



## Instituto Nacional de Silicosis

CONVENIO ENTRE LA ADMINISTRACIÓN GENERAL DEL ESTADO (MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO, SECRETARÍA DE ESTADO DE ENERGÍA) Y EL SERVICIO DE SALUD DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS SOBRE FINANCIACIÓN A FAVOR DEL INSTITUTO NACIONAL DE SILICOSIS PARA EL DESARROLLO DE ACTIVIDADES EN EL ÁMBITO REGLAMENTARIO DE LA SEGURIDAD MINERA (25 de septiembre de 2014)

### **MEMORIA SIMPLIFICADA DEL PROYECTO**

#### ***ESTUDIO DE EXPOSICIÓN A RADIACIÓN SOLAR EN ACTIVIDAD EXTRACTIVA A CIELO ABIERTO***



**INSTITUTO NACIONAL DE SILICOSIS**

NOVIEMBRE 2014

## ÍNDICE

Glosario de términos .....	3
1. ANTECEDENTES .....	4
2. OBJETO DEL ESTUDIO .....	6
3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS. CONCEPTOS.....	7
4. MATERIAL Y MÉTODOS .....	10
4.1. Localización del estudio .....	10
4.2. Campaña de medidas .....	11
4.3. Dosímetros empleados .....	12
4.3.1. Colocación del dosímetro .....	13
4.4. Explotaciones seleccionadas .....	15
5. RESULTADOS .....	16
6. CONCLUSIONES.....	17
Agradecimientos.....	19
Referencias bibliográficas .....	20

NOTA: En el presente documento se muestran los resultados más importantes del *estudio de exposición a radiación solar en actividad extractiva a cielo abierto*, realizado por el Departamento Técnico del I.N. Silicosis, en el marco del Convenio de colaboración financiado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Para más información consulte a la Subdirección de Minas del MINETUR. En todo caso, el uso o difusión de todo o parte del material aquí presentado ha de realizarse citando su procedencia y autoría.

## **Glosario de términos**

**INSHT:** Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

**ICNIRP:** International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection

**IARC:** Internacional Agency for Research on Cancer

**SED:** Standard erythemal dose

**MED:** Minimal erythemal dose

**ACGIH:** American Conference of Industrial Hygienists

**CIE:** Commission Internationale de l'Eclairage

**AEMET:** Agencia Estatal de Meteorología

## 1. ANTECEDENTES

Una relación causa efecto entre la sobreexposición a la radiación solar y el riesgo de padecer ciertas enfermedades, está claramente establecida con múltiples evidencias biológicas y epidemiológicas. Cabe citar, como ejemplo, el informe de la Organización Mundial de la Salud de 2006 (Lucas et al, 2006) que asocia dicha exposición al incremento de un total de nueve patologías (melanoma, carcinoma de células basales y escamosas, queratitis solar, catarata cortical, pterigión, carcinoma de la cornea y la conjuntiva y reactivación del herpes labial).

Se han realizado diferentes estudios sobre la exposición al sol en varios colectivos de trabajadores, algunos en nuestro país, pertenecientes a los sectores de: construcción (Serrano et al., 2012), guías de montaña (Moehrle et al., 2003), vendimiadores (Siani A.M., 2011), entre otros. Estos estudios muestran dosis elevadas de radiación ultravioleta (UV), que en principio habría que suponer también se dan en otros puestos de trabajo similares (como las actividades extractivas a cielo abierto) todavía no estudiados.

En este sentido, no puede olvidarse que la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, obliga a tener en cuenta este tipo de riesgo en el trabajo para la salud, y, aunque no existe legislación específica, sí se cuenta con metodologías recomendadas, entre otros por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT, 2007).

