

NORMATIVA COMUNITARIA APLICABLE A LASERES. LA SEGURIDAD FRENTE A RADIACION LASER: NORMA EN 60 825 (1992)

M^a José Rupérez Calvo
Centro Nacional de Nuevas Tecnologías - Madrid-I.N.S.H.T.

1. INTRODUCCION

Este artículo tiene como objetivo exponer de forma resumida el marco normativo comunitario sobre Seguridad y Salud en el Trabajo, en el cual se integra la prevención sobre los potenciales riesgos derivados de la utilización laboral de láseres, para terminar tratando específicamente los riesgos derivados de la radiación emitida por los equipos láser y las medidas de control propuestas por la Norma Europea 60825.

Con la entrada en vigor (1/7/1987) del Acta Unica Europea de 1986, comienza una nueva etapa en la Comunidad Europea. Entre otros objetivos, se fija un plazo para el establecimiento del mercado Unico. Para ello debería existir un conjunto de disposiciones que regularan el funcionamiento de dicho Mercado, y que además contuvieran requisitos de seguridad y sanidad de los productos. (Artículo 100A del Tratado CE). Por otra parte, los Estados miembros aceptan el desarrollo de unas leyes comunitarias o "Directivas" en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo, como aplicación del artículo 118A del Tratado CEE. Se acuerda elaborar la parte básica, una Directiva Marco y otras derivadas de ella, para que estén vigentes al 1/1/93, delegando estas competencias en la Comisión Europea, con el compromiso de transponer estas directivas (una vez aprobadas) a las respectivas legislaciones nacionales de los Estados miembros, siendo por lo tanto **vinculantes**.

De esta forma, tenemos dos grupos de directivas, siendo el primero el denominado "Política Social", que engloba aquellas directivas que se refieren a las medidas a aplicar para **promover la mejora de la seguridad y salud en el trabajo**, es decir, la Directiva Marco y otras directivas que la complementan; entre los temas tratados se pueden citar: derechos y deberes de empresarios y trabajadores, condiciones que deben reunir los locales, prevención de los riesgos ligados al tipo y medio de trabajo (equipos y productos), y al uso de equipos de protección individual.

El segundo grupo recibe coloquialmente el nombre de "Mercado Interior" y engloba a aquellas directivas que contienen **requisitos mínimos de seguridad** que deben cumplirse para que los productos que se comercialicen en los países comunitarios sean seguros, siendo la más representativa la Directiva 89/392/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas o Directiva "máquinas".

Puesto que el objetivo de la CE es la armonización dentro del progreso de los reglamentos y normas nacionales, y las directivas tienen que ser de carácter general, es necesario disponer de **normas comunitarias** armonizadas, es decir, de especificaciones técnicas que, siendo perfectamente acordes con los criterios sobre seguridad y salud que marcan las directivas, establezcan las condiciones mínimas de seguridad que debe cumplir cada producto. Reciben el nombre de Normas Europeas y están elaboradas por el Comité Europeo de Normalización, en el que participan todos los Estados miembros.

Las Normas Europeas deben transponerse en los respectivos países miembros por los respectivos organismos normalizadores y pasar a la categoría de Normas Nacionales. En el caso de España, la Asociación Española de Normalización, AENOR, debe transponer las normas EN a normas UNE. Las Normas Europeas (EN), como cualquier otra norma, no tienen carácter vinculante, pero garantizan el cumplimiento de las directivas, siendo bastante difícil para un producto cumplir las directivas sin ser conforme a las EN. En la figura 1, se expone un esquema con la relación entre la legislación laboral comunitaria y la española.

RELACION ENTRE LA LEGISLACION LABORAL COMUNITARIA Y LA ESPAÑOLA

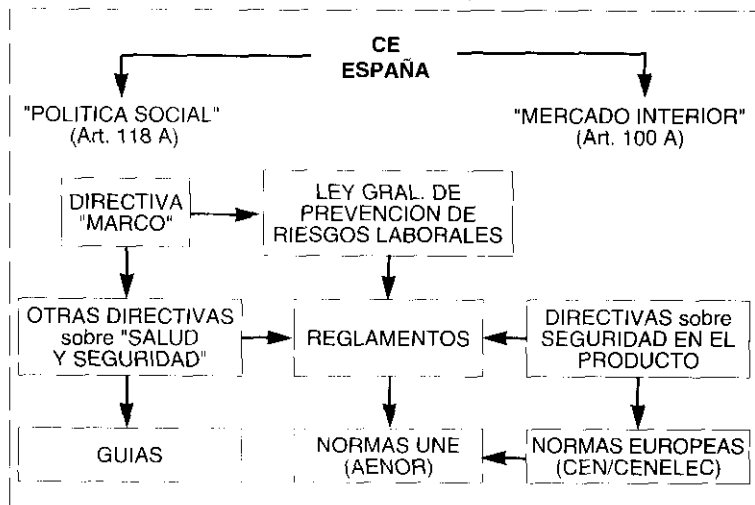


Figura 1

2. APLICACION A LOS EQUIPOS LASER

Si consideramos la normativa europea aplicable a los equipos láser, tendremos:

