes de puesta en marcha. Una vez obtenida la parada del equipo de trabajo o de sus elementos peligrosos, se interrumpirá el suministro de energía de los órganos de accionamiento de que se trate.
9. Si fuera necesario en función de los riesgos que presente un equipo de trabajo y del tiempo de parada normal, dicho equipo deberá estar provisto de un dispositivo de parada de emergencia.
10. Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

11. Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.
12. Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios. Los equipos de trabajo cuya utilización prevista requiera que los trabajadores se sitúen sobre los mismos deberán disponer de los medios adecuados para garantizar que el acceso y permanencia en esos equipos no suponga un riesgo para su seguridad y salud. En particular, cuando exista riesgo de caída de altura de más de 2 metros, deberán disponer de barandillas rígidas de una altura mínima de 90 centímetros, o de cualquier otro sistema que proporcione una protección equivalente.
13. En los casos en que exista riesgo de estallido o de rotura de elementos de un equipo de trabajo que pueda afectar significativamente a la seguridad o a la salud de los trabajadores deberán adoptarse las medidas de protección adecuadas.
14. Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgos de accidente por contacto mecánico deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas o que detengan las maniobras peligrosas antes del acceso a dichas zonas.
15. Los resguardos y los dispositivos de protección:
  - a. Serán de fabricación sólida y resistente.
  - b. No ocasionarán riesgos suplementarios.
  - c. No deberá ser fácil anularlos o ponerlos fuera de servicio.
  - d. Deberán estar situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.
  - e. No deberán limitar más de lo imprescindible o necesario la observación del ciclo de trabajo.
  - f. Deberán permitir las intervenciones indispensables para la colocación o la sustitución de las herramientas, y para los trabajos de mantenimiento, limitando el acceso únicamente al sector en el que deba realizarse el trabajo sin desmontar, a ser posible, el resguardo o el dispositivo de protección.
16. Las zonas y puntos de trabajo o de mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.
17. Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.
18. Los dispositivos de alarma del equipo de trabajo deberán ser perceptibles y comprensibles fácilmente y sin ambigüedades.
19. Todo equipo de trabajo deberá estar provisto de dispositivos claramente identificables que permitan separarlo de cada una de sus fuentes de energía.
20. El equipo de trabajo deberá llevar las advertencias y señalizaciones indispensables para garantizar la seguridad de los trabajadores.
21. Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores contra los riesgos de incendio, de calentamiento del propio equipo o de emanaciones de gases, polvos, líquidos, vapores u otras sustancias producidas, utilizadas o almacenadas por éste. Los equipos de trabajo que se utilicen en condiciones ambientales climatológicas o industriales agresivas que supongan un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores, deberán estar acondicionados para el trabajo en dichos ambientes y disponer, en su caso, de sistemas de protección adecuados, tales como cabinas u otros.

22. Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para prevenir el riesgo de explosión, tanto del equipo de trabajo como de las sustancias producidas, utilizadas o almacenadas por éste.
23. Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto con la electricidad. En cualquier caso, las partes eléctricas de los equipos de trabajo deberán ajustarse a lo dispuesto en la normativa específica correspondiente.
24. Todo equipo de trabajo que entrañe riesgos por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.
25. Los equipos de trabajo para el almacenamiento, trasiego o tratamiento de líquidos corrosivos o a alta temperatura deberán disponer de las protecciones adecuadas para evitar el contacto accidental de los trabajadores con los mismos.
26. Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos. Sus mangos o empuñaduras deberán ser de dimensiones adecuadas, sin bordes agudos ni superficies resbaladizas, y aislantes en caso necesario.

#### Disposiciones mínimas adicionales aplicables a determinados equipos de trabajo

- a. Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo móviles, ya sean automotores o no.
  - a. Los equipos de trabajo móviles con trabajadores transportados deberán adaptarse de manera que se reduzcan los riesgos para el trabajador o trabajadores durante el desplazamiento.
  - b. Entre estos riesgos, deberán incluirse los de contacto de los trabajadores con ruedas y orugas y de aprisionamiento por las mismas.
  - c. Cuando el bloqueo imprevisto de los elementos de transmisión de energía entre un equipo de trabajo móvil y sus accesorios o remolques pueda ocasionar riesgos específicos, dicho equipo deberá ser equipado o adaptado de modo que se impida dicho bloqueo.
  - d. Cuando no se pueda impedir el bloqueo deberán tomarse todas las medidas necesarias para evitar las consecuencias perjudiciales para los trabajadores.
  - e. Deberán preverse medios de fijación de los elementos de transmisión de energía entre equipos de trabajo móviles cuando exista el riesgo de que dichos elementos se atasquen o deterioren al arrastrarse por el suelo.
  - f. En los equipos de trabajo móviles con trabajadores transportados se deberán limitar, en las condiciones efectivas de uso, los riesgos provocados por una inclinación o por un vuelco del equipo de trabajo, mediante cualquiera de las siguientes medidas:
    1. Una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo se incline más de un cuarto de vuelta.
    2. Una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor del trabajador o trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta.
    3. Cualquier otro dispositivo de alcance equivalente  
Estas estructuras de protección podrán formar parte integrante del equipo de trabajo.  
No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo o cuando el diseño haga imposible la inclinación o el vuelco del equipo de trabajo.  
Cuando en caso de inclinación o de vuelco exista para un trabajador transportado riesgo de aplastamiento entre partes del equipo de trabajo y el suelo, deberá instalarse un sistema de retención del trabajador o trabajadores transportados.

