

Exposición laboral a cancerígenos: análisis del sistema de información CAREX para su uso en Cataluña

Adolfo de Grado Andrés^a, Emilia Molinero Ruiz^a, Rudolf van der Haar^{b,c}

Recibido: 7 de mayo de 2013

Aceptado: 14 de enero de 2014

doi: 10.12961/aprl.2014.17.2.02

RESUMEN

Objetivo: El objetivo de este estudio es estimar la exposición laboral a cancerígenos en Cataluña para el año 2009 utilizando el sistema de información CAREX ESP 2007 como referencia, y valorar la adecuación o no de extrapolar estos datos a Cataluña.

Métodos: La población de referencia es aquella afiliada a cualquier régimen de la Seguridad Social de Cataluña en 2009. Se han considerado agentes cancerígenos los clasificados por la IARC (International Agency for Research on Cancer) en los grupos 1 y 2A relacionados con exposiciones laborales. Se ha utilizado la prevalencia de exposición de CAREX ESP 2007 adaptada a la clasificación económica Clasificación Catalana de Actividades Económicas (CCAEE 09). Además, se han consultado actuaciones de técnicos de los Centres de Seguretat i Salut Laboral de la Generalitat de Catalunya, y bases de datos relacionadas con este tema.

Resultados: Las exposiciones laborales estimadas más comunes a agentes cancerígenos han sido para radiación solar, sílice cristalina, humos diesel, radón y polvo de madera, aunque con datos considerados en buena medida no extrapolables a Cataluña. Además, se han detectado 217 situaciones de exposición para 25 agentes cancerígenos que no se habían considerado en el sistema CAREX ESP 2007.

Conclusiones: Las estimaciones de trabajadores expuestos en Cataluña a agentes cancerígenos en 2009 en base al sistema CAREX ESP 2007 podrían diferir de la realidad. Se considera necesario desarrollar un sistema CAREX CAT con incorporación de datos de exposición propios de Cataluña.

PALABRAS CLAVE: Agentes cancerígenos, exposición laboral, prevalencia.

OCCUPATIONAL EXPOSURE TO CARCINOGENS: ANALYSIS OF THE APPLICATION OF THE CAREX INFORMATION SYSTEM TO CATALONIA

ABSTRACT

Objective: The objective of this study is to estimate occupational exposures to human carcinogens in Catalonia in 2009, taking as a reference the CAREX ESP 2007 information system, and to evaluate the suitability of extrapolating these data to Catalonia.

Methods: The reference population is the number of people registered with the Social Security system in Catalonia in 2009. Carcinogens considered are those which the International Agency for Research on Cancer (IARC) classified into

^a Subdirecció General de Seguretat i Salut. Departament d'Empresa i Ocupació. Generalitat de Catalunya, España.

^b MC-Mutual, Barcelona, España.

^c Universitat Pompeu Fabra, Barcelona, España.

Correspondencia:

Adolfo de Grado Andrés

Tf: 932 055 001

adolfo.degrado@gencat.cat

groups 1 and 2A and are related to occupational exposures. The exposure prevalences from the CAREX ESP 2007, adapted to the Catalanian Industrial Classification (CCAIE 09), were used. Technical survey reports from the Occupational Safety and Health Centers of the Catalanian local government, and related databases were consulted.

Results: The most frequent occupational exposures to human carcinogens were solar radiation, crystalline silica, diesel exhaust, radon and wood dust, although based mainly on data not considered adequate for extrapolation to Catalonia. Around 217 exposure situations for 25 carcinogens, not previously considered in CAREX ESP 2007, were identified.

Conclusions: The estimated number of workers exposed to human carcinogens in Catalonia in 2009 based on the CAREX ESP 2007 system could differ from the real situation. Development of a CAREX CAT system that incorporates exposure data from Catalonia is recommended.

KEYWORDS: Carcinogens, occupational exposures, prevalence.

INTRODUCCIÓN

Existe un conocimiento bien establecido de la relación entre entorno de trabajo y cáncer¹⁻³. A pesar de ello, en Cataluña existen pocos datos que caractericen las exposiciones laborales a agentes cancerígenos o el número de casos que se hayan producido.

Teniendo en cuenta que se estima que un 5% de la incidencia de cáncer puede ser ocupacional⁴, en Cataluña durante el período 1998-2002 se habrían producido 1718 casos nuevos por año⁵. Estas cifras coinciden con otros estudios⁶ que estimaron para 2008 un total de 1093 casos incidentes de tumores malignos de origen laboral y de 1524 muertes a causa de tumores por exposiciones laborales para el año 2006 en Cataluña. En contraste, durante el período 2007-2010 se declararon oficialmente 18 casos de enfermedades profesionales causadas por agentes cancerígenos en Cataluña, indicando la existencia de una clara infradeclaración oficial, hecho confirmado también en otros estudios^{7,8}.