- En el apartado "Política Social", un conjunto de directivas que se refieren, como antes se dijo, a las medidas generales que deben aplicarse para garantizar que las condiciones de trabajo que afecten tanto a empresarios y trabajadores, como a los locales donde se instalen los equipos láser, sean seguras y sanas, y para que estén controlados los riesgos que se derivan de la utilización de los equipos y de los productos, es decir, de los agentes químicos, físicos y biológicos, durante el trabajo, y de los equipos de protección individual en el trabajo.

La directiva de mayor interés en relación con los equipos láser será la que actualmente es propuesta de Directiva sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos", entre los que se incluye la radiación óptica (100nm a 1mm), presentada por la Comisión al Consejo el 8/2/93 y publicada en el DOCE el 18/3/93. Los datos técnicos, relacionados con la radiación óptica, se especifican en el Anexo III, que se modificará en función del progreso técnico, de la evolución de las normativas internacionales y de los conocimientos sobre los efectos de la radiación óptica sobre la salud.

Normativa aplicable a láseres (Marzo 1993)

POLITICA SOCIAL

- DIRECTIVA "MARCO" 89/391/CEE (31/12/92)
- DIRECTIVA "LUGARES DE TRABAJO" 89/654/CEE (31/12/92)
- DIRECTIVAS "SEÑALIZACION" 77/576/CEE y 79/640/CEE RD 1403/1986
- Nueva DIRECTIVA "SEÑALIZACION" 92/58/CEE (antes del 24/6/94)
- DIRECTIVA "EQUIPOS DE TRABAJO" 89/655/CEE (31/12/92)
- DIRECTIVA "EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL" (utilización) 89/656/CEE (31/12/92)
- PROPUESTA DE DIRECTIVA DE AGENTES FISICOS. (Dic 92)

MERCADO INTERIOR

- DIRECTIVA "MAQUINAS" 89/392/CEE (31/12/92) modificada por la 91/368/CEE RD 1435/1992 de 27 Nov.
- DIRECTIVA "EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL" 89/686/CEE (31/12/92) RD 1407/1992 de 20 Nov.

Figura 2. Listado de directivas aplicables a láseres

Hay un grupo de directivas, entre las que se encuentran las de Agentes Químicos Cancerígenos, Valores Límite, etc..., cuya aplicación estaría incluida en este apartado, pero no se van a tratar en este artículo por ser un tema sobre el que existen amplias referencias en la bibliografía.

- En el apartado "Mercado Interior", las directivas que tienen aplicación a equipos láser son: la Directiva "Máquinas" 89/392/CEE (31/12/92) modificada por la 91/368/CEE que ha sido traspuesta a la legislación nacional como **Real Decreto 1435/1992** de 27 de noviembre (BOE 11/12/92), y la Directiva de "Equipos de protección individual" 89/686/CEE (31/12/92) o **Real Decreto 1407/1992** de 20 de Noviembre (BOE 28/12/92), que fija los requisitos mínimos que

deben cumplir para la comercialización de EPIs seguros.

En la figura 2 se expone el listado completo de directivas aplicables a láseres en Marzo de 1993.

3. LA DIRECTIVA "MAQUINAS" O REAL DECRETO "MAQUINAS"

La Directiva que más nos interesa, en relación con el Mercado Interior, es la Directiva "Máquinas", o R.D. "Máquinas", cuyo objetivo es procurar que sólo se comercialicen productos seguros en la CE y que es la primera disposición que *se refiere específicamente a la prevención de los riesgos por radiación láser*. Por ello conviene extenderse un poco más en comentar su contenido:

Art. 2.1. "Sólo se podrán comercializar y poner en servicio las máquinas contempladas en el ámbito de aplicación del presente Real Decreto, si no comprometen 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 de acuerdo con su destino".

Art. 4. "Las máquinas a las que se aplica el presente Real Decreto deberán cumplir los requisitos esenciales de seguridad y de salud que figuran en el anexo I.

En el anexo I, entre los requisitos de seguridad y salud relativos al diseño y fabricación de las máquinas, en el punto **1.5.12**, se especifican las medidas de seguridad frente al **riesgo de radiación en equipos láser**.

