

Protección ocular en el trabajo

... o análisis y control de los factores de riesgo de lesiones oculares en el trabajo



Sumario

- **Incidencia de las lesiones oculares y su prevención**
- **Lesiones oculares mecánicas**
- **Lesiones oculares no mecánicas**
- **Diseño de protectores oculares**
- **Estándares relacionados con la protección ocular**

Bibliografía básica (I)

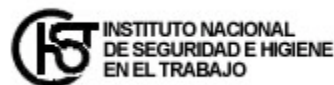


- NORTH, R.V.: *Trabajo y Ojo*. Barcelona: Masson, 1996.



- KUHN, F. & PIERAMICI, D.J.: *Ocular Trauma: Principles and Practices*. New York: Thieme Medical Publishers, 2001.

- PITTS, D.G. & KLEINSTEIN, R.N.: *Environmental Vision*. Boston: Butterworth-Heinemann, 1993.



- <http://www.mtas.es/insht/index.htm> .

Bibliografía complementaria (I)

- <http://es.osha.europa.eu/>



Agencia Europea para
la Seguridad y la Salud
en el Trabajo

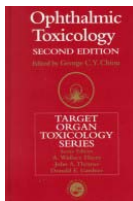
- <http://www.cen.eu/cenorm/homepage.htm>



European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung




- **GOETSCH, D.L.:** *Occupational Safety and Health for Technologists, Engineers, and Managers*, 5th ed., New York: Prentice Hall, 2004.



- **CHIOU, G.Y.:** *Ophthalmic toxicology*, 2nd ed., Boca Raton: CRC Press, 1999.

Bibliografía complementaria (II)

- Archivos de Prevención de Riesgos Laborales: http://db.doyma.es/cgi-bin/wdbcgi.exe/doyma/mrevista.salta_a_ultimo?pident=178 .
- Gestión Práctica de Riesgos Laborales: <http://www.riesgos-laborales.com/> .
- Gaceta Óptica: <http://www.cnoo.es/index.php?modulo=gaceta&submodulo=informacion&mostrar=page1> . 
- Ver y Oír: <http://www.puntex.es/veryoir/> .
- Ergoprojects.com: <http://www.ergoprojects.com/>



Incidencia de las lesiones oculares y su prevención (I)

- **Las lesiones oculares son bastante más frecuentes de lo que se cree: 1000/día en USA**
- **Estas lesiones son evitables a menudo, si los trabajadores llevaran simplemente puesto su protector ocular**
- **Acondicionamiento del trabajo**
 - **Daños personales ↔ 20 % de errores de ejecución**
 - **Daños económicos a la empresa, administración pública ↔ 80 % errores de gestión**

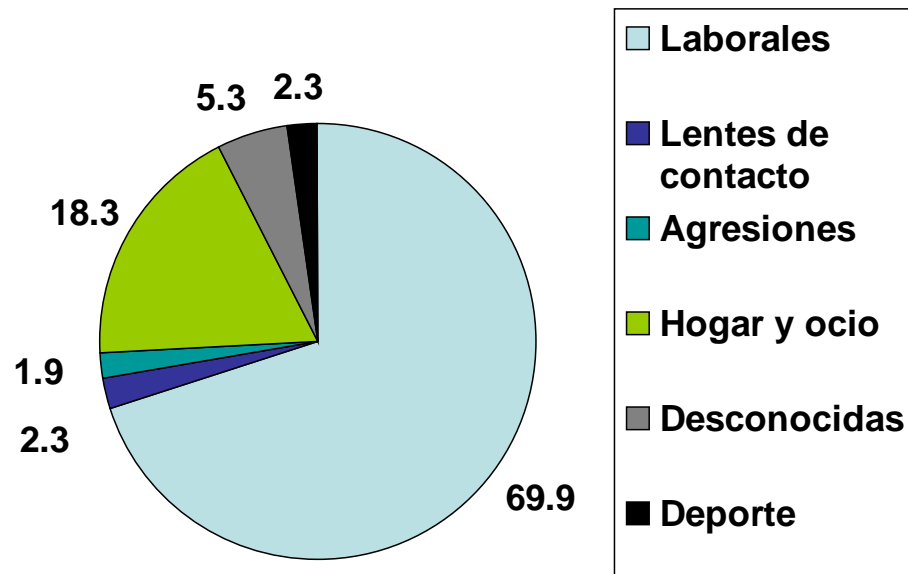
Incidencia de las lesiones oculares y su prevención (II)

- **Datos estadísticos en España (1996)**

- 45174 accidentes laborales oculares (7.5% del total de bajas en el trabajo)