Dada la necesidad de evaluar la incidencia del riesgo por la exposición a la radiación solar a que se ven sometidos los trabajadores que desarrollan su trabajo a la intemperie -en general- y, de forma particular, aquellos pertenecientes a la industria extractiva, el Instituto Nacional de Silicosis ha promovido el desarrollo de una tesis doctoral durante el año 2013 (en el marco académico de la Universidad de Oviedo), que constituye un primer trabajo de

investigación en nuestro país al respecto. Dicho trabajo de investigación ha permitido diseñar la metodología de medición de la exposición solar, y obtener algunos resultados iniciales correspondientes a seis explotaciones ubicadas en diferentes puntos de tres provincias (Asturias, Salamanca y Albacete), sobre un total de 18 trabajadores. Los resultados obtenidos en estas mediciones pioneras muestran que un porcentaje significativo de los trabajadores sufren dosis diarias de radiación ultravioleta superiores a  $600 \text{ J/m}^2$ , superando en más de 4 veces el nivel de  $100\text{-}130 \text{ J/m}^2$  estipulado por la Comisión Internacional de Protección ante la Radiación No Ionizante (ICNIRP, 2010, ponderación CIE) como dosis inofensiva.

De todo lo anterior se infiere, de manera clara, la necesidad de llevar a cabo una campaña suficientemente extensa de medición y evaluación de la exposición solar, que recoja el mayor número posible de puestos de trabajo con riesgo, con el fin de facilitar al sector información sobre este tema, hasta la fecha desconocido y no estudiado, en nuestro país.

## 2. OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente estudio consiste en evaluar la incidencia del riesgo por la exposición a la radiación ultravioleta de origen solar a que se ven sometidos los trabajadores que desarrollan su trabajo a la intemperie en la industria extractiva.

Para ello se intentará cuantificar la fracción de radiación solar recibida por el trabajador, empleando dosímetros personales y considerando las particularidades de cada puesto de trabajo (movimientos, posturas, etc.), así como su comportamiento durante toda la jornada laboral y la duración de la permanencia al aire libre. Además se estudiará la radiación solar ambiental del entorno de la zona de trabajo.

Los resultados obtenidos se compararán con los límites de exposición recomendados por la Comisión Internacional de Protección ante la Radiación No Ionizante (ICNIRP).

### 3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS. CONCEPTOS

Si bien es cierto que la exposición a pequeñas dosis de radiación ultravioleta tiene un efecto positivo sobre la salud, al desempeñar un papel fundamental en la producción de vitamina D, se sabe que el exceso de exposición a la misma, y en particular la de origen solar, puede resultar perjudicial para las personas, estando clasificada como carcinógena para el ser humano (Grupo 1) según la Internacional Agency for Research on Cancer (IARC, 1997), constituyendo en dosis elevadas uno de los principales factores de riesgo en la aparición de los principales tipos de cáncer de piel (melanoma y no melanoma). Además, se relaciona también con el envejecimiento acelerado de la piel, depresión del sistema inmunológico, cataratas y otras enfermedades oculares.

La radiación solar es la principal fuente de exposición a radiación ultravioleta para el ser humano y constituye un importante factor de riesgo para el desarrollo de las enfermedades mencionadas, especialmente para trabajadores al aire libre que en el desarrollo de su actividad diaria reciben dosis regulares y significativas de radiación ultravioleta de origen solar.

La magnitud de este riesgo dependerá, por una parte, de diversos factores que influyen en la calidad y cantidad de radiación ultravioleta que alcanza la superficie terrestre tales como la elevación solar (ángulo entre el horizonte y la dirección del sol), altitud, nubes, dispersión atmosférica, capa de ozono, reflexión por el suelo, así como de la sensibilidad de la piel de cada individuo y del grado de adaptación de esta a la radiación ultravioleta para el caso de enfermedades cutáneas.

La radiación solar ultravioleta puede ser medida como una irradiancia (potencia incidente sobre una superficie de una unidad de área) en unidades de  $[W/m^2]$ , o como una exposición radiante o dosis (energía incidente sobre una superficie de área unidad), en  $[J/m^2]$ .

Asimismo, la sensibilidad a las quemaduras de origen solar depende del color y tipo de piel, por lo que el tiempo requerido para que se presente una reacción varía de unos individuos a otros. Habitualmente se clasifica a los individuos según la reacción de su piel a la radiación ultravioleta de acuerdo a la siguiente tabla, en la que se utiliza un parámetro estandarizado, la Dosis Eritematosa Estándar (en inglés SED) que cuantifica la capacidad de una fuente para producir eritema. Esta unidad es ampliamente utilizada en dermatología y en otros campos especializados, donde 1 SED se define como una exposición efectiva de  $100\text{J}/\text{m}^2$ .