En relación a la exposición, existen pocos datos sobre la presencia y distribución de agentes cancerígenos en el entorno laboral. En Cataluña hubo un primer proyecto de estudio en la industria química en 1980⁹, que llegó a identificar 12 municipios en los que, en 1976, había plantas de fabricación de agentes cancerígenos. Posteriormente, se realizó una primera aproximación de la población trabajadora expuesta a agentes cancerígenos para el año 1986, por parte del Departament de Treball de la Generalitat de Catalunya, mediante la iniciativa CANOCAT (CÀncer Ocupacional en CATalunya)¹⁰, basada en información bibliográfica y del padrón, estimando un total de 96.300 personas (5,23% del total de población trabajadora) expuestas a agentes cancerígenos. Estos trabajos no tuvieron continuidad posterior.

La situación general europea no difiere de la existente en Cataluña. En el año 2000 se desarrolló el sistema de información europeo CAREX (CARcinogen EXposure)², formado por una matriz en la que los datos de prevalencia de exposición (porcentaje de personas expuestas respecto al total de trabajadores de un determinado sector) se estructuraban a tres niveles diferentes: según agente cancerígeno, actividad económica y situación de exposición concreta.

La primera versión de CAREX se basaba en datos procedentes de Finlandia y de Estados Unidos. Las principales fuentes finlandesas fueron los informes de una inspección exhaustiva (proyecto SUTKEA) llevada a cabo por higienistas industriales del *Finnish Institute of Occupational Health* (FIOH) entre 1985 y 1995, junto con el registro nacional de trabajadores expuestos a cancerígenos (Registro ASA), existente desde 1979. Para Estados Unidos, la información procedió del *National Occupational Exposure Survey* (NOES), una inspección observacional de 4.490 establecimientos realizada por el *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) entre 1981 y 1983.

En base a estas fuentes se estimó de forma indirecta el número de personas expuestas a agentes cancerígenos en el ambiente laboral, por sectores económicos, en diferentes países, incorporando datos propios en grado variable^{2-3, 11-15}.

El sistema CAREX ha sido utilizado no sólo en países de la Unión Europea^{2-3, 11-15}, sino también en Costa Rica^{16,17}, Nicaragua¹⁸, Panamá¹⁸ o Canadá^{19,20}. En algunos casos, incluyeron otros contaminantes, como plaguicidas¹⁶⁻¹⁸, y, aunque normalmente se emplea como sistema de información global (todos los agentes en todos los sectores de actividad), también se ha utilizado para estudiar exposiciones a agentes concretos^{20,21}. Igualmente, ha servido de base para realizar estimaciones de mortalidad y morbilidad por cáncer²².

La última actualización de esta información para España es el sistema de información CAREX ESP 2007²³. A diferencia de la primera versión, que se basó exclusivamente en la extrapolación de los datos de Finlandia y Estados Unidos¹¹, CAREX ESP 2007 trabaja con información de Finlandia, actualizada para el año 2000, y con datos propios. Está constituido por 1374 registros, que presentan una situación de exposición, para un total de 82 agentes cancerígenos presentes en 94 actividades económicas (códigos CNAE a nivel de divisiones (2 dígitos) o grupos (3 dígitos)), con información basada en un 63% de los registros en datos de Finlandia.

La extrapolación de estos datos para Cataluña permite tener una estimación de exposición a cancerígenos en población trabajadora. No obstante, teniendo en cuenta las diferencias ambientales, de procesos productivos y condiciones

de trabajo entre Cataluña y Finlandia, es probable que para algunos agentes cancerígenos esta información no pueda aplicarse directamente en Cataluña, para otros se pueda aplicar la información con cautela, y para el resto de agentes se pueda aplicar directamente el sistema CAREX ESP 2007.

Por todos estos motivos, el objetivo de este estudio es estimar la exposición laboral a cancerígenos en Cataluña para el año 2009 y valorar la adecuación o no de extrapolar los datos de CAREX ESP 2007 directamente para realizar la estimación en Cataluña.

MÉTODOS

Población de referencia

Se ha considerado como población de referencia aquella afiliada a cualquier régimen de la Seguridad Social de Cataluña en el año 2009 (promedio de los 12 meses del año), distribuida por actividad económica, según la Clasificación Catalana de Actividades Económicas (CCAIE 09)²⁴, obtenida de la base de datos de la Tesorería General de la Seguridad Social.

Agentes y exposiciones estudiados

Se han estudiado los agentes cancerígenos clasificados en el grupo 1 (cancerígenos en humanos) y 2A (probablemente cancerígenos en humanos) por la *International Agency for Research on Cancer* (IARC, revisión de octubre de 2010)²⁵, relacionados con exposiciones de origen laboral (81 agentes del grupo 1 y 55 del grupo 2A, algunos agrupados). Se considera exposición laboral la que supera en el lugar de trabajo los niveles de exposición existentes en la población general²⁶.