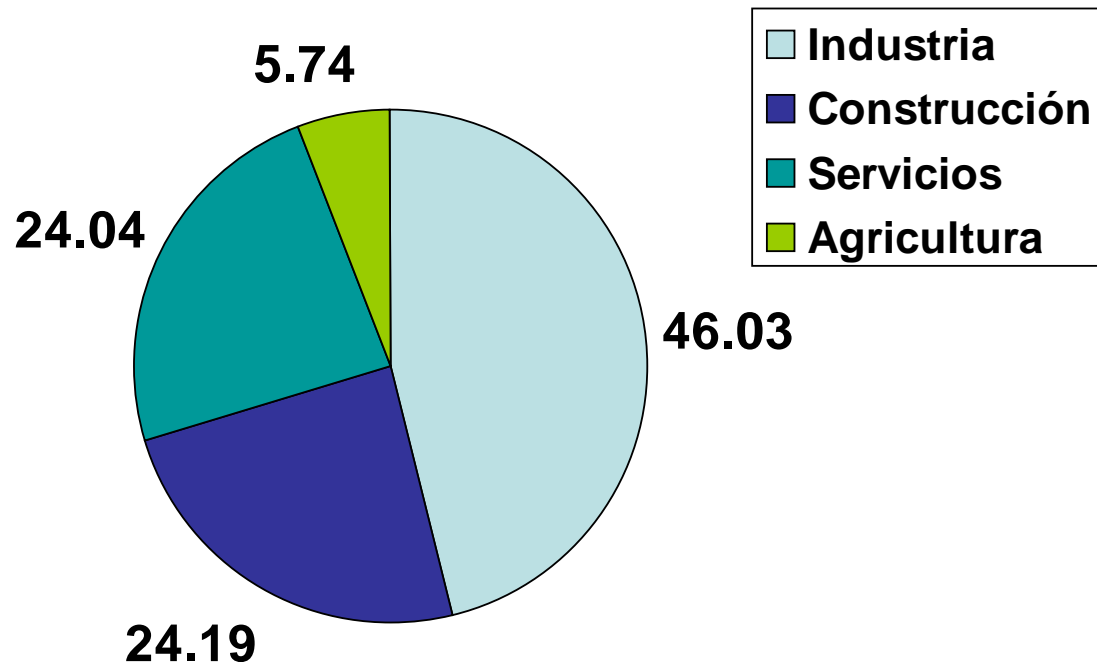
- 44.737 leves (99 %)
- 418 graves (0.9 %)
- 19 mortales (0.1 %)

- ¿Y lesiones en el hogar?
- ¿Y lesiones en deportes?



Incidencia de las lesiones oculares y su prevención (III)

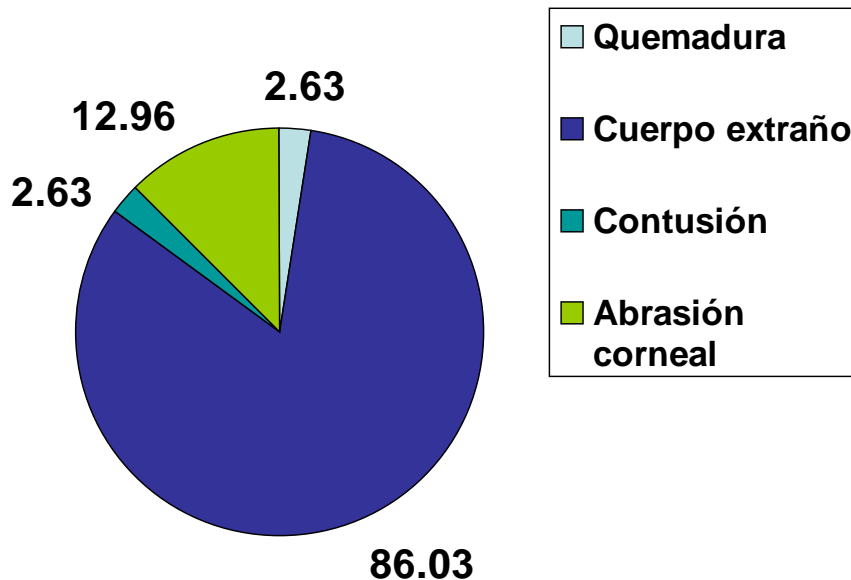
- Estadística por sectores de producción



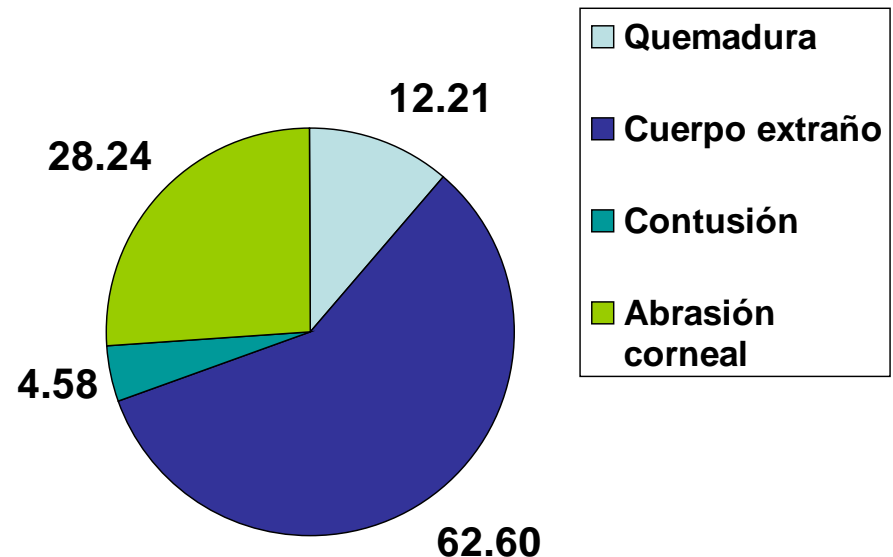
Incidencia de las lesiones oculares y su prevención (IV)