FOTOTIPO DE PIEL	SENSIBILIDAD AL SOL	SUSCEPTIBILIDAD A LA QUEMADURA	BRONCEADO	CLASES DE INDIVIDUOS
I	MUY SENSIBLE	SIEMPRE SE QUEMA: < 2 SED	NO SE BRONCEA	MELANOCOMPROMETIDO
II	MODERADAMENTE SENSIBLE	ALTA: 2-3 SED	SE BRONCEA LIGERAMENTE	MELANOCOMPROMETIDO
III	MODERADAMENTE INSENSIBLE	MODERADA: 3-5 SED	SE BRONCEAN MODERADAMENTE	MELANOCOMPETENTE
IV	INSENSIBLE	BAJA: 5-7 SED	SE BRONCEAN INTENSAMENTE	MELANOCOMPETENTE
V	INSENSIBLE	MUY BAJA: 7-10 SED	PIEL BRONCEADA NATURAL	MELANOPROTEGIDO
VI	INSENSIBLE	EXTREMADAMENTE BAJA: > 10 SED	PIEL NEGRA NATURAL	MELANOPROTEGIDO

**Tabla 1. Clasificación de los tipos de piel en base a su susceptibilidad a las quemaduras del sol y su capacidad para broncearse.**

**Fuente: Protecting workers from ultraviolet radiation (ICNIRP)**

A su vez, estos tipos se agrupan en función de su capacidad de adaptación (bronceado y engrosamiento de la piel), como se muestra en la Tabla 2, para la que se utiliza la Dosis Eritematosa Mínima (en inglés MED), que se define como la exposición a radiación ultravioleta que produce eritema en las

8-24h posteriores y que ayuda a describir la sensibilidad a las quemaduras solares.

La MED varía para cada individuo y depende de la capacidad de la piel para broncearse y de la adaptación de esta por exposiciones previas.

Fototipo de piel	MED sin adaptación	MED con adaptación
I-II (Celta)	2 SED	6 SED
III-IV (Mediterráneo)	7 SED	10 SED
V (Asiático)	10 SED	60 SED
VI (Negro)	15 SED	80 SED
MED con adaptación implica bronceado tras 3 semanas de exposición solar sin eritema.		

**Tabla 2: Fototipos de piel y factores de sensibilidad solar con y sin adaptación.**  
Fuente: Protecting workers from ultraviolet radiation (ICNIRP)

La ICNIPR recomienda una exposición máxima de  $30 \text{ J/m}^2$  de dosis ultravioleta efectiva en un periodo de 8 horas para piel sensible y desprotegida usando el espectro de acción de la ACGIH.

Este límite de  $30 \text{ J/m}^2$  efectivos, ponderados con la función empleada por la Comisión Internacional de Protección de la Radiación no Ionizante (ICNIRP, 2004), cambia de valor al emplear la función de ponderación (espectro) eritemática de la Comisión Internacional de Iluminación (CIE, 1988).

Se establece una equivalencia aproximada con el límite anterior, en términos de efectos agudos sobre la piel, de 1,0 a 1,3 SED (ICNIRP, 2010), es decir 100 a  $130 \text{ J/m}^2$  efectivos (ponderación CIE).

## 4. MATERIAL Y MÉTODOS

### 4.1. Localización del estudio

El estudio fue llevado a cabo en 20 empresas de la industria extractiva, tanto en explotaciones a cielo abierto como en plantas de tratamiento, situadas en el interior de la península.

En concreto, dichas empresas se encuentran situadas en las siguientes Comunidades Autónomas: Aragón, Extremadura, Castilla y León y Castilla La Mancha (Figura 1).