Estimación de la población trabajadora expuesta a agentes cancerígenos

El sistema CAREX ESP 2007, referencia para esta estimación, se basa en la CNAE 1993 rev1. Se realizó la transformación a CCAIE 2009, utilizando las tablas de conversión del Instituto Nacional de Estadística entre CNAE-93 rev 1 (a 5 dígitos) y CNAE 09 (a 4 dígitos)²⁷, teniendo en cuenta que si un mismo grupo de CCAIE 09 estaba presente en más de un grupo de CNAE 93 rev 1, se adscribía al grupo con mayor semejanza en la descripción de la actividad.

Las estimaciones de personas expuestas a cada agente cancerígeno se calcularon multiplicando la prevalencia de exposición indicada en el sistema CAREX ESP 2007, para cada sector de actividad y situación de exposición del agente cancerígeno, por la población de referencia de Cataluña en 2009 en ese mismo sector de actividad. Finalmente, se sumaron las personas expuestas al mismo agente en los diferentes sectores de actividad donde se encontraba, obteniendo el número total de trabajadores expuestos al agente en cuestión en Cataluña en 2009.

Valoración de la extrapolación de los datos de CAREX ESP 2007 a Cataluña

No se dispone en Cataluña de datos oficiales directos sobre población expuesta laboralmente a agentes cancerígenos. Por ello, para valorar la adecuación de la extrapolación de los datos de CAREX ESP 2007 a Cataluña, se han utilizado fuentes de información parciales o indirectas. Entre ellas, se revisaron 1010 actuaciones (informes y diligencias en libros de visitas de las empresas visitadas) realizadas por higienistas industriales del Departament d'Empresa i Ocupació de la Generalitat de Catalunya entre los años 2000 y 2010, en las que pudieran documentarse exposiciones laborales a agentes cancerígenos. Se trata de actuaciones no representativas, desde un punto de vista estadístico, pero que proporcionan información fiable sobre las exposiciones de los trabajadores en el lugar de trabajo y permiten identificar agentes y situaciones de exposición que no figuraban en CAREX ESP 2007.

También se consultaron 12 bases de datos o registros de diversos organismos, relacionados con el problema objeto de estudio (Tabla 1). Finalmente, se utilizaron fuentes bibliográficas para algunas exposiciones²⁸⁻³⁶, según criterio técnico.

A partir de la información recogida, se clasificó cada situación de exposición descrita en el sistema CAREX ESP 2007 como información no extrapolable, información extrapolable e información en situación desconocida.

La información no extrapolable era aquella para la que existían datos que hacían pensar que no podía aplicarse directamente a Cataluña. En concreto, para los datos propios de CAREX ESP 2007, se han considerado no extrapolables las situaciones de exposición no existentes en Cataluña, por ausencia de determinadas actividades económicas, o con prevalencias de exposición claramente distintas de las del resto de España, en algunas actividades de minería y de fabricación de determinados productos químicos. Respecto a los datos de CAREX ESP 2007 basados en información de Finlandia, que son la mayor parte, se consideró no extrapolable la prevalencia de exposición de aquellas situaciones en las que era razonable asumir que en Cataluña sería diferente, como las derivadas de parámetros ambientales locales (por ejemplo, la radiación solar) o que están relacionadas con actividades económicas que pueden ser muy distintas (minería existente en Finlandia y no en Cataluña).

La información extrapolable es aquella para la que los datos disponibles en CAREX ESP 2007 permiten su aplicación a Cataluña, considerando que los estándares de producción y las condiciones de trabajo son probablemente similares. Se trata de la mayor parte de datos de CAREX ESP 2007 obtenidos en base a fuentes de información españolas y también de datos finlandeses para determinadas actividades económicas, como el sector sanitario.

Finalmente, la información en situación desconocida es aquella para la que se desconoce si las características productivas y las condiciones de trabajo en Cataluña son comparables a las de los datos finlandeses que han servido de base al sistema CAREX ESP 2007.

Tabla 1. Bases de datos o registros con información sobre exposición a cancerígenos laborales en Catalunya