- Estadística por tipos de lesiones oculares

Operarios de herramientas eléctricas



Construcción



Incidencia de las lesiones oculares y su prevención (V)

- **Importancia relativa de todas las lesiones oculares**

Tipo de riesgo	Factores de riesgo	Tareas comunes relacionadas
Impacto	Objetos volantes como astillas, fragmentos, partículas, arena o tierra.	Despiece, molido, mampostería, carpintería, serrado, taladro, remachado, lijado, etc.
Calor	Cualquier objeto muy caliente.	Cualquier tipo de horno o estufa, etc.
Agentes químicos	Spray, gases, vapores y neblinas irritantes.	Manejo de sustancias químicas, desengrasado, laminado, y cualquier trabajo con sangre.
Polvo	Polvo dañino.	Carpintería, suciedad en general, etc.
Radiación óptica	Energía radiante, deslumbramiento y luz intensa.	Soldadura, linternas, hornos de fundición, láseres, etc.

Lesiones oculares mecánicas (I)

- **Traumatismos oculares en el trabajo:**
 - **Lesiones por contusión**
 - **Causas**
 - **Zona de daño:**
 - **Párpados y la órbita ocular**
 - **Segmento anterior (cámara anterior, iris y cristalino)**
 - **Segmento posterior (cuerpo vítreo y retina)**
 - **Inervaciones**
 - **Lesiones por perforación**
 - **Cuerpos extraños**
 - **Laceraciones (heridas)**
 - **Infecciones**

Lesiones oculares mecánicas (II)

- **Lesiones por contusión (I)**
 - Ejemplos de factores de riesgo
 - Ejemplos en párpados y órbita ocular
 - Ojo negro
 - Ptosis
 - Ectropión
 - Fracturas por estallido
 - Ejemplos en el segmento anterior
 - Hipema en cámara anterior
 - Iris
 - Cristalino