- 
- g. Las carretillas elevadoras ocupadas por uno o varios trabajadores deberán estar acondicionadas o equipadas para limitar los riesgos de vuelco mediante medidas tales como las siguientes:
1. La instalación de una cabina para el conductor.
  2. La instalación de una cabina para el conductor.
  3. Una estructura que garantice que, en caso de vuelco de la carretilla elevadora, quede espacio suficiente para el trabajador o los trabajadores transportados entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla.
  4. Una estructura que mantenga al trabajador o trabajadores sobre el asiento de conducción e impida que puedan quedar atrapados por partes de la carretilla volcada.
- h. Los equipos de trabajo móviles automotores cuyo desplazamiento pueda ocasionar riesgos para los trabajadores deberán reunir las siguientes condiciones.
1. Deberán contar con los medios que permitan evitar una puesta en marcha no autorizada.
  2. Deberán contar con los medios que permitan evitar una puesta en marcha no autorizada.
  3. Deberán contar con un dispositivo de frenado y parada; en la medida en que lo exija la seguridad, un dispositivo de emergencia accionado por medio de mandos fácilmente accesibles o por sistemas automáticos deberá permitir el frenado y la parada en caso de que falle el dispositivo principal.
  4. Deberán contar con dispositivos auxiliares adecuados que mejoren la visibilidad cuando el campo directo de visión del conductor sea insuficiente para garantizar la seguridad.
  5. Si están previstos para uso nocturno o en lugares oscuros, deberán contar con un dispositivo de iluminación adaptado al trabajo que deba efectuarse y garantizar una seguridad suficiente para los trabajadores.
  6. Si entrañan riesgos de incendio, por ellos mismos o debido a sus remolques o cargas, que puedan poner en peligro a los trabajadores, deberán contar con dispositivos apropiados de lucha contra incendios, excepto cuando el lugar de utilización esté equipado con ellos en puntos suficientemente cercanos.
  7. Si se manejan a distancia, deberán pararse automáticamente al salir del campo de control.
  8. Si se manejan a distancia y si, en condiciones normales de utilización, pueden chocar con los trabajadores o aprisionarlos, deberán estar equipados con dispositivos de protección contra esos riesgos, salvo cuando existan otros dispositivos adecuados para controlar el riesgo de choque.
- i. Los equipos de trabajo que por su movilidad o por la de las cargas que desplacen puedan suponer un riesgo, en las condiciones de uso previstas, para la seguridad de los trabajadores situados en sus proximidades, deberán ir provistos de una señalización acústica de advertencia.

---

**Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas.**

- a. Los equipos de trabajo para la elevación de cargas deberán estar instalados firmemente cuando se trate de equipos fijos, o disponer de los elementos o condiciones necesarias en los casos restantes, para garantizar su solidez y estabilidad durante el empleo, teniendo en cuenta, en particular, las cargas que deben levantarse y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación a las estructuras

En las máquinas para elevación de cargas deberá figurar una indicación claramente visible de su carga nominal y, en su caso, una placa de carga que estipule la carga nominal de cada configuración de la máquina.

- a. Los accesorios de elevación deberán estar marcados de tal forma que se puedan identificar las características esenciales para un uso seguro.
- b. Si el equipo de trabajo no está destinado a la elevación de trabajadores y existe posibilidad de confusión deberá fijarse una señalización adecuada de manera visible.
- c. Los equipos de trabajo instalados de forma permanente deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o de desvíe involuntariamente de forma peligrosa o, por cualquier otro motivo, golpee a los trabajadores.
- d. Las máquinas para elevación o desplazamiento de trabajadores deberán poseer las características apropiadas para:
  - 1. Evitar, por medio de dispositivos apropiados, los riesgos de caída del habitáculo, cuando existan tales riesgos.
  - 2. Evitar los riesgos de caída del usuario fuera del habitáculo, cuando existan tales riesgos.
  - 3. Evitar los riesgos de aplastamiento, aprisionamiento o choque del usuario, en especial los debidos a un contacto fortuito con objetos.
  - 4. Garantizar la seguridad de los trabajadores que en caso de accidente queden bloqueados en el habitáculo y permitir su liberación.

Si por razones inherentes al lugar y al desnivel, los riesgos previstos en el párrafo 1 anterior no pueden evitarse por medio de ningún dispositivo de seguridad, deberá instalarse un cable con coeficiente de seguridad reforzado cuyo buen estado se comprobará todos los días de trabajo

## **Anexo II: Disposiciones relativas a la utilización de los equipos de trabajo.**

### **OBSERVACIÓN PRELIMINAR**

Las disposiciones del presente Anexo se aplicarán cuando exista el riesgo correspondiente para el equipo de trabajo considerado.