Fuente de información	Organismo responsable	Información proporcionada	Limitaciones
Fuentes de información generales			
Registre d'Emissions i Transferència de Contaminants de Catalunya (PRTR-CAT).	Direcció General de Qualitat Ambiental – Departament de Territori i Sostenibilitat - GC.	Establecimientos con mayor potencia de incidencia ambiental, con sus emisiones contaminantes y residuos generados durante 2009.	– No proporciona número de trabajadores expuestos. – Únicamente incluye las actividades indicadas en el RD 508/2007 (empresas muy contaminantes).
Registre d'Establiments Industrials de Catalunya (REIC).	Subdirecció General de Política Industrial - Departament d'Empresa i Ocupació - GC.	El registro incluye un apartado de enumeración de productos utilizados y acabados en cada establecimiento.	– No proporciona número de trabajadores expuestos. – La información sobre productos utilizados no se ajusta a la realidad ^a . – La base de datos consultable no incluye establecimientos con menos de 6 trabajadores.
Fuentes de información específicas (uno o pocos agentes) y/o sectoriales (uno o pocos sectores)			
Base dades instal·lacions d'emmagatzematge de substàncies perilloses.	Subdirecció General de Seguretat Industrial - Departament d'Empresa i Ocupació - GC.	Empresas que almacenan productos peligrosos por encima de determinada cantidad.	Base de datos no consultable directamente por sustancia concreta almacenada.
Explotaciones mineras.	Subdirecció General de Seguretat Minera - Departament d'Empresa i Ocupació - GC.	Tipología y número de las explotaciones mineras existentes.	No proporciona datos de exposición a agentes contaminantes.
Directorio de empresas y productos químicos.	FEIQUE (Federación Empresarial de la Industria Química Española).	Empresas fabricantes y comercializadoras de productos químicos.	– No proporciona datos de exposición a los productos indicados en los trabajadores de estas empresas. – Únicamente incluye empresas fabricantes y comercializadoras de los productos estudiados (no a las usuarias).
Dades d'emissions de les empreses de l'AEQT (Associació Empresarial Química de Tarragona).	Subdirecció General de Prevenció i Control de la Contaminació Atmosfèrica - Departament de Territori i Sostenibilitat - GC.	Emisiones de agentes contaminantes de las empresas asociadas.	– Únicamente incluye a las empresas asociadas (pocas e importantes). – No proporciona datos de exposición del personal trabajador a los productos emitidos.
Directorio d'instal·lacions afectades pel RD 117/2003, sobre emissions de compostos orgànics volàtils derivades de l'ús de dissolvents.	Subdirecció General de Prevenció i Control de la Contaminació Atmosfèrica - Departament de Territori i Sostenibilitat - GC.	Empresas emisoras de compuestos orgánicos volátiles derivados de disolventes.	Directorio no consultable directamente por sustancia concreta emitida.
Estadísticas de importación-exportación de productos químicos.	Departamento de Aduanas e Importación y Exportación – Agencia Tributaria - AGE.	Cantidad de producto importado y exportado, por partidas y por provincias.	– No considera el material incluido en comercio interior. – No proporciona número de trabajadores expuestos. – Se desconoce las empresas o sectores objeto de este comercio.
Informes de la qualitat de l'aire per contaminants.	Direcció General de Qualitat Ambiental – Departament de Territori i Sostenibilitat - GC.	Valores de inmisión de determinados contaminantes atmosféricos en los puntos de muestreo (nivel de calle).	– Posible falta de representatividad de los puntos muestreados – No caracteriza exposiciones laborales.
Base de datos de trabajadores expuestos a amianto.	CSSLB –Departament d'Empresa i Ocupació - GC.	Número de trabajadores expuestos a amianto de forma controlada.	No incluye los trabajadores que están expuestos a amianto de forma no controlada.
Relación de medicamentos autorizados y comercializados.	Centro de Información online de Medicamentos de la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS) – AGE.	Listado de fármacos para uso humano y animal autorizados para su utilización y comercialización en España.	No proporciona número de trabajadores expuestos.
Nº trabajadores con control dosimétrico radiológico.	Consejo de Seguridad Nuclear - AGE.	Número de trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes de forma controlada.	– No dispone de datos a nivel de comunidad autónoma. – En algunos casos, no permite ubicar al personal en sectores de actividad concretos.

GC: Generalitat de Catalunya

AGE: Administración General del Estado

^a Una muestra de ello es que, de todos los establecimientos incluidos en el Registre d'Establiments Industrials de Catalunya (REIC) con más de 10 trabajadores, no consta ninguno que trabaje, por ejemplo, con tricloroetileno, tetracloroetileno o con dicromatos o cromatos de sodio o potasio.

RESULTADOS

Las exposiciones estimadas más comunes a agentes cancerígenos en los lugares de trabajo en Cataluña en 2009 (Tabla 2) fueron a radiación solar (198.984 trabajadores expuestos), sílice cristalina (152.061 expuestos), humos de motor diesel (80.958 expuestos), radón y sus productos de desintegración (73.462 expuestos) y polvo de madera (43.585 expuestos). No se han podido presentar las estimaciones de trabajadores expuestos por sectores de actividad, al no disponer de los factores de corrección de multiexposición para cada sector de los identificados en CAREX para la clasificación CCAE 09, necesarios para evitar que una persona expuesta a más de un agente cancerígeno se contabilice tantas veces como agentes a los que está expuesta.

El análisis de estos datos bajo el criterio de la posibilidad de extrapolarlos a la realidad catalana, permite estimar que en tres de los cuatro agentes con mayor población expuesta

estimada (radiación solar, sílice cristalina y radón), la información se considera como no extrapolable, ya que la información de CAREX ESP 2007 para estos agentes depende de parámetros ambientales locales, que pueden ser diferentes en Finlandia y Cataluña. La mayor parte de la población expuesta estimada para el resto de agentes presentados se clasifica como información en situación desconocida.