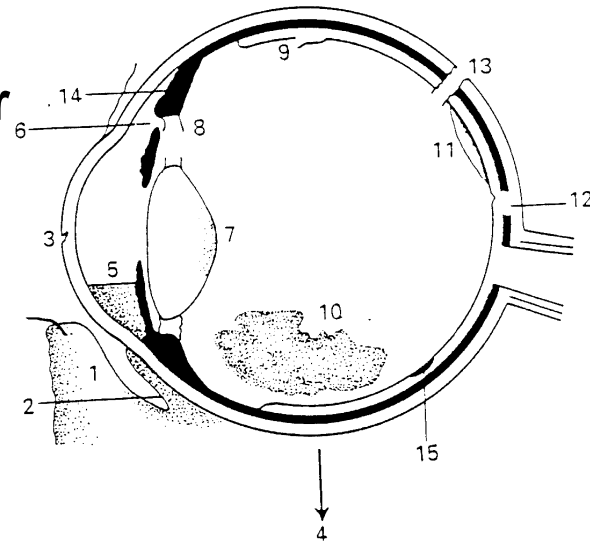


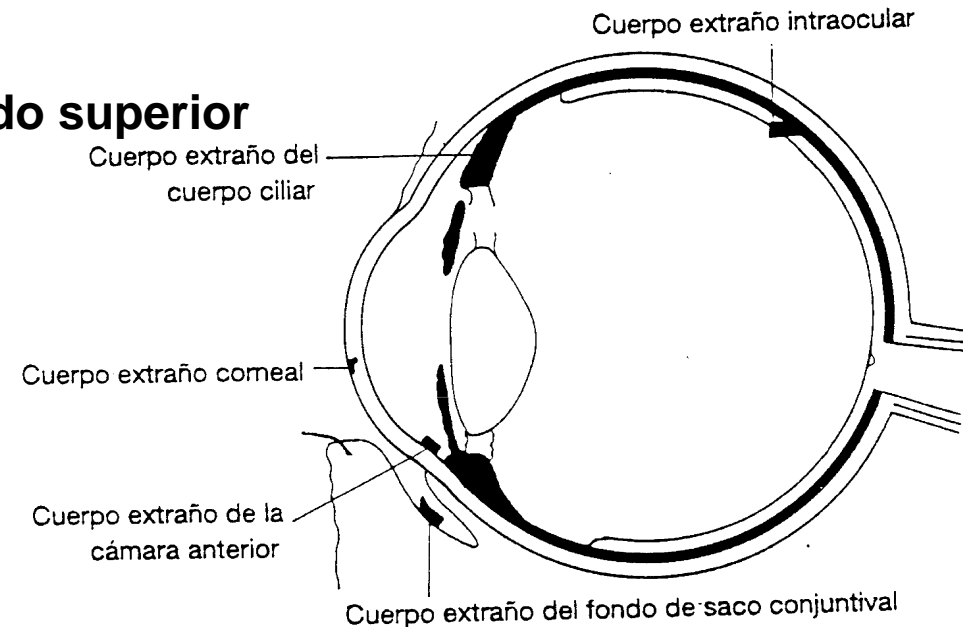
Diagrama compuesto de los posibles efectos oculares de un traumatismo contuso. (Modificado de Coakes y Holmes Sellors, 1985, y cortesía de Butterworth-Heinemann [Oxford] Ltd.) 1, ojo negro; 2, hemorragia subconjuntival; 3, abrasión corneal; 4, fractura por estallido; 5, hipema; 6, iridodiálisis; 7, catarata; 8, subluxación del cristalino por desgarro de la zónula; 9, desgarro/desprendimiento de la retina; 10, hemorragia vítrea; 11, comoción retiniana; 12, rotura coroidea; 13, rotura esclerótica; 14, recesión del ángulo; 15, hemorragia retiniana.

Lesiones oculares mecánicas (III)

- **Lesiones por contusión (II)**
 - **Ejemplos en el segmento posterior**
 - **Retina**
 - Edema
 - Cambios vasculares
 - Desgarros de la coroides y la retina
 - Desprendimiento de retina
 - **Ejemplos en las inervaciones oculares**
 - **Efecto inicial: anestesia de la piel de la cara**
 - **Efectos en los músculos extraoculares:**
 - IV y VI par craneal → visión doble vertical y horizontal
 - III par craneal: midriasis, ptosis, diplopía, pérdida de acomodación

Lesiones oculares mecánicas (IV)

- **Lesiones por perforación (I)**
 - **Cuerpos extraños**
 - **Subtarsianos, ocultos en párpado superior**
 - **Superficiales**
 - Oxidaciones
 - Cicatrices
 - **Intraoculares**
 - Radiografía vs. ecografía
 - Signos de traumatismo
 - Traza del cuerpo extraño en el cuerpo vítreo
 - Elementos extraños peligrosos



Localizaciones de los cuerpos extraños oculares.

Lesiones oculares mecánicas (V)

- **Lesiones por perforación (II)**
 - **Laceraciones**
 - **Prolapso del iris, ...**

 - **Infecciones oculares**
 - **Efecto de las partículas metálicas**
 - **Siderosis**
 - **Calcosis**
 - **Agentes infecciosos**
 - **Brucelosis**
 - **Toxoplamosis**
 - **Uveitis: panofalmitis, endoftalmitis**

Lesiones oculares no mecánicas (I)

- **Clasificación**
 - **Químicas (por acción de agentes químicos)**
 - **Térmicas (por acción del calor)**
 - **Eléctricas**
 - **Radiaciones**
 - **Radiación ionizante (α , β , γ , X)**
 - **Radiación óptica (UV, VIS, IR)**
 - **Otras radiaciones no ópticas (MO, RF, etc)**

Lesiones oculares no mecánicas (II)

- **Lesiones químicas (I)**
 - Efecto directo (por contacto)
 - Efecto indirecto (por ingestión, absorción o inhalación)
 - Tratamiento
 - En función del pronóstico inicial (**tabla**)
 - Neutralización química de la sustancia nociva
 - Con agua/suero fisiológico: presencia cercana de duchas
 - Álcalis + ácido = agua

Lesiones oculares no mecánicas (III)

- **Lesiones químicas (II): por contacto**
 - **Quemaduras en los ojos (gas, vapor, líquidos o sólidos)**
 - Ejemplos de factores de riesgo
 - **Variables a tener en cuenta:**
 - Concentración
 - pH
 - Tiempo de exposición
 - **Aspectos significativos según el compuesto químico:**
 - Ácidos, orgánicos e inorgánicos
 - Alcalis: **LOS MÁS PELIGROSOS CUANDO $\text{pH} > 11$**
 - Solventes orgánicos
 - Surfactantes
 - Irritantes/alérgicos
 - Aerosoles

Lesiones oculares no mecánicas (IV)

- **Lesiones químicas (III): efecto indirecto (tabla)**
 - En córnea y conjuntiva
 - En córnea
 - Cristalino
 - Tracto uveal anterior
 - Retina
 - Nervio óptico
 - Vías visuales

 - Tratamiento con antídotos

Lesiones oculares no mecánicas (V)