1. Condiciones generales de utilización de los equipos de trabajo
2. Condiciones de utilización de equipos de trabajo móviles, automotores o no
3. Condiciones de utilización de equipos de trabajo para la elevación de cargas

### **1. Condiciones generales de utilización de los equipos de trabajo**

1. Los equipos de trabajo se instalarán, dispondrán y utilizarán de modo que se reduzcan los riesgos para los usuarios del equipo y para los demás trabajadores.
2. En su montaje se tendrá en cuenta la necesidad de suficiente espacio libre entre los elementos móviles de los equipos de trabajo y los elementos fijos o móviles de su entorno y de que puedan suministrarse o retirarse de manera segura las energías y sustancias utilizadas o producidas por el equipo.
3. Los trabajadores deberán poder acceder y permanecer en condiciones de seguridad en todos los lugares necesarios para utilizar, ajustar o mantener los equipos de trabajo.
4. Los equipos de trabajo no deberán utilizarse de forma o en operaciones o en condiciones contraindicadas por el fabricante. Tampoco podrán utilizarse sin los elementos de protección previstos para la realización de la operación de que se trate.
5. Los equipos de trabajo solo podrán utilizarse de forma o en operaciones o en condiciones no consideradas por el fabricante si previamente se ha realizado una evaluación de los riesgos que ello conllevaría y se han tomado las medidas pertinentes para su eliminación o control.
6. Antes de utilizar un equipo de trabajo se comprobará que sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas y que su conexión o puesta en marcha no representa un peligro para terceros.
7. Los equipos de trabajo dejarán de utilizarse si se producen deterioros, averías u otras circunstancias que comprometan la seguridad de su funcionamiento.
8. Cuando se empleen equipos de trabajo con elementos peligrosos accesibles que no puedan ser totalmente protegidos, deberán adoptarse las precauciones y utilizarse las protecciones individuales apropiadas para reducir los riesgos al mínimo posible.
9. En particular, deberán tomarse las medidas necesarias para evitar, en su caso, el atrapamiento de cabello, ropas de trabajo u otros objetos que pudiera llevar el trabajador.
10. Cuando durante la utilización de un equipo de trabajo sea necesario limpiar o retirar residuos cercanos a un elemento peligroso, la operación deberá realizarse con los medios auxiliares adecuados y que garanticen una distancia de seguridad suficiente.
11. Los equipos de trabajo deberán ser instalados y utilizados de forma que no puedan caer, volcar o desplazarse de forma incontrolada, poniendo en peligro la seguridad de los trabajadores.
12. Los equipos de trabajo no deberán someterse a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas que puedan poner en peligro la seguridad del trabajador que los utiliza o la de terceros.
13. Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda dar lugar a proyecciones o radiaciones peligrosas, sea durante su funcionamiento normal o en caso de anomalía previsible, deberán adoptarse las medidas de prevención o protección adecuadas para garantizar la seguridad de los trabajadores que los utilicen o se encuentren en sus proximidades.
14. Los equipos de trabajo llevados o guiados manualmente, cuyo movimiento pueda suponer un peligro para los trabajadores situados en sus proximidades, se utilizarán con las debidas

precauciones, respetándose en todo caso una distancia de seguridad suficiente. A tal fin, los trabajadores que los manejen deberán disponer de condiciones adecuadas de control y visibilidad.

15. En ambientes especiales tales como locales mojados o de alta conductividad, locales con alto riesgo de incendio, atmósferas explosivas o ambientes corrosivos, no se emplearán equipos de trabajo que en dicho entorno supongan un peligro para la seguridad de los trabajadores.
16. Los equipos de trabajo que puedan ser alcanzados por los rayos durante su utilización deberán estar protegidos contra sus efectos por dispositivos o medidas adecuadas.
17. El montaje y desmontaje de los equipos de trabajo deberá realizarse de manera segura, especialmente mediante el cumplimiento de las instrucciones del fabricante cuando las haya.
18. Las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo que puedan suponer un peligro para la seguridad de los trabajadores se realizarán tras haber parado o desconectado el equipo, haber comprobado la inexistencia de energías residuales peligrosas y haber tomado las medidas necesarias para evitar su puesta en marcha o conexión accidental mientras esté efectuándose la operación.
19. Cuando la parada o desconexión no sea posible se adoptarán las medidas necesarias para que estas operaciones se realicen de forma segura o fuera de las zonas peligrosas.
20. Cuando un equipo de trabajo deba disponer de un diario de mantenimiento, éste permanecerá actualizado.
21. Los equipos de trabajo que se retiren de servicio deberán permanecer con sus dispositivos de protección o deberán tomarse las medidas necesarias para imposibilitar su uso. En caso contrario, dichos equipos deberán permanecer con sus dispositivos de protección.
22. Las herramientas manuales deberán ser de características y tamaño adecuados a la operación a realizar. Su colocación y transporte no deberá implicar riesgos para la seguridad de los trabajadores.