Por otra parte, a partir de las fuentes de información consultadas para identificar nuevas situaciones de exposición, se identificaron 25 agentes cancerígenos con situaciones de exposición no incluidas en CAREX ESP 2007, con un total de 125 sectores de actividad y 217 situaciones de exposición novedosos (Tablas 3 y 4). Los agentes con mayor aportación en esta categoría son el formaldehído (17 sectores y 27 situaciones de exposición nuevas), el plomo (15 sectores y 28 situaciones de exposición nuevas), el tricloroetileno (15 sectores y 20 situaciones de exposición nuevas) y el percloroetileno (15 sectores y 19 situaciones de exposición nuevas).

Tabla 2. Estimación de población trabajadora expuesta a los principales agentes cancerígenos en Cataluña en 2009, según datos de prevalencia en CAREX ESP 2007, clasificada en función de la posibilidad de extrapolar los datos a Cataluña.

Agente (código usado en CAREX ESP 2007)	Estimación de población expuesta, en base a la información de CAREX ESP 2007	Proporción de población expuesta respecto al total de la población trabajadora (%)	Proporción de población estimada basada en situaciones de exposición consideradas como		
			No extrapolables (%)	Extrapolables (%)	Desconocidas (%)
Radiación solar (SOL)	198.984	6,65	100	0	0
Sílice cristalina (SILI)	152.061	5,08	92,2	0,4	7,3
Humos de motor diesel (DEE)	80.958	2,70	0,05	2,10	97,85
Radón y sus productos de degradación (RN)	73.462	2,45	100	0	0
Polvo de madera (WOOD)	43.585	1,46	0,4	3,0	96,6
Compuestos de cromo VI (CR6)	22.308	0,75	0,3	30,0	69,7
Compuestos de níquel (NICO)	16.151	0,54	0,01	28,88	71,11
Benceno (BENZ)	13.871	0,46	0	1,3	98,7
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH)	10.663	0,36	4,8	23,6	71,6
Formaldehído (FORM)	10.468	0,35	0,3	3,7	96,0
Amianto (ASB)	8.888	0,30	3,2	1,6	95,2
Compuestos de plomo inorgánico (PB)	7.138	0,24	0,9	15,3	83,8
Arsénico y compuestos de arsénico (AS)	3.564	0,12	0	6,5	93,5
Tricloroetileno (TRI)	3.167	0,11	0,2	39,1	60,7
Radiaciones ionizantes (IRAD)	2.308	0,08	3,2	83,8	13,0
Percloroetileno; tetracloroetileno (PER)	2.058	0,07	0,3	1,1	98,6
Nieblas de ácido fuerte con ácido sulfúrico (ACID)	1.830	0,06	0	26,6	73,4
Cadmio y compuestos de cadmio (CD)	1.613	0,05	0	11,1	88,9
Ciclofosfamida (CYPH)	1.166	0,04	0,7	60,3	39,0
Acilamida (ACAM)	1.164	0,04	0	30	70

Tabla 3. Sectores de actividad en los que se han identificado agentes cancerígenos que no se habían contemplado en el sistema CAREX ESP 2007.