- **Lesiones térmicas**

- **Factores de riesgo: cuerpos líquidos o gases calientes**

- **Variables a tener en cuenta:**

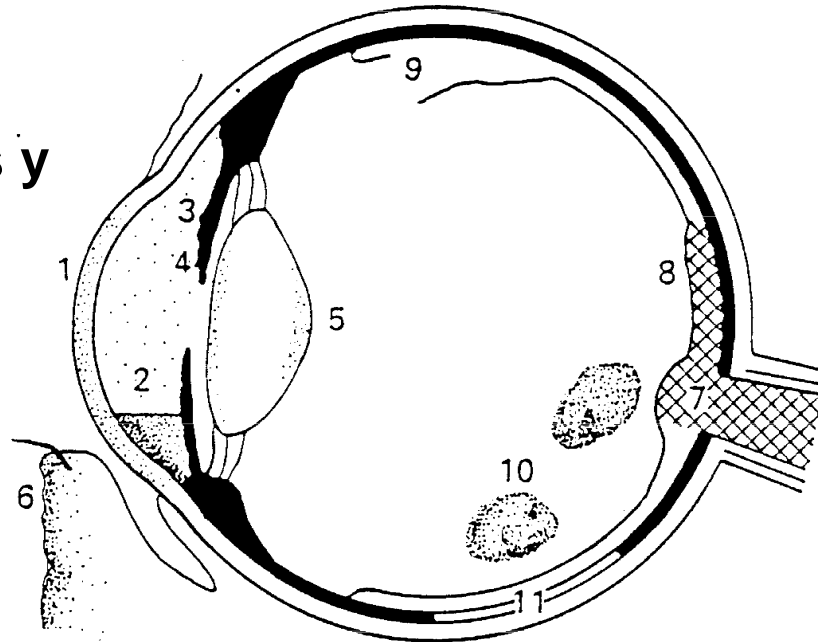
- **Temperatura**
- **Calor específico**
- **Estado (Sólido/líquido/gaseoso)**

- **Clasificación:**

- **Por llama**
- **Por contacto**
 - **Sólidos fulgurantes**
 - **Líquidos fundidos**
 - **Escaldaduras**

Lesiones oculares no mecánicas (VI)

- **Lesiones eléctricas**
 - **Factores de riesgo: rayos y aparatos de alta tensión**



Algunos de los posibles efectos oculares de las lesiones eléctricas. 1, edema corneal y opacidades intersticiales; 2, hipema; 3, iritis; 4, miosis; 5, cataratas subcapsulares; 6, quemaduras superficiales; 7, papiledema; 8, edema retiniano; 9, desprendimiento de retina; 10, opacidades vítreas; 11, atrofia coriorretiniana.

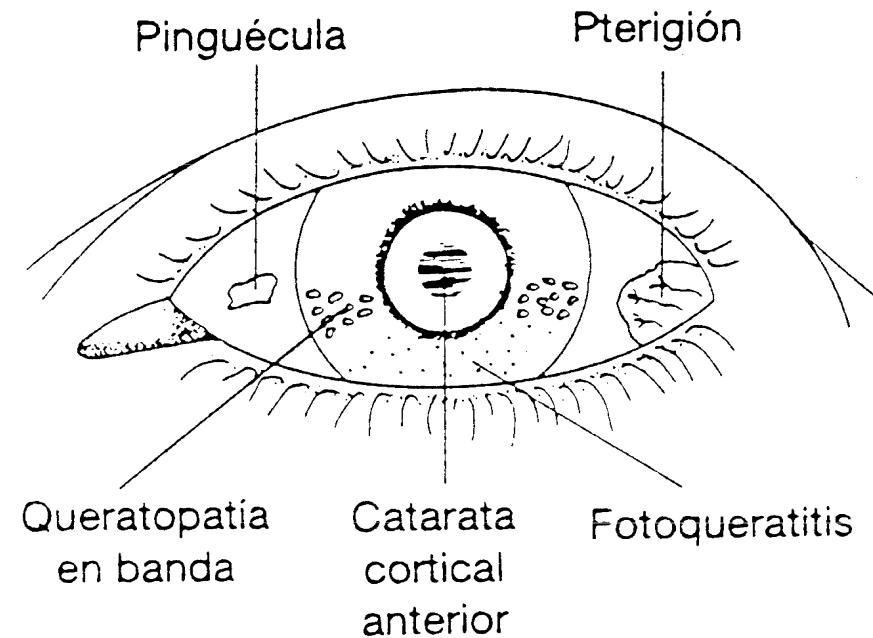
Lesiones oculares no mecánicas (VII)

- **Lesiones por radiación (I)**
 - **Radiaciones ionizantes**
 - **Factores de riesgo**

 - **Radioterapia: efectos oculares sobre tumores oculares**
 - Pérdida de pestañas
 - Cambios pigmentarios en la piel
 - Ojo seco debido a la atrofia de las glándulas lacrimales
 - Si existe retinoblastoma, al irradiar pueden aparecer cataratas
 - Si existe carcinoma (tumor maligno) de células basales en los párpados, es necesario protección de Pb en lentes de contacto para la irradiación

Lesiones oculares no mecánicas (VIII)

- Lesiones por radiación (II)
 - Radiaciones ópticas (**tabla**)
 - UV (tema 2)
 - VIS (tema 2)
 - IR (tema 2)



Algunos de los posibles efectos de la radiación UV sobre el segmento anterior del ojo.