- Si se utilizan equipos láser, se deberán tener en cuenta las siguientes disposiciones:
 - Los equipos láser de las máquinas se diseñarán y fabricarán de forma que se evite toda radiación involuntaria.
 - Los equipos láser de las máquinas se protegerán de forma que no perjudiquen a la salud ni las radiaciones útiles, ni la radiación producida por reflexión o difusión, ni la radiación secundaria.
 - Los equipos ópticos para la observación o la regulación de equipos láser de las máquinas no harán que los rayos láser provoquen peligro alguno para la salud.

Por último, en el Art. 5, se introduce la marca "CE" para las máquinas carentes de peligro: se considerarán conformes con los requisitos esenciales de seguridad y salud [...] las máquinas que estén provistas de la marca "CE" y que dispongan de la declaración CE de conformidad.

Según el RD 1435/1992 "Máquinas", **el fabricante**, para poder vender sus productos libres de trabas en la CE, **deberá aplicar los siguientes criterios:**

1º) Eliminar o reducir los riesgos en la fase de diseño.

Las máquinas que cumplan los requisitos de seguridad y salud que figuran en el anexo I del R.D. "máquinas", deberán estar provistas de la marca CE y disponer de la declaración CE de conformidad.

2º) Aplicar medidas de control sobre los riesgos que no puedan ser eliminados.

Por ejemplo, barreras físicas tales como carcasas, enclavamientos, o controles administrativos tales como normas de utilización, limitación de uso.

3ª) Informar al usuario de los riesgos residuales, indicando si es necesaria formación y especificando el tipo de protección individual que debe utilizarse. Esto se realizará mediante:

a) *Señales de advertencia*. Preferentemente pictogramas, o si no frases redactadas en una de las lenguas del país de utilización, o si así se solicita, en las lenguas que comprendan los operarios.

b) La obligación de acompañar a cada máquina de un manual de instrucciones sobre condiciones seguras de utilización, puesta en servicio, mantenimiento, etc, en una de las lenguas del país de utilización.

c) Un manual de mantenimiento que será utilizado por personal especializado o que depende del fabricante, que podrá redactarse en una sola lengua comunitaria.

d) Formación necesaria para las personas que utilicen el equipo.

e) La especificación de los requisitos que debe cumplir la protección individual para proteger de ese riesgo, en el caso de que deba utilizarse.

4. ORGANISMOS EMISORES DE NORMAS SOBRE LASERES

La Organización Internacional de Normalización (ISO) y el Comité Electrotécnico Internacional (CEI) son los principales organismos normalizadores de ámbito internacional.

ISO y CEI, juntos, forman un sistema para la normalización internacional y se reparten entre sí el trabajo, basándose en el siguiente acuerdo: todas las cuestiones relacionadas con la normalización en el campo de la ingeniería eléctrica y electrónica se reservan para CEI, ocupándose ISO del resto de los asuntos.

Los Comités Técnicos respectivos que realizan trabajos de normalización sobre equipos láser son: ISO/TC 172 (Optics and optical instruments), y CEI/TC 76 (Laser equipment).

A su vez, estos TC se subdividen en grupos de trabajo para elaborar las diferentes normas, su tarea está interrelacionada por lo que las normas se establecen por mutuo acuerdo entre las dos organizaciones.

En el caso de la Comunidad Europea, además de las Directivas promulgadas para proteger a la población de los productos que presentan riesgo de seguridad, salud y medio-ambientales, existen dos organismos normalizadores: el Comité Europeo de Normalización (CEN) y el Comité Europeo para Normalización Electrotécnica (CENELEC) que elabora las normas europeas.

CEN/CENELEC e ISO/CEI, están relacionados y tienen acuerdos de cooperación con objeto de facilitar la publicación y adopción común de las normas internacionales, acelerar las normas en proceso de preparación para dar respuesta a la demanda del mercado, sometiendo a veces las normas al proceso de voto paralelo (ISO/CEI - CEN/CENELEC). Por ejemplo, ISO/TC 172 SC 9 y CEN/TC 123 colaboran conjuntamente en los trabajos relativos a la seguridad y salud en el procesado de materiales con láser.