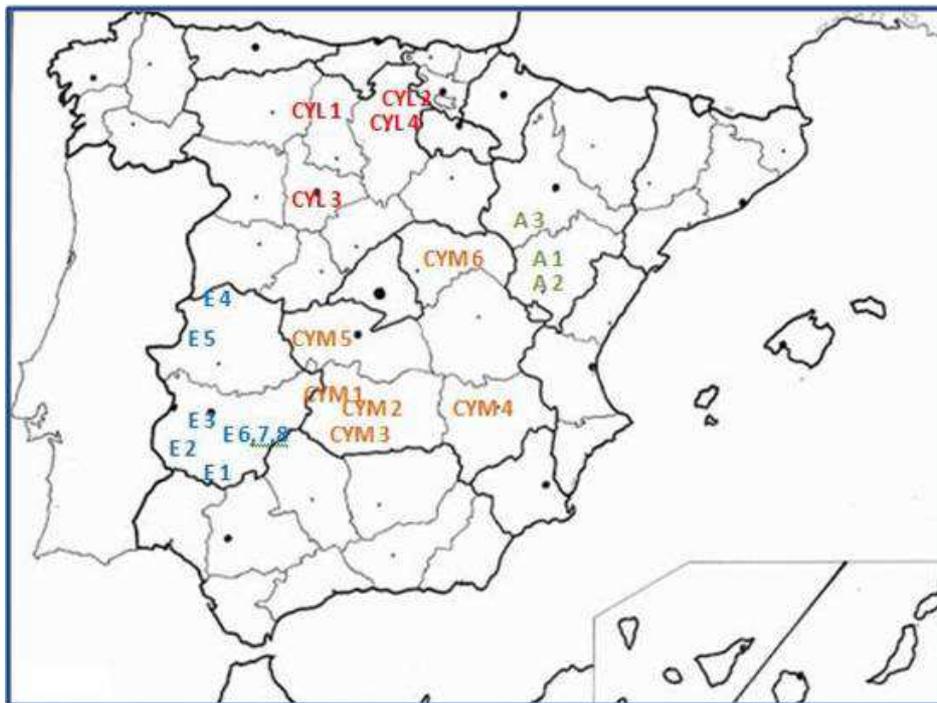


Figura 1. Localización geográfica empresas

## 4.2. Campaña de medidas

Las medidas se realizaron en los meses de verano, escogiendo días con previsiones meteorológicas en los que predomine el cielo despejado, buscando niveles de radiación solar máximos.

En cada explotación se realizaron mediciones de exposición en los puestos de trabajo seleccionados durante toda la jornada laboral. El número de trabajadores osciló entre uno y doce, en función de la actividad de la empresa en el momento del estudio e interés de la medición para el objeto del mismo.

Asimismo, en cada uno de los centros de trabajo se emplea un dosímetro de referencia extra para monitorizar la radiación total, que se colocó en una superficie horizontal, expuesto directamente a la radiación solar, en zonas libres de obstáculos que puedan generar sombra como consecuencia de la orientación del sol a lo largo de la medición.

Para completar el estudio y con la finalidad de valorar la influencia de las características propias de cada puesto de trabajo (movimientos realizados, posturas adoptadas, etc.) en los resultados de exposición a radiación ultravioleta recibida por el trabajador, se llevaron a cabo varias mediciones dobles utilizando para ello dos dosímetros, uno colocado en la muñeca izquierda y otro en la derecha del trabajador seleccionado.

En total se han llevado a cabo 163 mediciones en las provincias de Zaragoza, Teruel, Burgos, Palencia, Valladolid, Guadalajara, Toledo, Ciudad Real, Cáceres y Badajoz.

### 4.3. Dosímetros empleados

Para la medición de la exposición de radiación ultravioleta individual acumulada, se han utilizado dosímetros personales de filtros de esporas que, basados en el efecto de la radiación ultravioleta en la germinación de éstas, acumulan el efecto de sol por un periodo de tiempo y son posteriormente analizados en laboratorio (Biosense Systems, Bornheim, Alemania).

Estos dispositivos que, simulan la respuesta (dosis) eritemal de la piel humana de acuerdo con el espectro de referencia de la Comisión Internacional de Iluminación (CIE), están montados sobre carcasas de 32 mm de diámetro, son resistentes al agua y funcionan en un rango de temperaturas entre  $-20^{\circ}\text{C}$  y  $+50^{\circ}\text{C}$ . Los resultados se expresan en dosis eritematosa estándar (SED), es el caso del estudio que nos ocupa, o en dosis eritematosa mínima (MED). Asimismo, el rango de trabajo (working range) de los dosímetros empleados en el estudio es de 0.5 – 22.5 SED, rango que habrá que tener en cuenta a la hora de analizar los resultados (apartado 5).