Lesiones oculares no mecánicas (IX)

- Lesiones por radiación (III)

- MO: $\lambda \in [1 \text{ mm}, 30 \text{ cm}]$

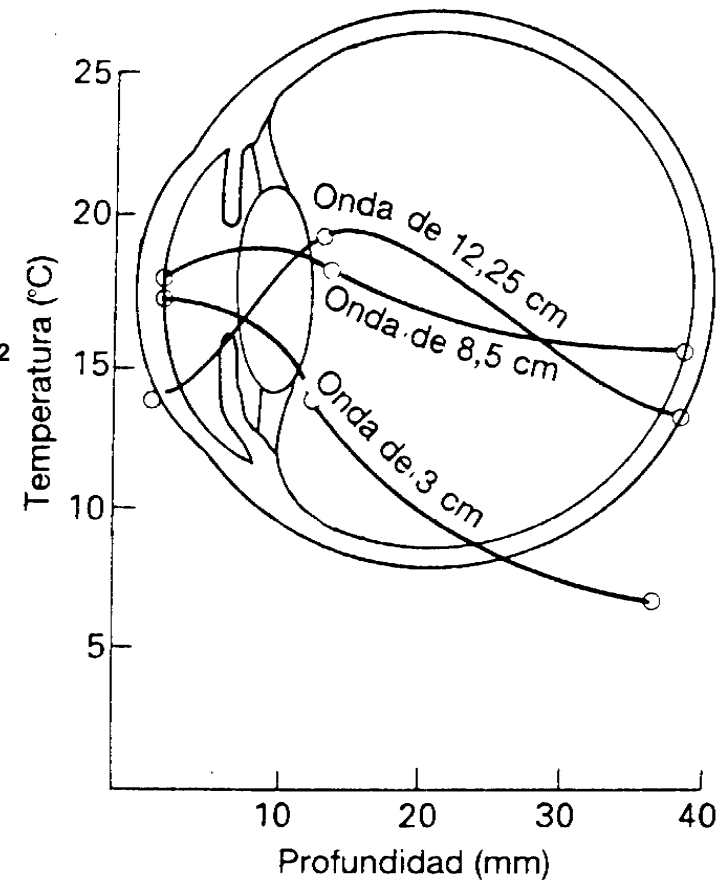
- Efecto: aumento de la temperatura

- Absorción depende de:

- Tipo-tejido: cristalino propenso, 150 mW/cm^2
 - Longitud de onda: + largas + penetrantes
 - Nivel de seguridad: 10 mW/cm^2

- RF

- LÁSERES (tema 2)



Diseño de protectores oculares (I)

- **Definición**
- **Requisitos generales**
- **Formas típicas**
- **Materiales para las lentes**
- **Materiales para las monturas**
- **Tests de control**
 - **Factores físico-químicos**
 - **Factores espectrales**

Diseño de protectores oculares (II)

- **Definición (R.D. 773/1997, de 30 mayo)**
 - EPI = “cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin”
 - **Excluidos:**
 - La ropa de trabajo corriente y los uniformes que no estén específicamente destinados a proteger la salud o la integridad física del trabajador.
 - Los equipos de los servicios de socorro y salvamento.
 - Los equipos de protección individual de los militares, de los policías y de las personas de los servicios de mantenimiento del orden.
 - Los equipos de protección individual de los medios de transporte por carretera.
 - El material de deporte.
 - El material de autodefensa o de disuasión.
 - Los aparatos portátiles para la detección y señalización de los riesgos y de los factores de molestia.

Diseño de protectores oculares (III)

- **Requisitos generales**
 - **Efectivo**
 - que sea capaz de proteger frente a los riesgos particulares tal como ha sido diseñado
 - **Seguro**
 - **Confortable**
 - **Compatible con los movimientos del cuerpo**
 - **Duro**
 - **Desinfectable**
 - **Pulcro**
 - Que sea pueda limpiar fácilmente
 - **Etiquetable**

Diseño de protectores oculares (IV)

- **Formas típicas para cara y ojos**

- **Gafas de montura universal.**

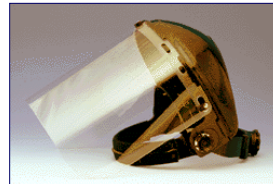


- **Gafas de montura integral (uni o biocular).**

- **Gafas de montura cazoletas (goggles).**



- **Pantallas faciales.**



- **Pantallas para soldadura (de mano, de cabeza, acoplables a casco de protección para la industria).**