Con respecto a la armonización de documentos sobre seguridad láser, la CE, a través de CEN/CENELEC, ha tomado como base, para algunas de sus normas europeas, las Normas CEI (CEI 825 y CE 601-2-22), modificándolas cuando lo ha considerado conveniente, de forma que algunas CEI son equivalentes en las EN y otras no lo son. La tendencia futura es conseguir normas cada vez más próximas entre sí para no obstaculizar el mercado mundial. En las figuras 3 y 4 puede verse la rela-

COMITES NORMALIZADORES RELACIONADOS/CON EQUIPOS LASER

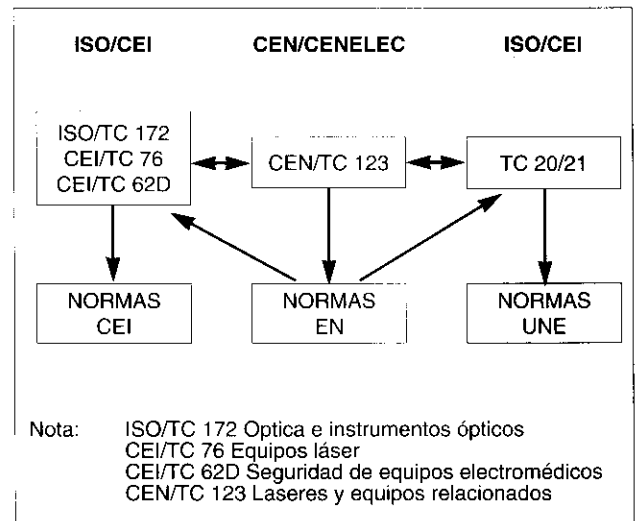


Figura 3. Esquema de los principales comités normalizadores relacionados con equipos láser

ción entre los distintos comités y un listado de Normas Europeas y Normas CEI relativas a seguridad láser que incluye también las normas que están en fase de proyecto (marzo 1993).

En resumen, dentro del marco normativo comunitario, disponemos actualmente de:

- Un conjunto de directivas que contienen medidas generales de seguridad y salud para: personas, locales, equipos, agentes de riesgo, sectores industriales y colectivos especiales.
- Otro conjunto de directivas con requisitos mínimos de seguridad para productos. Ambos conjuntos, una vez vigentes, son de obligado cumplimiento.
- Un grupo de normas, guías y documentos técnicos

Normas EN y CEI para SEGURIDAD LASER (Marzo 93)

NORMAS EUROPEAS (CEN/CENELEC)

- EN 60 825 "Seguridad de radiación de equipos láser" (fp 9/91) (fv 1/3/92).
- EN 60601-2-22 "Seguridad en equipos láser terapéuticos y de diagnóstico" (fp 9/92)
- prEN 60825-5 "Seguridad de radiación de equipos láser parte 5: seguridad de fibra óptica" (fp 3/92)
- prEN 207 y prEN 208 (Protección ocular para láser).

NORMAS CEI

- CEI 280 (1986). Seguridad eléctrica de equipo láser.
- CEI 601-2-22 (1992). Seguridad en equipos láser terapéuticos y de diagnóstico.
- CEI 825 AMD1-1990. "Seguridad de radiación de equipos láser" (NO EQUIVALE A EN 60825).
- CEI/DIS 76 (Cent. Off.) 22. 2ª enmienda de CEI 825(84).
- CEI 1040 (1990). Equipos de medida de radiación láser.
- CEI/DIS 76 (Cent. Off.) 25 Borrador de CEI 825-5. Seguridad de fibra óptica.

fp = fecha publicación
fv = fecha entrada en vigor

Figura 4. Normas EN y CEI para seguridad láser.

de referencia que ayudan a conseguir la aplicación de las directivas a cada caso concreto.

Como prueba de la influencia de las EN en el mercado mundial, podemos citar que el Laser Institute of America recomienda a sus asociados cumplir las normas ANSI, CEI y EN, y no menospreciar la importancia de las EN ya que, aunque no son obligatorias, garantizan la libre venta de los productos.

5. LA SEGURIDAD FRENTE A RADIACION LASER NORMA EN 60.825 "Seguridad de radiación de productos láser, clasificación de equipos, requisitos y guía del usuario"

Si queremos tratar de la prevención de riesgos debidos a la emisión de radiación de productos láser en la CE, debemos referirnos a la norma europea EN 60 825, aprobada por CENELEC el 15/3/1991, y que entró en vigor en todos los Estados miembros el 1/3/92; la versión oficial española de esta norma ha sido publicada por AENOR como UNE EN 60825 con fecha de Marzo de 1993.

Esta norma está basada en la norma CEI 825+1ª enmienda+correcciones hechas por el CENELEC, de forma que no es equivalente a ninguna otra norma. De todas formas, es tal la influencia de las normas europeas en el mercado internacional, que los respectivos comités de CEI/TC76 y ANSI Z 136 están trabajando para modificar las actuales normas CEI 825 (1ª Amd) 1991 y ANSI Z 136.1 para que sean totalmente equivalentes a la EN 60825.