La zona de medición (Figura 2) se ve expuesta a la radiación ultravioleta durante la utilización del dosímetro, mientras que las zonas de calibración son expuestas previamente a varias dosis determinadas para efectuar una comparación posterior con la zona de medición.

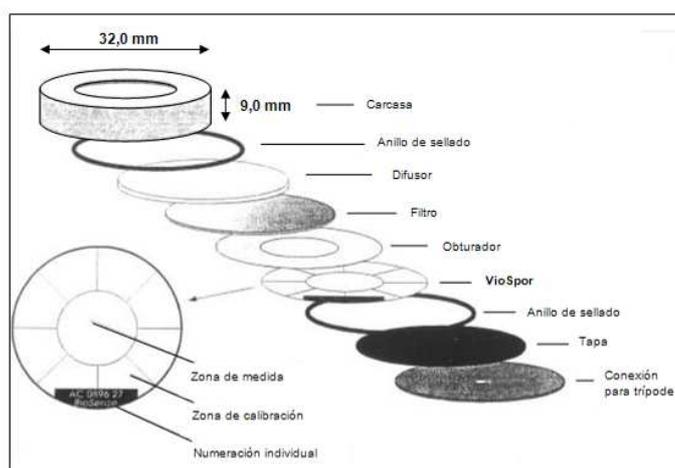


Figura 2. Dosímetro de Biosense (VioSpore) (Moehrle M. et al., () 2000)

Si bien se puede afirmar, tras una extensa revisión bibliográfica, que son escasos los estudios que cuantifican la dosis de exposición solar recibida para ocupaciones desarrolladas al aire libre (trabajadores de la construcción, agricultores, deportistas, etc.), generalmente en ellos se emplean esta clase de dosímetros, por lo que entendemos que su eficacia está sobradamente probada en este tipo de aplicaciones.

Para la realización de este estudio y previa consulta al laboratorio alemán, se seleccionó el modelo VioSpor Blueline Type II, descartándose los tipos I, II y IV, por ser éste el más adecuado para el verano (periodo de mayor intensidad de radiación solar), estación del año en la que se planificó la campaña de mediciones.

#### 4.3.1. Colocación del dosímetro

Los dosímetros se colocan mediante una pulsera con velcro (Figura 3) *generalmente* en la muñeca izquierda de los trabajadores, al inicio de su jornada laboral y retirándose al finalizar esta.



**Figura 3. Dosímetro con pulsera**

Puntualmente, se realizaron mediciones personales dobles, con la finalidad de conocer la influencia de la posición del dosímetro en los resultados (apartado 5.1.4), colocando dos dosímetros a varios trabajadores: en ambas muñecas así como en la misma.

Asimismo, de forma complementaria, se realizaron varias mediciones dobles en cristal de la maquinaria móvil, colocando los dosímetros en el exterior e interior de la cabina, con el fin de valorar la atenuación en la radiación ultravioleta provocada por el cristal.



**Figura 4. Comparativa de dosímetros**

A los trabajadores se les indica que desarrollen su actividad de forma habitual, evitando que tapen el sensor con guantes de seguridad o prendas de abrigo. En el caso de jornadas partidas, durante la pausa de la comida el sensor es tapado para que la medida refleje exclusivamente la radiación ultravioleta recibida en horario de trabajo.