## **2. Condiciones de utilización de equipos de trabajo móviles, automotores o no**

1. La conducción de equipos de trabajo automotores estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una formación específica para la conducción segura de esos equipos de trabajo.
2. Cuando un equipo de trabajo maniobre en una zona de trabajo, deberán establecerse y respetarse unas normas de circulación adecuadas.  
Deberán adoptarse medidas de organización para evitar que se encuentren trabajadores a pie en la zona de trabajo de equipos de trabajo automotores.
3. Si se requiere la presencia de trabajadores a pie para la correcta realización de los trabajos, deberán adoptarse medidas apropiadas para evitar que resulten heridos por los equipos.
4. El acompañamiento de trabajadores en equipos de trabajo móviles movidos mecánicamente sólo se autorizará en emplazamientos seguros acondicionados a tal efecto. Cuando deban realizarse trabajos durante el desplazamiento, la velocidad deberá adaptarse si es necesario.
5. Los equipos de trabajo móviles dotados de un motor de combustión no deberán emplearse en zonas de trabajo, salvo si se garantiza en las mismas una cantidad suficiente de aire que no suponga riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores.

### **3. Condiciones de utilización de equipos de trabajo para la elevación de cargas**

#### **1. Generalidades:**

- a. Los equipos de trabajo desmontables o móviles que sirvan para la elevación de cargas deberán emplearse de forma que se pueda garantizar la estabilidad del equipo durante su empleo en las condiciones previsibles, teniendo en cuenta la naturaleza del suelo.
- b. La elevación de trabajadores sólo estará permitida mediante equipos de trabajo y accesorios previstos a tal efecto.
- c. No obstante, cuando con carácter excepcional hayan de utilizarse para tal fin equipos de trabajo no previstos para ello, deberán tomarse las medidas pertinentes para garantizar la seguridad de los trabajadores y disponer de una vigilancia adecuada.
- d. Durante la permanencia de trabajadores en equipos de trabajo destinados a levantar cargas, el puesto de mando deberá estar ocupado permanentemente. Los trabajadores elevados deberán disponer de un medio de comunicación seguro y deberá estar prevista su evacuación en caso de peligro.
- e. A menos de que fuera necesario para efectuar correctamente los trabajos, deberán tomarse medidas para evitar la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas .
- f. No estará permitido el paso de las cargas por encima de lugares de trabajo no protegidos ocupados habitualmente por trabajadores. Si ello no fuera posible, por no poderse garantizar la correcta realización de los trabajos de otra manera, deberán definirse y aplicarse procedimientos adecuados.
- g. Los accesorios de elevación deberán seleccionarse en función de las cargas que se manipulen, de los puntos de prensión, del dispositivo del enganche y de las condiciones atmosféricas, y teniendo en cuenta la modalidad y la configuración del amarre. Los ensamblajes de accesorios de elevación deberán estar claramente marcados para permitir que el usuario conozca sus características, si no se desmontan tras el empleo.
- h. Los accesorios de elevación deberán almacenarse de forma que no se estropeen o deterioren.

#### **2. Equipos de trabajo para la elevación de cargas no guiadas**

- a. Si dos o más equipos de trabajo para la elevación de cargas no guiadas se instalan o se montan en un lugar de trabajo de manera que sus campos de acción se solapen, deberán adoptarse medidas adecuadas para evitar las colisiones entre las cargas o los elementos de los propios equipos.
- b. Durante el empleo de un equipo de trabajo móvil para la elevación de cargas no guiadas, deberán adoptarse medidas para evitar su balanceo, vuelco y, en su caso, desplazamiento y deslizamiento. Deberá comprobarse la correcta realización de estas medidas.
- c. Si el operador de un equipo de trabajo para la elevación de cargas no guiadas no puede observar el trayecto completo de la carga ni directamente ni mediante los dispositivos auxiliares que faciliten las informaciones útiles, deberá designarse un encargado de señales en comunicación con el operador para guiarle y deberán adoptarse medidas de organización para evitar colisiones de la carga que puedan poner en peligro a los trabajadores.
- d. Los trabajos deberán organizarse de forma que mientras un trabajador esté colgando o descolgando una carga a mano, pueda realizar con toda seguridad esas operaciones, garantizando en particular que dicho trabajador conserve el control, directo o indirecto, de las mismas.
- e. Todas las operaciones de levantamiento deberán estar correctamente planificadas, vigiladas adecuadamente y efectuadas con miras a proteger la seguridad de los trabajadores

- 
- f. En particular, cuando dos o más equipos de trabajo para la elevación de cargas no guiadas deban elevar simultáneamente una carga, deberá elaborarse y aplicarse un procedimiento con el fin de garantizar una buena coordinación de los operadores.
  - g. Si algún equipo de trabajo para la elevación de cargas no guiadas no puede mantener las cargas en caso de avería parcial o total de la alimentación de energía, deberán adoptarse medidas apropiadas para evitar que los trabajadores se expongan a los riesgos correspondientes.
  - h. Las cargas suspendidas no deberán quedar sin vigilancia, salvo si es imposible el acceso a la zona de peligro y si la carga se ha colgado con toda seguridad y se mantiene de forma completamente segura.

El empleo al aire libre de equipos de trabajo para la elevación de cargas no guiadas deberá cesar cuando las condiciones meteorológicas se degraden hasta el punto de causar perjuicio a la seguridad de funcionamiento y provocar de esa manera que los trabajadores corran riesgos. Deberán adoptarse medidas adecuadas de protección, destinadas especialmente a impedir el vuelco del equipo de trabajo, para evitar riesgos a los trabajadores.