Como la Norma EN 60 825, es una norma elaborada según el nuevo enfoque de la prevención en la CE, reproduce en sus objetivos la misma filosofía de actuación que comentábamos en la Directiva o R.D. "Máquinas": Eliminar o reducir los riesgos en el origen, aplicar medidas de control sobre los riesgos que no puedan ser eliminados e informar al usuario de los riesgos residuales y cómo protegerse de ellos.

5.1. Finalidad de la Norma EN 60 825.

Para poder comentar el contenido de la norma EN 60825 de forma resumida, hemos elegido desarrollarla partiendo de su finalidad u objetivos que se reproducen literalmente a continuación, y de las medidas que propone la propia norma para conseguir estos objetivos:

NORMA EUROPEA EN 60825 Seguridad de radiación láser

Objetivos:

- **PROTEGER LA SALUD**
 - Niveles seguros de trabajo (lím. exp. laboral)
 - Sistema de clasificación según el riesgo
- **ESTABLECER REQUISITOS MINIMOS DE SEGURIDAD**
 - Fabricación
 - Uso
- **INFORMAR SOBRE LOS RIESGOS RESIDUALES**
- **REDUCIR EL RIESGO DE LESIONES MEDIANTE:**
 - Eliminación acceso innecesario a la radiación
 - Utilización elementos de protección
 - Utilización segura por parte del usuario

Figura 5

5.1.1. Proteger a las personas contra la radiación láser comprendida en el margen de longitudes de onda de 180 nm a 1 mm indicando niveles seguros de trabajo de la radiación láser e introduciendo un sistema de clasificación de los láseres y productos láser según su nivel de riesgo.

5.1.2. Establecer requisitos tanto para el usuario como para el fabricante con el fin de definir procedimientos y proporcionar información, de manera que puedan adoptarse las precauciones apropiadas.

5.1.3. Proporcionar mediante signos, etiquetas e instrucciones la información adecuada sobre los riesgos asociados a la radiación accesible de productos láser.

5.1.4. Reducir la posibilidad de lesiones minimizando la radiación accesible innecesaria, mejorar el control sobre la radiación láser mediante elementos de protección y garantizar un uso seguro de los productos basados en láser especificando las medidas de control que debe tomar el usuario.

6. MEDIDAS PREVENTIVAS PROPUESTAS POR LA NORMA

6.1. Objetivo 1. Proteger la salud de las personas.

6.1.1. *Niveles seguros de trabajo.* En primer lugar, la norma establece unos niveles seguros de trabajo para la radiación láser. Reciben el nombre de **exposición máxima permisible (EMP)** o límites de exposición laboral, y son valores que van dirigidos a los usuarios y se establecen por debajo de los niveles peligrosos conocidos. Están basados en la mejor información disponible obtenida a partir de estudios experimentales y se deben usar como guía en el control de las exposiciones, no como línea divisoria entre niveles seguros y peligrosos. En cualquier caso, la exposición a radiación láser debería ser la mínima posible.

No se aplican a la exposición de los pacientes a la radiación láser en los tratamientos médicos.

Se expresan en unidades de irradiancia o exposición radiante (potencia o energía por unidad de superficie receptora) en el caso de fuentes puntuales, continuas o pulsadas, o bien en términos de radiancia o de radiancia integrada (potencia o energía por unidad de superficie emisora y por unidad de ángulo sólido de emisión) cuando se trata de fuentes extensas continuas o pulsadas.

Estos niveles de radiación láser representan el nivel máximo al que es posible exponer los ojos o la piel sin que se produzcan lesiones inmediatas (exposición aguda) o después de un periodo prolongado de tiempo (exposición crónica), y varían en función de la longitud de onda de la radiación, de la duración del impulso, del tejido biológico afectado y para la radiación visible e IR próximo entre 400 y 1400 nm, con el tamaño de la imagen en la retina.

Se agrupan en 3 tablas:

- EMP para visión directa del haz.
- EMP para visión de una fuente extensa o de un haz por reflexión difusa (las condiciones de fuente extensa están bien definidas en la norma).
- EMP para la piel.

Como no es posible reproducir las tablas de EMP por su complejidad, exponemos, en la figura 6, la compara-

ción de los EMPs para exposición ocular directa, visión difusa y exposición de la piel durante un segundo a láseres que emiten radiación en diferentes intervalos espectrales. En esta figura, se puede observar como, para igual tiempo de exposición, las EMPs más restrictivas corresponden al UV lejano, visible e IR prox. (Los valores calculados para las EMP coinciden con los de los TLVS de la ACGIH).

6.1.2. *Clasificación en categorías de riesgo.* Como es complicado evaluar en cada puesto de trabajo la exposición a radiación láser y aplicar las medidas de control apropiadas a cada caso, es más práctico clasificar los láseres en categorías de riesgo, **normalizando las medidas de protección** que debe incorporar cada categoría y las frases de advertencia que deben acompañar al producto láser.