Sector de actividad ^a	Situaciones de exposición ^b	Agentes
Servicios de explotación forestal (1)	Triturado de madera	Madera
Mataderos y conservación de carne (2)		Arsénico, cadmio
Industria cárnica (1)	Desinfectante	Formaldehído
Productos lácteos (2)		Arsénico
Producción de café tostado (2)		Arsénico, cadmio, plomo
Producción de bebidas no alcohólicas (1)	Limpieza	Formaldehído
Fabricación de tejidos de decoración y técnicos (2)		Níquel
Fabricación de recubrimientos textiles (1)	Pigmento	Plomo
Fabricación de papel y cartón (2)		Arsénico, cadmio, percloroetileno, plomo, tricloroetileno
Procesamiento de combustibles (2)	Refinerías de petróleo	Bifenilos policlorados, cadmio, plomo
Fabricación de productos químicos (3) ²⁸	Fabricación de fosfato dicálcico (exposición a NORM (Naturally Occurring Radiative Materials))	Radiaciones ionizantes
Fabricación de plaguicidas (1)	Reactivo de laboratorio, producción	Cadmio, cromo VI, epíclorhidrina, formaldehído, percloroetileno
Fabricación de pigmentos (1)	Producción	Orto-Toluidina, plomo
Fabricación de pinturas (1)	Limpieza suelo, desengrase de herramientas	Percloroetileno, tricloroetileno
Fabricación de detergentes (1)	Producción	Formaldehído
Fabricación de productos cosméticos (1)	Aditivo estabilizante para fabricar peróxido de hidrógeno, laca de uñas, limpieza de máquinas	Fenacetin, formaldehído, percloroetileno
Industria farmacéutica (2)		Percloroetileno, plomo, tricloroetileno
Industria farmacéutica (1)	Desinfectante, producción, limpieza reactores	Formaldehído, tricloroetileno
Fabricación de caucho (1)	Amianto en juntas hornos, adhesivo, producción, desengrasante	Amianto, formaldehído, percloroetileno
Fabricación de plástico (1)	Mantenimiento instalaciones con amianto, cubiertas fibrocemento en mal estado, adhesivo, disolvente para serigrafía y adhesivo	Amianto, percloroetileno, tricloroetileno
Industria de vidrio (2)		Benceno, bifenilos policlorados
Industria de vidrio (1)	Incisión en láminas de vidrio	Percloroetileno
Producción de cerámica (2)		Arsénico, benceno
Fabricación de ladrillos y tejas (2)		Cadmio, níquel
Fabricación de piezas cerámicas (1)	Impureza pintura o barniz, baños para figuras, pintura	Benceno, formaldehído, tricloroetileno
Producción de cemento (2)		Arsénico, benceno, bifenilos policlorados, cadmio, níquel, plomo
Fabricación de abrasivos (1)	Constituyente de discos adiamantados	Cadmio
Fundición de acero (2)		Bifenilos policlorados
Sector metal (1) (3) ²⁹	Revisión calidad material con rayos X y soldadura con tungsteno toriado	Radiaciones ionizantes
Fabricación de herramientas de corte (1)	Desengrase	Tricloroetileno
Fabricación de planchas offset y productos de revelado (1)	Reactivo de laboratorio	Epíclorhidrina
Fabricación de material electrónico (1)	Elementos aislantes de amianto en mal estado, impureza pintura o barniz, desengrase, baños de placas de circuitos, impureza barniz	Amianto, benceno, percloroetileno, plomo, tricloroetileno
Fabricación de equipos de control eléctrico (2)		Níquel
Fabricación de equipos reguladores (1)	Pintura, limpieza	Plomo, tricloroetileno
Fabricación de compresores de frigoríficos (1)	Pintura	Formaldehído
Fabricación de lámparas (1)	Limpieza	Tricloroetileno
Fabricación de termos eléctricos (1)	Desengrase	Percloroetileno
Automoción (1)	Impureza pintura piezas, pintura de piezas plásticas, desengrase de piezas, revisión calidad material con rayos X	Benceno, formaldehído, percloroetileno, radiaciones ionizantes
Fabricación de piezas de vagones de tren (1)	Aplicación de resinas	Formaldehído
Fabricación de muebles (1)	Impureza pintura o barniz, soldadura	Benceno, cadmio, cromo VI
Orfebrería y platería (2)		Níquel
Bisutería (1)	Fundición y moldeado del metal	Plomo
Producción de energía (2)	Centrales térmicas	Benceno, plomo, tricloroetileno
Suministro de energía (2)	Compresión de gas natural	Benceno, cadmio, níquel, plomo
Captación, potabilización y distribución de agua (1)	Mantenimiento conductos de fibrocemento, reactivos de laboratorio	Amianto, benceno, cadmio, cloruro de vinilo, dimetil sulfato, epíclorhidrina, formaldehído, hidrocarburos aromáticos policíclicos, orto-toluidina, percloroetileno, plomo, tricloroetileno, $\alpha\alpha\alpha$ -triclorotolueno
Gestión de residuos (2)		Cloruro de vinilo, percloroetileno
Empresas de reciclaje de residuos (2)	Regeneración de aceites minerales, reciclaje de equipos eléctricos y electrónicos, reciclaje de disolventes	Arsénico, cadmio, percloroetileno, plomo, tricloroetileno
Gestión de residuos (3) ³⁰	Plantas de compostaje	Aflatoxinas
Gestión de residuos (3) ³¹	Plantas incineradoras	2,3,7,8-Tetraclorodibenzo-para-dioxina (TCDD)
Pintura de instalaciones (1)	Desengrase	Tricloroetileno
Comercio de calzado (1)	Limpieza adhesivos etiquetas precios	Tricloroetileno
Preparados precocinados y catering (1)	Desinfectante	Formaldehído
Banca (1)	Emisiones mobiliario oficinas	Formaldehído
Jardinería (1)	Combustible motosierra y otros equipos, tala y triturado	Benceno, polvo de madera
Envasado de productos químicos (1)	Impurezas de adhesivos	Percloroetileno, tricloroetileno
Justicia forense (1)	Conservación muestras	Formaldehído
Hospitales (1)	Fabricación de protecciones antirradiación para pacientes	Plomo
Bibliotecas (1)	Desinfectante de material de papel	Oxido de etileno
Limpieza de ropa (1)	Esterilización ropa personal sanitario	Formaldehído, óxido de etileno
Peluquería (3) ³²	Tratamiento para cabello	Formaldehído
Podría haber exposición en edificios con tipología diversa de actividad económica, aunque hay cierta controversia (3) ³³⁻³⁶		Aflatoxinas

^a El número al final del sector de actividad indica la fuente de información: (1) informes de los Centros de Seguridad y Salud Laboral (CSSL);

(2) Registre d'Emissions i Transferencia de Contaminants de Catalunya (PRTR-CAT) de 2009; y (3) referencias bibliográficas.