---

## **ANEXO III: R.D.2177/2004**

**REAL DECRETO 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, 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. BOE nº 274 13/11/2004**

La Directiva 89/655/CEE del Consejo, de 30 de noviembre de 1989, modificada por la Directiva 95/63/CE del Consejo, de 5 de diciembre de 1995, estableció las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo. Ambas directivas fueron incorporadas al derecho español mediante el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Posteriormente, fue aprobada la Directiva 2001/45/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2001, por la que se modifica la Directiva 89/655/CEE.

Mediante este real decreto se procede a la incorporación al derecho español del contenido de la Directiva 2001/45/CE, para lo que resulta necesario modificar el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio.

En su artículo único se presentan las modificaciones que se introducen en el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio.

La primera modificación, mediante la que se da nueva redacción al punto 6 del apartado 1 del anexo I tiene por objeto introducir disposiciones específicas aplicables a las escaleras de mano, los andamios y los sistemas utilizados en las técnicas de acceso y posicionamiento mediante cuerdas, comúnmente conocidos como «trabajos verticales».

Mediante la segunda modificación, se introduce un nuevo apartado 4 en el anexo II, en el que se incluyen disposiciones relativas a la utilización de los equipos de trabajo para la realización de trabajos temporales en altura.

Mediante la tercera modificación, se añade un nuevo párrafo a la disposición derogatoria única, de manera que resultan expresamente derogadas determinadas disposiciones incluidas en varias normas y referidas fundamentalmente a los andamios.

Por medio de la disposición adicional única se especifica que el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo modificará la guía técnica relativa a equipos de trabajo y desarrollará los criterios técnicos adecuados para el montaje, utilización y desmontaje de andamios.

Las disposiciones finales primera y segunda modifican dos normas, el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, con objeto de ajustar su contenido a lo dispuesto por este real decreto. Por último, la disposición final tercera reconoce el carácter de legislación laboral y de norma básica de la regulación contenida en el real decreto.

En la elaboración de este real decreto se ha consultado a las organizaciones empresariales y sindicales más representativas y se ha oído a la Comisión nacional de seguridad y salud en el trabajo.

Este real decreto se dicta de conformidad con el artículo 6 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

En su virtud, a propuesta de los Ministros de Trabajo y Asuntos Sociales y de Industria, Turismo y Comercio, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 12 de noviembre de 2004,

DISPONGO:

**Artículo único. Modificación del Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo**

El Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, se modifica en los siguientes términos:

**Uno. El apartado 1.6 del anexo I, «Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo», queda redactado del siguiente modo:**

«6. Si fuera necesario para la seguridad o salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estar estabilizados por fijación o por otros medios. Los equipos de trabajo cuya utilización prevista requiera que los trabajadores se sitúen sobre ellos deberán disponer de los medios adecuados para garantizar que el acceso y permanencia en esos equipos no suponga un riesgo para su seguridad y salud. En particular, salvo en el caso de las escaleras de mano y de los sistemas utilizados en las técnicas de acceso y posicionamiento mediante cuerdas, cuando exista un riesgo de caída de altura de más de dos metros, los equipos de trabajo deberán disponer de barandillas o de cualquier otro sistema de protección colectiva que proporcione una seguridad equivalente. Las barandillas deberán ser resistentes, de una altura mínima de 90 centímetros y, cuando sea necesario para impedir el paso o deslizamiento de los trabajadores o para evitar la caída de objetos, dispondrán, respectivamente, de una protección intermedia y de un rodapiés.

Las escaleras de mano, los andamios y los sistemas utilizados en las técnicas de acceso y posicionamiento mediante cuerdas deberán tener la resistencia y los elementos necesarios de apoyo o sujeción, o ambos, para que su utilización en las condiciones para las que han sido diseñados no suponga un riesgo de caída por rotura o desplazamiento. En particular, las escaleras de tijera dispondrán de elementos de seguridad que impidan su apertura al ser utilizadas.»

**Dos. Se introduce un nuevo apartado 4 en el anexo II, «Disposiciones relativas a la utilización de los equipos de trabajo», cuyo texto se inserta como anexo de este real decreto, en el que se incluyen disposiciones relativas a la utilización de los equipos de trabajo para la realización de trabajos temporales en altura.**

**Tres. Se añade un nuevo párrafo a la disposición derogatoria única, con la siguiente redacción:**

«Asimismo, quedan derogados expresamente:

1. El capítulo VII del Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo, aprobado por la Orden de 31 de enero de 1940.

2. El capítulo III del Reglamento de Seguridad del Trabajo en la Industria de la Construcción y Obras Públicas, aprobado por la Orden de 20 de mayo de 1952.»

#### **Disposición adicional única. Guía técnica**

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo incluirá las modificaciones precisas en la Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los equipos de trabajo, con objeto de adaptarla a las modificaciones introducidas por este real decreto y mantenerla actualizada. En particular, el citado Instituto incluirá los criterios técnicos adecuados tanto para el montaje, utilización y desmontaje de andamios, como para la realización de las técnicas de acceso y posicionamiento mediante cuerdas.