De esta forma tenemos cuatro clases generales de láser diferenciándose cada una de ellas en los límites de emisión accesibles (LEAs). Tablas I a IV de la EN 60825. Exponemos sus características de forma resumida:

Clase 1. Láseres intrínsecamente seguros (nunca se sobrepasa el nivel de EMP), o los que son seguros debido a su diseño.

Clase 2. Láseres de poca potencia de salida que emiten radiación visible (400-700 nm) y que pueden funcionar en modo continuo o pulsado. La potencia o energía de estos sistemas está limitada a los LEAs de la Clase 1 para duraciones de exposición de hasta 0,25 s. Para un láser continuo, el límite es de 1 mW.

Clase 3A. Láseres cuya potencia de salida es hasta 5 mW (emisión continua) o cinco veces el LEA de la clase 2 (emisiones pulsadas o repetitivas), para la región espectral 400-700 nm. La irradiancia en cualquier punto del haz visible no debe sobrepasar los 25W m⁻². Para otras regiones espectrales la radiación láser no debe sobrepasar cinco veces el LEA de la clase 1, ni superar la irradiancia ni la exposición radiante de la tabla III de la norma EN 60825.

NOTA: La visión directa de un haz láser de la Clase 3A con ayudas ópticas, puede ser peligrosa. Para láseres que emiten en el visible, la protección del ojo desnudo se produce mediante reflejos de aversión, incluyendo el parpadeo.

Clase 3B. Láseres que pueden emitir radiación visible y/o invisible a niveles que no sobrepasen los LEAs especificados en la Tabla IV. Los láseres continuos no pueden sobrepasar los 0,5W y la exposición radiante de los láseres pulsados debe ser menor de 10⁵ J m⁻².

NOTA: La visión directa del haz es siempre peligrosa. La visión de radiación láser pulsada desenfocada por reflexión difusa no es peligrosa y, en ciertas condiciones, los haces láser continuos pueden verse sin ningún peligro mediante un reflector difuso.

Estas condiciones son las siguientes: distancia mínima de 13cm y tiempo máximo de 10s.

Clase 4. Son láseres de gran potencia, cuya potencia de salida sobrepase los LEAs especificados para la Clase 3B.

NOTA: Los láseres visibles e IR-A de la clase 4 pueden producir reflexiones difusas peligrosas. Pueden causar lesiones en la piel y constituir peligro de incendio. Su uso requiere una precaución extrema.

6.2. Objetivo 2. Establecer requisitos mínimos de seguridad.

Este objetivo pretende conseguir que se eliminen o reduzcan los riesgos de un producto láser, tanto en la fase de diseño como durante su uso.

Para ello, la norma EN 60825 establece en la Sección

EXPOSICIONES MAXIMAS PERMISIBLES (EN 60 825)

λ	1s (Exp.ocular dir.)	1s (Exp. ocular dif.)	1s (Exp.piel)
Excímero FAr 193 nm	3 mJ/cm ²	3 mJ/cm ²	3 mJ/cm ²
He - Cd 325 nm	560 mJ/cm ²	560 mJ/cm ²	560 mJ/cm ²
Ar 488 - 514 nm	1,8 mJ/cm ²	10 ⁴ mJ/cm ² sr	1,1 J/cm ²
Nd: YAG 1064 nm	9 mJ/cm ²	50 mJ/cm ² sr	1,1 J/cm ²
CO ₂ 10,6 μ m	560 mJ/cm ²	560 mJ/cm ²	560 mJ/cm ²

Figura 6

Dos una serie de requisitos de seguridad que deben incorporar los productos láser, dependiendo de la clase que les haya asignado el fabricante, es decir, en función del riesgo potencial. Entre las medidas de seguridad que propone la norma se pueden citar: la carcasa protectora y paneles de acceso con enclavamientos de seguridad, enclavamientos a distancia, controles de llave, dispositivos audibles o visibles de aviso de emisión de radiación, uso de obturadores o atenuadores de haz, diversos tipos de etiquetas, etc., existiendo requisitos adicionales para productos láser específicos (por ej.: con fibra óptica).

Además de estos requisitos de seguridad para la fabricación de equipos láser, en la Sección Tres -guía del usuario-, se especifican las precauciones de seguridad y las medidas de control que debe adoptar el usuario de un producto/láser, dependiendo de la clasificación que el fabricante haya dado al producto.

Una de las principales recomendaciones a usuarios de instalaciones láser de clase 3A, 3B ó 4 es el nombramiento de un responsable de seguridad láser que revisará las medidas de seguridad y designará los controles a implantar.