^b No para todos los sectores de actividad se conoce la operación o situación de exposición concreta en la que se encuentra el agente cancerígeno.

Tabla 4. Situaciones de exposición a cancerígenos laborales no contempladas en CAREX ESP 2007 para agentes cancerígenos y sectores que sí figuran en el sistema CAREX ESP 2007.

Sector de actividad ^a	Situaciones de exposición	Agentes
Cría de animales (1)	Desinfectante ambiental	Formaldehído
Producción de bebidas alcohólicas (1)	Producción	Formaldehído
Fabricación de material textil (1)	Mantenimiento instalaciones con amianto	Amianto
Procesamiento de combustibles (2)	Refinerías de petróleo	Arsénico
Fabricación de productos químicos (2)	Fabricación de cal, cloruro sódico, VCM y PVC, resinas sintéticas, óxido de etileno, antioxidantes, compuestos para moldes y compuestos de química básica	Arsénico, cadmio, níquel, plomo, percloroetileno, tricloroetileno
Fabricación de productos químicos (1)	Fabricación de pigmentos	Acrilamida, dimetil sulfato, epiclorhidrina, formaldehído, níquel
Fabricación de caucho (1)	Desengrasante, disolvente y adhesivo	Tricloroetileno
Fabricación de plástico (1)	Limpieza y subproducto de degradación térmica del PVC	Formaldehído
Industria del vidrio (1)	Uso de herramientas de amianto	Amianto
Fabricación de abrasivos (1)	Resinas de abrasivos en disco	Formaldehído
Fundición de acero (2)	Operaciones diferentes de soldadura	Arsénico, cadmio
Fundición de metales (2)	Fundición de aluminio	Arsénico, cadmio, cromo VI, níquel, plomo
Fundición de metales (2)	Fundición de latón	Níquel, plomo
Fundiciones de metal (1)	Uso de guantes de amianto y cubiertas de fibrocemento en mal estado	Amianto
Sector metal (1)	Reactivo de laboratorio, pintura	Cromo VI, níquel
Fabricación de herramientas metálicas (1)	Producción	Níquel
Fabricación de maquinaria (1)	Impurezas pintura	Percloroetileno, tricloroetileno
Automoción (1)	Baños galvánicos	Cromo VI
Producción de energía (2)	Centrales térmicas	Arsénico
Captación, potabilización y distribución de agua (1)	Reactivos de laboratorio y limpieza	Cromo VI
Gestión de residuos (2)	Depuradoras de aguas residuales, incineradoras de residuos, vertederos de residuos y tratamiento de residuos industriales	Arsénico, cadmio, níquel, plomo
Gestión de residuos (1)	Vertido ilegal en vertederos no autorizados	Amianto
Construcción (1)	Manipulación de tierras contaminadas por amianto, revestimiento de pavimentos con cuarzo pigmentado	Amianto, sílice cristalina
Acabados de instalaciones (1)	Pintura	Cromo VI
Mantenimiento de trenes (1)	Pintura	Cromo VI
Laboratorios de investigación (1)	Reactivos, tinciones en gel, soldadura de circuitos impresos	Acrilamida, formaldehído, plomo

^a El número al final del sector de actividad indica la fuente de información: (1) informes de los Centros de Seguridad y Salud Laboral de Catalunya (CSSL); (2) Registre d'Emissions i Transferencia de Contaminants de Catalunya (PRTR-CAT) de 2009; y (3) referencias bibliográficas.

DISCUSIÓN

Este estudio presenta una estimación del número de trabajadores expuestos a agentes cancerígenos en Cataluña en 2009, para cada agente concreto. No se ha podido estimar el número de trabajadores expuestos por sector de actividad, y en consecuencia el número total de trabajadores expuestos en Cataluña, al no poder aplicarse los factores de corrección de multiexposición disponibles en CAREX ESP 2007. Estos factores están disponibles para sectores de actividad de la CNAE 1993 rev1, que, una vez transformados en sectores de la CCAE 2009, pueden desdoblarse en más de una categoría de actividad (por ejemplo, el sector de construcción es el código 45 de la CNAE 1993 rev1, pero se corresponde con tres códigos distintos del CCAE 2009: 41, 42 y 43), y no es posible saber si, en estos casos, puede aplicarse correctamente a todas las categorías correspondientes de la CCAE 2009. En todo caso, resulta evidente la importancia de las exposiciones a agentes cancerígenos, que

están presentes en el sistema CAREX ESP 2007 en más de 90 actividades económicas distintas (códigos a nivel de divisiones o de grupos).