#### 4.4. Explotaciones seleccionadas

Se han seleccionado 21 centros de trabajo distribuidos en diferentes puntos de la geografía nacional, la ubicación de los mismos y las fechas de realización de las mediciones puede verse en la siguiente tabla:

EXPLOTACIÓN	PROVINCIA	ALTITUD (msnm)	FECHA MEDICIÓN
CyL 1	PALENCIA	1160	21/08/2014
CyL 2	BURGOS	772	20/08/2014
CyL 3	VALLADOLID	736	28/08/2014
CyL 4	BURGOS	863	09/09/2014
E 1	BADAJOS	750	11/08/2014 08/10/2014
E 2	BADAJOS	191	12/08/2014
E 3	CÁCERES	459	13/08/2014
E 4	CÁCERES	394	13/08/2014
E 5	CÁCERES	341	14/08/2014
E 6	BADAJOS	409	07/10/2014
E 7	BADAJOS	409	07/10/2014
E 8	BADAJOS	409	07/10/2014
A 1	TERUEL	541	04/08/2014
A 2	TERUEL	536	04/08/2014
A 3	ZARAGOZA	536	05/08/2014
CyM 1	CIUDAD REAL	646	22/07/2014
CyM 2	CIUDAD REAL	745	22/07/2014
CyM 3	CIUDAD REAL	708	23/07/2014
CyM 4	ALBACETE	811	25/07/2014
CyM 5	TOLEDO	720	24/07/2014
CyM 6	GUADALAJARA	1198	08/09/2014

**Tabla 3. Explotaciones en que se llevó a cabo el estudio**

Las explotaciones han sido designadas mediante un código alfanumérico: las letras indican la CCAA en la que se sitúan (A para Aragón, E para Extremadura, CyL para Castilla y León, CyM para Castilla La Mancha), el número diferencia entre las distintas explotaciones dentro de cada provincia.

En el Anexo, se reflejan en tablas, los datos más relevantes de cada una de las explotaciones así como los puestos de trabajo en los que se realizan mediciones.

## 5. RESULTADOS

Los resultados de dosis ultravioleta obtenidos en el estudio, se expresan en función de la ponderación CIE (CIE, 1988). A efectos del mismo y de acuerdo con la equivalencia anteriormente citada, se seguirá la recomendación de la ICNIRP que considera el nivel de 100 a 130 J/m<sup>2</sup> como dosis inofensiva.

En total se realizaron 163 mediciones, de las cuales 16, no se han considerado, por presentar una exposición efectiva inferior a la que el laboratorio puede analizar (<0,5 SED).

Se llevó a cabo el análisis estadístico de los resultados, realizando a cada grupo de datos la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov tanto paramétrica como no paramétrica, describiendo cada variable mediante la mediana y los percentiles 25-75, al no seguir la muestra estudiada distribución normal por pruebas paramétricas.

## 6. CONCLUSIONES

Durante los meses de julio a octubre de 2014, se ha llevado a cabo un estudio realizado por el Departamento Técnico del Instituto Nacional de Silicosis (INS), pionero a nivel internacional en el ámbito extractivo, sobre exposición a radiación solar. En el mismo, para cuya organización se ha contado con la colaboración de la Autoridad Minera de Extremadura así como la Asociación Nacional de Empresarios Fabricantes de Áridos (ANEFA), han participado 21 empresas de los sectores del carbón, áridos y roca ornamental, con un total de 119 de trabajadores, se han alcanzado las siguientes conclusiones:

- ❖ Del muestreo realizado se concluye la existencia de riesgo por exposición a radiación solar, habiendo encontrado una mediana de exposición de  $257 \text{ J/m}^2$  por encima de los  $100\text{-}130 \text{ J/m}^2$  establecidos por la Comisión Internacional de Protección de la Radiación no Ionizante, como umbral de seguridad. El mayor riesgo se presenta en puestos de trabajo desempeñados a la intemperie, en los que se ha llegado a alcanzar el máximo de exposición medida, con  $700 \text{ J/m}^2$ .
- ❖ A pesar del carácter pionero del estudio, tanto los ensayos orientados a comprobar la validez de la sistemática de evaluación de la exposición, como el análisis de resultados y comparativa con los datos ofrecidos por la Agencia Estatal de Meteorología, permiten afirmar que se dispone de una metodología aceptable para cuantificar este tipo de riesgo, así como la validez de la conclusión anteriormente establecida.
- ❖ A partir de la situación anterior, se sugieren varias líneas en las que es preciso profundizar, como son los niveles de exposición en las provincias costeras, islas y del norte de España, la influencia del vidrio de las cabinas en la dosis de radiación efectiva, los hábitos de los

trabajadores respecto a este riesgo, y un mayor conocimiento de la repercusión para la salud de esta exposición.