La intención de la guía del usuario es que se utilicen de forma segura los controles de seguridad instalados por el fabricante. Por ejemplo, en un láser Clase 4, el fabricante debe incluir un control de llave, que debe ser extraíble y no permitir el acceso a la radiación láser cuando se retire la llave. El usuario de ese mismo láser Clase 4 debe prevenir el uso no autorizado del láser, extrayendo la llave cuando el láser no se utilice.

6.3. Objetivo 3. Informar sobre los riesgos residuales

La información que el fabricante debe proporcionar al usuario sobre los riesgos que no han podido eliminarse en el origen, obligatoria según el RD "Máquinas", se efectuará mediante:

- **Señales de advertencia.** Mediante el pictograma triangular de advertencia con el símbolo de peligro por radiación láser negro sobre fondo amarillo, situado de forma permanente en lugar visible sobre el producto láser, y unas etiquetas con frases de advertencia **normalizadas**, que permitirán al usuario conocer el potencial riesgo al que se expone y cómo evitarlo. (Ver figura 7).

- **Manual de instrucciones.** El fabricante debe sumi-

CONDICIONES DE TRABAJO Y SALUD

nistrar con cada máquina un manual de instrucciones con información detallada para el montaje, mantenimiento y utilización segura del producto láser. Si aplicamos la Directiva "Máquinas" el manual debería estar redactado en una de las lenguas del país de utilización. En la norma se describen detalladamente los puntos que debe incluir el manual.

- **Información de compra.** Suministrando en todos los catálogos, especificaciones y folletos descriptivos de cada producto láser una reproducción legible de las etiquetas de clasificación correspondiente.

- **Manual de mantenimiento.** Está destinado a suministradores, distribuidores y, en general personal especializado y deberá contener instrucciones sobre las precauciones que deberán tomarse al efectuar ajustes y procedimientos de servicio y mantenimiento.

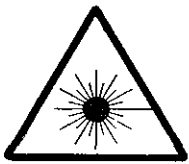
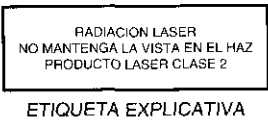
 	
CLASE 1	PRODUCTO LASER CLASE 1
CLASE 2	RADIACION LASER. NO MANTENGA LA VISTA EN EL HAZ. PRODUCTO LASER CLASE 2.
CLASE 3A	RADIACION LASER. NO MANTENGA LA VISTA EN EL HAZ NI MIRE DIRECTAMENTE CON INSTRUMENTOS OPTICOS PRODUCTO LASER CLASE 3A
CLASE 3B	RADIACION LASER. EVITE LA EXPOSICION AL HAZ. PRODUCTO LASER CLASE 3B.
CLASE 4	RADIACION LASER. EVITE LA EXPOSICION OCULAR O LA PIEL A RADIACIONES DIRECTAS O DISPERSAS. PRODUCTO LASER CLASE 4.
ABERTURA LASER	EVITAR LA EXPOSICION. SE EMITE RADIACION LASER POR ESTA ABERTURA
PANELES DE ENCLAVAMIENTO	PRECAUCION - RADIACION LASER EN CASO DE APERTURA Y DESACTIVACION DE BLOQUEOS DE SEGURIDAD

Figura 7. Etiquetas y frases normalizadas según EN 60825 para los productos láser

6.4. Objetivo 4. Reducir la posibilidad de lesiones [...]

Para evitar que los riesgos residuales puedan producir lesiones al usuario, en la guía del usuario se recomiendan una serie de procedimientos de control. Además de

tener en cuenta la clasificación del producto láser (que relaciona específicamente la emisión accesible con el riesgo potencial derivado de sus características físicas), la norma recomienda también considerar los factores ambientales y personales a la hora de determinar las medidas de control necesarias. (En el caso de situaciones no incluidas en esta norma, el responsable de seguridad láser sería el encargado de emitir "juicio documentado").

Los procedimientos recomendados para el control de riesgos son:

6.4.1. Minimizar la radiación accesible innecesaria.

Para ello, el usuario debe utilizar los controles técnicos de seguridad en la forma especificada por el fabricante, por ejemplo, conectando sistemas de enclavamiento remoto en la puerta de la sala donde está instalado un láser clase 4, confinando los haces láser siempre que sea posible, situando la trayectoria libre del haz por encima o por debajo del nivel de los ojos, etc.

A veces el usuario debe aplicar medidas de control administrativo, sobre todo en trabajos al aire libre y en obra, o en exhibiciones y demostraciones, donde no es posible aplicar otro tipo de controles.