Diseño de protectores oculares (V)

- **Profesiones de riesgo facial y ocular**
 - Trabajos de soldadura, esmerilados o pulido y corte.
 - Trabajos de perforación y burilado.
 - Talla y tratamiento de piedras.
 - Manipulación o utilización de pistolas grapadoras.
 - Utilización de máquinas que al funcionar levanten virutas en la transformación de materiales que produzcan virutas cortas.
 - Trabajos de estampado.
 - Recogida y fragmentación de vidrio, cerámica.
 - Trabajo con chorro proyector de abrasivos granulados.
 - Manipulación o utilización de productos ácidos y alcalinos, desinfectantes y detergentes corrosivos.
 - Manipulación o utilización de dispositivos con chorro líquido.
 - Trabajos con masas en fusión y permanencia cerca de ellas.
 - Actividades en un entorno de calor radiante.
 - Trabajos con láser.
 - Trabajos eléctricos en tensión, en baja tensión.

Diseño de protectores oculares (VI)

- **Los empresarios deben comprobar que los trabajadores que necesitan prescripción óptica usen EPIs que incorporen la prescripción necesaria o usen EPIs sobre sus gafas habituales**
- **Materiales para las lentes**
 - Vidrio (crown)
 - Plástico (CR-39, PMMA, policarbonato)
 - Tela metálica
- **Materiales para las monturas**
 - Metal (aleación Ni)
 - Plásticos inyectados: policarbonato, poliamida, etc

Diseño de protectores oculares (VII)

- **Tests de control físico - químico (I)**

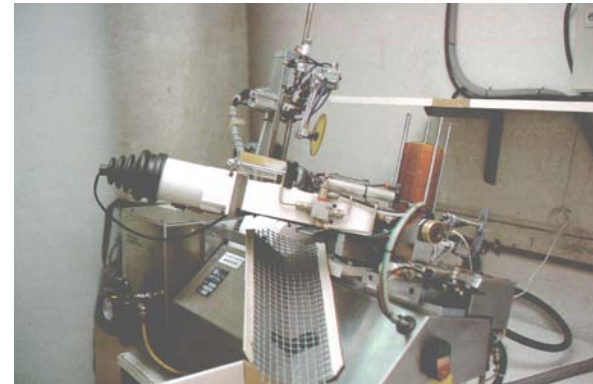
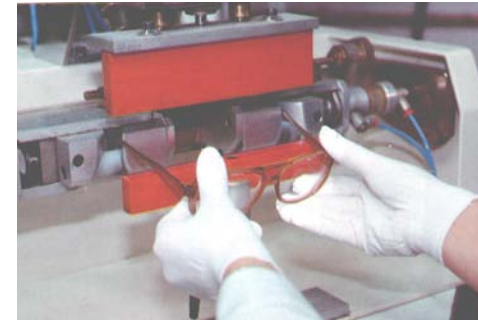
- Resistencia a impactos

- Aspectos a controlar:

- Abrusiones / arañazos superficiales
 - Tamaño / velocidad del proyectil
 - Espesor de la lente
 - Tipo de material

- Comentarios:

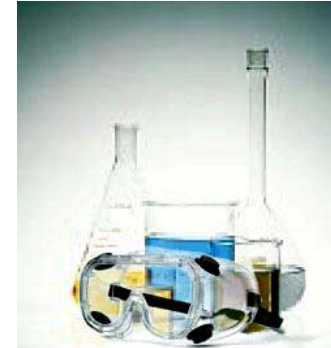
- Resistencia ↓ en $P_f' < 0$
 - Fracturas radiales permanentes en vidrio óptico
 - Fracturas cortantes y fragmentos en CR-39



Diseño de protectores oculares (VIII)

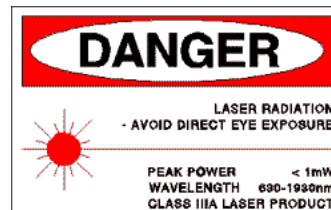
- **Tests de control físico - químico (II)**

- Dureza
- Resistencia química
 - Vidrio y CR-39: bastante resistentes
- Termoestabilidad
 - Policarbonato y PMMA tienden a distorsionarse más fácilmente que el vidrio
- Inflamabilidad
 - Todos los plásticos son inflamables a T muy altas, nunca alcanzables en condiciones normales
- Resistencia a partículas calientes
 - Moteado y peor resistencia en vidrio que en CR-39
- Radiosensibilidad
 - Vidrio detectable para tamaños > 0.5 mm
 - Plástico, muy difíciles de observar



Diseño de protectores oculares (IX)

- Tests de calidad óptica (I)
 - Pulido
 - Requisitos espectrales para:
 - Protección solar
 - Soldaduras
 - Láseres
 - Deslumbramiento