- ❖ Finalmente, indicar que a cada empresa colaboradora está previsto facilitarle un informe sobre su situación, contemplando recomendaciones preventivas. Establecer unas recomendaciones más generales, resultaría adecuado tras profundizar en el conocimiento de este riesgo, según lo establecido en la conclusión anterior.

## **Agradecimientos**

Dado el carácter pionero del estudio aquí presentado, desde el Instituto Nacional de Silicosis queremos agradecer a la dirección y trabajadores de las empresas participantes así como a D. César Flórez Suárez, D. Juan Pablo Pérez González, D. Jose Luis Gutiérrez Robles, D. Pascual León Marco y D. Julián Prado Serrano, la colaboración prestada para la coordinación y realización del mismo.

## Referencias bibliográficas

- *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (2004). ICNIRP guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation of wavelength between 100 nm and 400 nm (incoherent optical radiation). Health Physics 87(2):171-186; 2004.*
- *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (2010). ICNIRP statement on protection of workers against ultraviolet radiation. Health Physics 99(1):66-87; 2010.*
- *CIE (Commission Internationale de l'Éclairage). (1988). Erythema Reference Action Spectrum and Standard Erythema Dose. Ed. CIE Publication, Viena, 4 pp.*
- *M. Antoine et al (2001). Effective exposure to solar UV in building workers: influence of local and individual factors. Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology (2007) 17, 58-68.*
- *M. Moehrle et al (2003). Continuous long-term monitoring of UV radiation in professional mountain guides reveals extremely high exposure. Int. J. Cancer: 103, 775-778 (2003).*
- *M. Moehrle et al (2000). Bacillus subtilis spore film dosimeters in personal dosimetry for occupational solar ultraviolet exposure. Int Arch Occup Environ Health (2000) 73: 575-580.*
- *M.A. Serrano et al (2012). Solar UV exposure in construction workers in Valencia, Spain. Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology (2022) 1-6.*
- *M.A. Serrano et al (2011). Solar UV exposure of primary schoolchildren in Valencia, Spain. Photochem. Photobiol. Sci., 2011, 10, 523.*

- *M.A. Serrano et al (2011). Ultraviolet exposure for different outdoor sports in Valencia, Spain. Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine 27, 311-317.*
- *M.A. Serrano et al (2010). Erythematous ultraviolet exposure of cyclist in Valencia, Spain. Photochemistry and Photobiology, 2010, 86: 716-721.*
- *N. Hakansson et al (2001). Occupational sunlight exposure and cancer incidence among Swedish construction workers. Epidemiology September 2001, Vol. 12 No. 5.*
- *N. Munakata et al (2000). Comparisons of spore dosimetry and spectral photometry of solar-YV radiation at four sites in Japan and Europe. Photochemistry and Photobiology, 2000, 72(6): 739-745.*
- *P. Vecchia et al (2007). Protecting workers from ultraviolet radiation. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection in collaboration with International Labour Organization and World Health Organization.*
- *V. Peharda et al (2007). Occupational skin diseases caused by solar radiation. Coll. Antropol 31 (2007) Suppl. 1: 87-90.*
- *“Estadística para química analítica”, Segunda edición, J.C.Miller, J.N.Miller, Addison-Wesley Iberoamericana 1993; USA.*
- *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2007). Nota Técnica de Prevención (NTP) 755. Ministerio de Empleo y Seguridad Social, Madrid, 6 pp.*
- *Lucas R., McMichael T., Smith W., Armstrong B. (2006). Environmental Burden of Disease Series, No. 13. Solar ultraviolet radiation: global burden of disease from solar ultraviolet radiation. Ed. World Health Organization, Geneva, 250 pp.*



- *Siani A. M., Casale G. R., Sisto R., Colosimo A., Lang C. A. (2011). Occupational Exposures to Solar Ultraviolet Radiation of Vineyard Workers in Tuscany (Italy). Photochemistry and Photobiology , 87: 925–934.*