#### **Disposición final primera. Modificación del Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo**

Se modifica el apartado A.9 del anexo I del Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, que queda redactado del siguiente modo:

«9. Las escaleras de mano de los lugares de trabajo deberán ajustarse a lo establecido en su normativa específica.»

#### **Disposición final segunda. Modificación del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción**

Se modifica el apartado C.5 del anexo IV del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, que queda redactado de la siguiente forma:

«5. Andamios y escaleras.

1. Los andamios, así como sus plataformas, pasarelas y escaleras, deberán ajustarse a lo establecido en su normativa específica.
2. Las escaleras de mano de los lugares de trabajo deberán ajustarse a lo establecido en su normativa específica.»

#### **Disposición final tercera. Fundamento constitucional**

1. De acuerdo con lo dispuesto en el apartado 1 de la disposición adicional tercera de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, este real decreto constituye legislación laboral, dictada al amparo del artículo 149.1.7.a de la Constitución.
2. De acuerdo con lo previsto en el apartado 2 de la disposición adicional tercera de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, este real decreto constituye norma básica respecto del personal civil con relación de carácter administrativo o estatutario al servicio de las Administraciones públicas, dictada al amparo del artículo 149.1.18.a de la Constitución.

Dado en Madrid, el 12 de noviembre de 2004.

JUAN CARLOS R.

La Vicepresidenta Primera del Gobierno y Ministra de la Presidencia,

MARÍA TERESA FERNÁNDEZ DE LA VEGA SANZ

## Anexo

«4. Disposiciones relativas a la utilización de los equipos de trabajo para la realización de trabajos temporales en altura.

### 1. Disposiciones generales.

1. Si, en aplicación de lo dispuesto en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en concreto, en sus artículos 15, 16 y 17, y en el artículo 3 de este real decreto, no pueden efectuarse trabajos temporales en altura de manera segura y en condiciones ergonómicas aceptables desde una superficie adecuada, se elegirán los equipos de trabajo más apropiados para garantizar y mantener unas condiciones de trabajo seguras, teniendo en cuenta, en particular, que deberá darse prioridad a las medidas de protección colectiva frente a las medidas de protección individual y que la elección no podrá subordinarse a criterios económicos. Las dimensiones de los equipos de trabajo deberán estar adaptadas a la naturaleza del trabajo y a las dificultades previsibles y deberán permitir una circulación sin peligro.

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. La elección efectuada deberá permitir la evacuación en caso de peligro inminente. El paso en ambas direcciones entre el medio de acceso y las plataformas, tableros o pasarelas no deberá aumentar el riesgo de caída.

2. La utilización de una escalera de mano como puesto de trabajo en altura deberá limitarse a las circunstancias en que, habida cuenta de lo dispuesto en el apartado 4.1.1, la utilización de otros equipos de trabajo más seguros no esté justificada por el bajo nivel de riesgo y por las características de los emplazamientos que el empresario no pueda modificar.
3. La utilización de las técnicas de acceso y de posicionamiento mediante cuerdas se limitará a circunstancias en las que la evaluación del riesgo indique que el trabajo puede ejecutarse de manera segura y en las que, además, la utilización de otro equipo de trabajo más seguro no esté justificada.

Teniendo en cuenta la evaluación del riesgo y, especialmente, en función de la duración del trabajo y de las exigencias de carácter ergonómico, deberá facilitarse un asiento provisto de los accesorios apropiados.

4. Dependiendo del tipo de equipo de trabajo elegido con arreglo a los apartados anteriores, se determinarán las medidas adecuadas para reducir al máximo los riesgos inherentes a este tipo de equipo para los trabajadores. En caso necesario, se deberá prever la instalación de unos dispositivos de protección contra caídas. Dichos dispositivos deberán tener una configuración y una resistencia adecuadas para prevenir o detener las caídas de altura y, en la medida de lo posible, evitar las lesiones de los trabajadores. Los dispositivos de protección colectiva contra caídas sólo podrán interrumpirse en los puntos de acceso a una escalera o a una escalera de mano.
5. Cuando el acceso al equipo de trabajo o la ejecución de una tarea particular exija la retirada temporal de un dispositivo de protección colectiva contra caídas, deberán

preverse medidas compensatorias y eficaces de seguridad, que se especificarán en la planificación de la actividad preventiva. No podrá ejecutarse el trabajo sin la adopción previa de dichas medidas. Una vez concluido este trabajo particular, ya sea de forma definitiva o temporal, se volverán a colocar en su lugar los dispositivos de protección colectiva contra caídas.