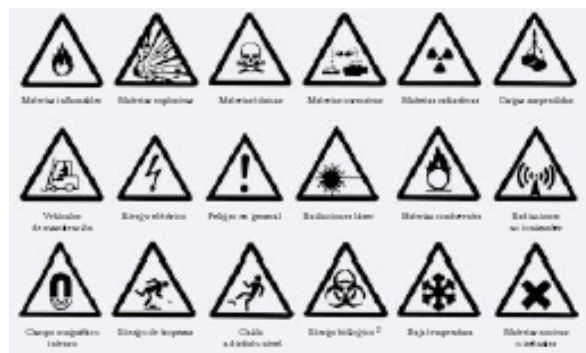


Normativa sobre protección ocular (I)

- **Programa de protección ocular**
 - **El empresario es el principal responsable de la seguridad de los trabajadores**
 - **Inversión en un programa de protección ocular**
 - **Objetivos: identificar los posibles factores de riesgo oculares/visuales, y, eliminarlos o controlarlos**
 - **El uso de protectores oculares debe ser la última opción**
 - **Ventajas/Consecuencias de la aplicación del programa:**
 - **Vigencia con la ley de prevención de riesgos laborales**
 - **Ventajas económicas: accidentes ↓, costes ↓, producción ↑, etc**
 - **Fases de un programa de protección ocular:**
 - **Revisión del entorno de trabajo**
 - **Análisis de la visión → analizadores de visión (periódicamente)**
 - **Realización / Ejecución → señalización visual**
 - **Mantenimiento del programa**
 - **Seguimiento continuo, control estadístico, reuniones, formación continua**

Normativa sobre protección ocular (II)

- **Señalización visual (R.D. 485/1997)**
 - **Señales en forma de panel**
 - Advertencia
 - Prohibición
 - Obligación
 - Lucha contra incendios
 - Salvamento o socorro
 - **Señales luminosas y acústicas**
 - **Comunicaciones verbales**
 - **Señales gestuales**



Normativa sobre protección ocular (III)

- **UNE EN - 166: <http://www.aenor.es>**
 - **Clasificación según el campo de uso:**
 - **Uso básico (166)**
 - **Impacto (166, 1731)**
 - **Líquidos (166)**
 - **Polvo grueso (166)**
 - **Gases y polvo fino (166)**
 - **Radiación solar (166, 172)**
 - **Radiación IR / calor radiante (166, 171, 1731)**
 - **Radiación UV (166, 170, 169)**
 - **Radiación de soldadura (166, 169, 175, 379)**
 - **Radiación láser (166, 207, 208)**
 - **Metales fundidos (166)**
 - **Arco eléctrico de cortocircuito (166)**

Normativa sobre protección ocular (IV)

- **UNE EN - 166: <http://www.aenor.es>**
 - **Clasificación según las prestaciones**
 - **Código de filtro (óptico)**
 - s/n: filtro de soldadura
 - 2: filtro para UV
 - 3: Filtro para VIS
 - 4: Filtro para IR
 - 5: Filtro solar sin requisitos en IR
 - 6: Filtro solar con requisitos en IR
 - **Grado de protección**

$$N = 1 + \left(\frac{7}{3}\right) \log\left(\frac{1}{\tau_v}\right), \quad \text{con } \tau_v = \frac{\Phi_{\text{TOTAL}} \text{ transmitido}}{\Phi_{\text{TOTAL}} \text{ incidente}} = \frac{\sum_{380\text{nm}}^{780\text{nm}} F_e(\lambda) \tau(\lambda) V(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{380\text{nm}}^{780\text{nm}} F_e(\lambda) V(\lambda) \Delta\lambda}$$

Normativa sobre protección ocular (V)

- **UNE EN - 166: <http://www.aenor.es>**
 - **Requisitos básicos**
 - Dimensiones
 - **Requisitos básicos:**
 - Potencia esférica, astigmática y prismática
 - Factor de transmisión
 - Difusión de la luz
 - **Calidad de los materiales y de las superficies**
 - **Resistencia**
 - **Resistencia al envejecimiento**
 - **Resistencia a la corrosión**
 - **Resistencia a la ignición**

Normativa sobre protección ocular (VI)

- **UNE EN - 166: <http://www.aenor.es>**
 - **Requisitos específicos**
 - Protección frente a impactos de partículas a gran velocidad
 - Protección frente a metales fundidos y sólidos calientes
 - Protección frente a gotas y salpicaduras de líquidos
 - Protección frente a partículas de polvo gruesas
 - Protección frente a gases y partículas de polvo finas
 - Protección frente al arco eléctrico de cortocircuito
 - Resistencia al deterioro superficial de partículas finas
 - Resistencia de los oculares al empañamiento
 - **Marcado de los protectores oculares**
 - Montura, oculares y en conjunto

Mensaje final

**Cuando los trabajadores se entrenen para trabajar
sin riesgos, serán capaces de anticiparse y evitar
lesiones relacionadas con su trabajo**