Un ejemplo sería la limitación de acceso al área de peligro, delimitada mediante el cálculo de la distancia nominal de riesgo ocular (DNRO), que es la distancia a la cual la irradiancia del haz o la exposición radiante es igual a la EMP para la córnea. Reproducimos un ejemplo del Apéndice A, sección C de la Norma:

Calculando la DNRO para un láser de las características que se citan a continuación:

Potencia de salida $P_e = 4W$.
 Diámetro de salida $a = 1mm$
 Divergencia de haz $\theta = 0,7 mrad$.
 $EMP = 10W \cdot m^{-2}$
 Se obtiene un valor de DNRO = **1,018 Km.**

Si varían las condiciones de emisión de este mismo láser, acoplando una lente de expansión al haz, que reduce la divergencia a 0,1 mrad y aumenta su diámetro a la salida a 7mm, la nueva DNRO calculada será de **7,07 Km.**

Un ejemplo diferente sería la utilización de láseres con fines pedagógicos en escuelas, o con fines de entretenimiento en áreas sin supervisión. La norma recomienda que sólo se utilicen productos láser de clase 1 ó de clase 2, no permitiendo la exposición de los espectadores a niveles superiores a la AMP aplicable.

6.4.2. Utilización de elementos de protección personal

La necesidad de utilizar este recurso debería reducirse al mínimo por medio de controles técnicos y administrativos.

Para la posible exposición a radiaciones láser de clase 3B y 4, siempre se deberá proporcionar la protección personal adecuada (gafas o ropa de trabajo), teniendo en cuenta que el grado de protección que ofrecen frente al riesgo de radiación depende de las características físicas de láser utilizado.

6.4.3. Garantizar una utilización segura por parte del usuario.

En el caso de láseres de las clases 3A, 3B y 4, su utilización puede presentar un riesgo no sólo para el usuario

sino también para otras personas situadas a una cierta distancia.

La solución más adecuada a este problema es suministrar al usuario:

- La información necesaria sobre los riesgos para su salud que pueden producirse en una exposición a radiación láser, y
- Formación específica en seguridad láser adecuada al tipo de instalación que utilice. Quien imparte la formación puede ser la casa suministradora del sistema láser, o bien la propia empresa, o una institución externa convenientemente acreditada.

7. ¿QUE APORTA LA NORMA EN 60825?

La Norma proporciona una guía que permite, a los fabricantes de sistemas láser, poner la marca "CE" a sus productos en el caso de que cumplan los requisitos de seguridad, y acompañarlos de la declaración de conformidad a la norma EN 60825 y a la CEI 820.

Permite al usuario, cuando va a adquirir un nuevo equipo, elegir aquel que, cumpliendo las normas de seguridad, se ajuste mejor a sus necesidades, y conocer en detalle los riesgos residuales frente a los que tiene que tomar medidas preventivas.

Permite disponer de información rápida sobre el riesgo de un equipo láser sin necesidad de realizar cálculos (mediante la clasificación láser y las frases de advertencia normalizadas).

Proporciona información para calcular en casos concretos la exposición laboral en un determinado puesto de trabajo.

La Norma EN 60825 es un documento técnico muy detallado, que refleja la compleja dependencia de los parámetros del haz láser (longitud de onda, potencia de

salida, tiempo de exposición, divergencia...) en su interacción con los tejidos vivos; por ello su interpretación por los usuarios que no sean expertos en láser pero estén preocupados por la seguridad, puede ser difícil.

Esto ha motivado que los expertos europeos, reunidos en Hannover en noviembre de 1990, impulsaran el desarrollo de un proyecto de la serie EUREKA, el EU-643 "Láser Safety in Industrial Applications", en el que existen diversos grupos de trabajo que estudian los diversos aspectos de la seguridad láser, siendo una de sus preocupaciones facilitar al usuario la comprensión y aplicación de las normas para láseres.

BIBLIOGRAFIA

GRAU RIOS M. *Instituciones y derecho comunitarios*. INSHT. 1992.

CASTELLA LOPEZ J.L. *La Seguridad en el Trabajo y la Comunidad europea. La Seguridad en el Producto*. Salud y Trabajo nº 84 (1991) 27-38.

GRAU M., PINILLA J. *La Directiva "Marco" sobre la seguridad y la salud en el trabajo*. INSHT. 1992.

CASTELLA J.L., GRAU M., PINILLA J. *Repertorio de Directivas vigentes y programadas sobre seguridad y salud en el trabajo estructurado analíticamente*. Salud y Trabajo nº 95 (1993).

CEN/CENELEC. *Norma Europea 60825: "Seguridad de radiación de productos láser, clasificación de equipos, requisitos y guía del usuario"*. 1992.

GLEN, J. *International update*. *Journal of Laser Applications* 4(3) 1992, 28-31.