6. Los trabajos temporales en altura sólo podrán efectuarse cuando las condiciones meteorológicas no pongan en peligro la salud y la seguridad de los trabajadores.
2. Disposiciones específicas sobre la utilización de escaleras de mano.
    1. Las escaleras de mano se colocarán de forma que su estabilidad durante su utilización esté asegurada. Los puntos de apoyo de las escaleras de mano deberán asentarse sólidamente sobre un soporte de dimensiones adecuadas y estable, resistente e inmóvil, de forma que los travesaños queden en posición horizontal. Las escaleras suspendidas se fijarán de forma segura y, excepto las de cuerda, de manera que no puedan desplazarse y se eviten los movimientos de balanceo.
    2. Se impedirá el deslizamiento de los pies de las escaleras de mano durante su utilización ya sea mediante la fijación de la parte superior o inferior de los largueros, ya sea mediante cualquier dispositivo antideslizante o cualquier otra solución de eficacia equivalente. Las escaleras de mano para fines de acceso deberán tener la longitud necesaria para sobresalir al menos un metro del plano de trabajo al que se accede. Las escaleras compuestas de varios elementos adaptables o extensibles deberán utilizarse de forma que la inmovilización recíproca de los distintos elementos esté asegurada. Las escaleras con ruedas deberán haberse inmovilizado antes de acceder a ellas. Las escaleras de mano simples se colocarán, en la medida de lo posible, formando un ángulo aproximado de 75 grados con la horizontal.
    3. El ascenso, el descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán de frente a éstas. Las escaleras de mano deberán utilizarse de forma que los trabajadores puedan tener en todo momento un punto de apoyo y de sujeción seguros. Los trabajos a más de 3,5 metros de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza un equipo de protección individual anticaídas o se adoptan otras medidas de protección alternativas. El transporte a mano de una carga por una escalera de mano se hará de modo que ello no impida una sujeción segura. Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador. Las escaleras de mano no se utilizarán por dos o más personas simultáneamente.
    4. No se emplearán escaleras de mano y, en particular, escaleras de más de cinco metros de longitud, sobre cuya resistencia no se tengan garantías. Queda prohibido el uso de escaleras de mano de construcción improvisada.
    5. Las escaleras de mano se revisarán periódicamente. Se prohíbe la utilización de escaleras de madera pintadas, por la dificultad que ello supone para la detección de sus posibles defectos.
  3. Disposiciones específicas relativas a la utilización de los andamios.

1. Los andamios deberán proyectarse, montarse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente. Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras de los andamios deberán construirse, dimensionarse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas caigan o estén expuestas a caídas de objetos. A tal efecto, sus medidas se ajustarán al número de trabajadores que vayan a utilizarlos.
2. Cuando no se disponga de la nota de cálculo del andamio elegido, o cuando las configuraciones estructurales previstas no estén contempladas en ella, deberá efectuarse un cálculo de resistencia y estabilidad, a menos que el andamio esté montado según una configuración tipo generalmente reconocida.
3. En función de la complejidad del andamio elegido, deberá elaborarse un plan de montaje, de utilización y de desmontaje. Este plan y el cálculo a que se refiere el apartado anterior deberán ser realizados por una persona con una formación universitaria que lo habilite para la realización de estas actividades. Este plan podrá adoptar la forma de un plan de aplicación generalizada, completado con elementos correspondientes a los detalles específicos del andamio de que se trate.

A los efectos de lo dispuesto en el párrafo anterior, el plan de montaje, de utilización y de desmontaje será obligatorio en los siguientes tipos de andamios:

1. Plataformas suspendidas de nivel variable (de accionamiento manual o motorizadas), instaladas temporalmente sobre un edificio o una estructura para tareas específicas, y plataformas elevadoras sobre mástil.
2. Andamios constituidos con elementos prefabricados apoyados sobre terreno natural, soleras de hormigón, forjados, voladizos u otros elementos cuya altura, desde el nivel inferior de apoyo hasta la coronación de la andamiada, exceda de seis metros o dispongan de elementos horizontales que salven vuelos y distancias superiores entre apoyos de más de ocho metros. Se exceptúan los andamios de caballetes o borriquetas.
3. Andamios instalados en el exterior, sobre azoteas, cúpulas, tejados o estructuras superiores cuya distancia entre el nivel de apoyo y el nivel del terreno o del suelo exceda de 24 metros de altura.
4. Torres de acceso y torres de trabajo móviles en los que los trabajos se efectúen a más de seis metros de altura desde el punto de operación hasta el suelo.

Sin embargo, cuando se trate de andamios que, a pesar de estar incluidos entre los anteriormente citados, dispongan del marcado "CE", por serles de aplicación una normativa específica en materia de comercialización, el citado plan podrá ser sustituido por las instrucciones específicas del fabricante, proveedor o suministrador, sobre el montaje, la utilización y el desmontaje de los equipos, salvo que estas operaciones se realicen de forma o en condiciones o circunstancias no previstas en dichas instrucciones.

4. Los elementos de apoyo de un andamio deberán estar protegidos contra el riesgo de deslizamiento, ya sea mediante sujeción en la superficie de apoyo, ya sea mediante un dispositivo antideslizante, o bien mediante cualquier otra solución de eficacia

equivalente, y la superficie portante deberá tener una capacidad suficiente. Se deberá garantizar la estabilidad del andamio. Deberá impedirse mediante dispositivos adecuados el desplazamiento inesperado de los andamios móviles durante los trabajos en altura.

5. Las dimensiones, la forma y la disposición de las plataformas de un andamio deberán ser apropiadas para el tipo de trabajo que se va a realizar, ser adecuadas a las cargas que hayan de soportar y permitir que se trabaje y circule en ellas con seguridad. Las plataformas de los andamios se montarán de tal forma que sus componentes no se desplacen en una utilización normal de ellos. No deberá existir ningún vacío peligroso entre los componentes de las plataformas y los dispositivos verticales de protección colectiva contra caídas.
6. Cuando algunas partes de un andamio no estén listas para su utilización, en particular durante el montaje, el desmontaje o las transformaciones, dichas partes deberán contar con señales de advertencia de peligro general, con arreglo al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre señalización de seguridad y salud en el centro de trabajo, y delimitadas convenientemente mediante elementos físicos que impidan el acceso a la zona de peligro.
7. Los andamios sólo podrán ser montados, desmontados o modificados sustancialmente bajo la dirección de una persona con una formación universitaria o profesional que lo habilite para ello, y por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada y específica para las operaciones previstas, que les permita enfrentarse a riesgos específicos de conformidad con las disposiciones del artículo 5, destinada en particular a:
  1. La comprensión del plan de montaje, desmontaje o transformación del andamio de que se trate.
  2. La seguridad durante el montaje, el desmontaje o la transformación del andamio de que se trate.
  3. Las medidas de prevención de riesgos de caída de personas o de objetos.
  4. Las medidas de seguridad en caso de cambio de las condiciones meteorológicas que pudiesen afectar negativamente a la seguridad del andamio de que se trate.
  5. Las condiciones de carga admisible.
  6. Cualquier otro riesgo que entrañen las mencionadas operaciones de montaje, desmontaje y transformación.

Tanto los trabajadores afectados como la persona que supervise dispondrán del plan de montaje y desmontaje mencionado en el apartado 4.3.3, incluyendo cualquier instrucción que pudiera contener.

Cuando, de conformidad con el apartado 4.3.3, no sea necesaria la elaboración de un plan de montaje, utilización y desmontaje, las operaciones previstas en este apartado podrán también ser dirigidas por una persona que disponga de una experiencia certificada por el empresario en esta materia de más de dos años y cuente con la

formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones de nivel básico, conforme a lo previsto en el apartado 1 del artículo 35 del Reglamento de los Servicios de Prevención, aprobado por el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero.

8. Los andamios deberán ser inspeccionados por una persona con una formación universitaria o profesional que lo habilite para ello:
  1. Antes de su puesta en servicio.
  2. A continuación, periódicamente.
  3. Tras cualquier modificación, período de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas, o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.

Cuando, de conformidad con el apartado 4.3.3, no sea necesaria la elaboración de un plan de montaje, utilización y desmontaje, las operaciones previstas en este apartado podrán también ser dirigidas por una persona que disponga de una experiencia certificada por el empresario en esta materia de más de dos años y cuente con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones de nivel básico, conforme a lo previsto en el apartado 1 del artículo 35 del Reglamento de los Servicios de Prevención, aprobado por el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero.

4. Disposiciones específicas sobre la utilización de las técnicas de acceso y de posicionamiento mediante cuerdas.
  1. La utilización de las técnicas de acceso y de posicionamiento mediante cuerdas cumplirá las siguientes condiciones:
    1. El sistema constará como mínimo de dos cuerdas con sujeción independiente, una como medio de acceso, de descenso y de apoyo (cuerda de trabajo) y la otra como medio de emergencia (cuerda de seguridad).
    2. Se facilitará a los trabajadores unos arneses adecuados, que deberán utilizar y conectar a la cuerda de seguridad.
    3. La cuerda de trabajo estará equipada con un mecanismo seguro de ascenso y descenso y dispondrá de un sistema de bloqueo automático con el fin de impedir la caída en caso de que el usuario pierda el control de su movimiento. La cuerda de seguridad estará equipada con un dispositivo móvil contra caídas que siga los desplazamientos del trabajador.
    4. Las herramientas y demás accesorios que deba utilizar el trabajador deberán estar sujetos al arnés o al asiento del trabajador o sujetos por otros medios adecuados.
    5. El trabajo deberá planificarse y supervisarse correctamente, de manera que, en caso de emergencia, se pueda socorrer inmediatamente al trabajador.

- 
6. De acuerdo con las disposiciones del artículo 5, se impartirá a los trabajadores afectados una formación adecuada y específica para las operaciones previstas, destinada, en particular, a:
1. Las técnicas para la progresión mediante cuerdas y sobre estructuras.
  2. Los sistemas de sujeción.
  3. Los sistemas anticaídas.
  4. Las normas sobre el cuidado, mantenimiento y verificación del equipo de trabajo y de seguridad.
  5. Las técnicas de salvamento de personas accidentadas en suspensión.
  6. Las medidas de seguridad ante condiciones meteorológicas que puedan afectar a la seguridad.
  7. Las técnicas seguras de manipulación de cargas en altura.
2. En circunstancias excepcionales en las que, habida cuenta de la evaluación del riesgo, la utilización de una segunda cuerda haga más peligroso el trabajo, podrá admitirse la utilización de una sola cuerda, siempre que se justifiquen las razones técnicas que lo motiven y se tomen las medidas adecuadas para garantizar la seguridad.»