Los resultados obtenidos no pueden compararse con el estudio de Cataluña de 1980⁹, porque éste únicamente indicaba los municipios en los que había plantas productoras de agentes químicos cancerígenos. Respecto a los resultados del estudio de CANOCAT¹⁰, cabe destacar que en todas las estimaciones de población expuesta a agentes o grupos de agentes concretos, los valores de 1990 son superiores a los de 2009, destacando las aminas aromáticas (1,1% expuestos en 1990, y menos de un 0,01% en 2009), cloruro de vinilo (0,2% en 1990 y < 0,01% en 2009) y las radiaciones ionizantes (0,66% en 1990 vs un 0,08% en 2009). Al margen del caso de las aminas aromáticas, cuya reducción de población expuesta probablemente va ligada a la prohibición de su uso establecida en el Real Decreto 374/2001³⁷, estas comparaciones resultan difíciles de interpretar debido a diferencias metodológicas, ya que el estudio de CANOCAT trabaja

exclusivamente con información bibliográfica, y al número de agentes cancerígenos utilizados, muy inferior en este trabajo pionero, que además no incluye a los agentes más importantes del sistema CAREX, tales como radiación solar, sílice cristalina, humos de motor diesel, radón, y polvo de madera.

De la comparación de los resultados obtenidos aquí con los publicados para España en el año 2000¹¹, destaca la desaparición actual del humo de tabaco (pasivo-ambiental), cuando en el año 2000 era el segundo agente con más trabajadores expuestos, debido a la aprobación de la Ley 28/2005³⁸ y su posterior modificación del año 2010³⁹, que ha reducido considerablemente la presencia de este contaminante en los lugares de trabajo⁴⁰.

Respecto a la valoración de la adecuación de la utilización de los datos de CAREX ESP 2007 aplicados a Cataluña, hay que destacar la importancia de los agentes para los que la estimación de población expuesta, basada principalmente en datos finlandeses, podría no ser correcta, al depender de parámetros ambientales locales (radiación solar, radón y sílice). La información disponible indica que el uso de datos de Finlandia podría sobreestimar la población expuesta a radón^{41,42} y polvo de sílice^{43,44} en Cataluña, e infraestimar la población expuesta a radiación solar⁴⁵. Para otro importante agente cancerígeno, el amianto, se ha constatado que los datos de Finlandia, plasmados en la matriz FINJEM, no se pueden aplicar directamente a la realidad española, por diferencias entre la situación de ambos países⁴⁶.

Junto con el importante número de situaciones de exposición detectadas que no se incluyen en el sistema CAREX ESP 2007, esto permite deducir que la población real expuesta a agentes cancerígenos en Cataluña durante el año 2009 podría diferir de la estimación aquí presentada, obtenida directamente mediante la extrapolación del sistema CAREX ESP 2007. Además, hay que considerar los agentes cancerígenos no incluidos en el sistema CAREX ESP 2007, por haber sido clasificados como 1 o 2A recientemente por la IARC, como el trabajo a turnos que implica disrupción circadiana, la radiación ultravioleta artificial, el polvo de cuero o los humos de freiduría.

La principal fortaleza de este trabajo, además de proporcionar una estimación actualizada de la población trabajadora expuesta a agentes cancerígenos en Cataluña, es haber sacado a la luz datos sobre exposición a agentes cancerígenos de esta población a partir de fuentes de información poco habituales o de difícil acceso. Esto ha permitido valorar, aunque sea parcialmente, la calidad de la estimación realizada, todavía dependiente en gran medida de extrapolaciones de Finlandia, y, de hecho, ha aportado información interesante para mejorar y enriquecer el sistema de información CAREX y plantear su desarrollo específico para Cataluña (CAREX CAT). También ha permitido identificar situaciones laborales que requieren una atención prioritaria de búsqueda de información.

Las principales limitaciones de este trabajo derivan de la calidad de la información obtenida. Así, aunque la información sobre exposiciones proporcionada por las actuaciones técnicas del Departament d'Empresa i Ocupació es fiable, cabe la posibilidad de que existan desviaciones, en algunos casos, en la atribución de códigos CNAE para empresas cuyas actividades no estaban suficientemente bien definidas en la información consultada. También puede haber desviaciones en la determinación de exposiciones del personal trabajador en empresas o sectores cuya única información disponible sea indirecta, como sucede con los datos de los registros consultados, en los que no es posible conocer las situaciones de exposición concretas. Otra limitación es que, al haber utilizado como población de referencia a la población afiliada a la Seguridad Social no se ha incluido al personal trabajador de la economía informal, por lo que los resultados aquí presentados podrían infraestimar la población trabajadora realmente expuesta.

A pesar de estas limitaciones, el resultado de este trabajo confirma la necesidad de desarrollar un sistema CAREX CAT, por parte de las instituciones competentes, basado en el CAREX ESP 2007, que se considera un punto de partida, cuyos datos permitan definir políticas preventivas, mediante la aportación de datos propios de Cataluña. Para ello, se propone, entre otras actuaciones, establecer programas de estudio de campo, con visitas técnicas a empresas seleccionadas, para documentar exposiciones laborales sobre agentes o grupos de agentes concretos, e información para determinar los factores de multiexposición, y también realizar estudios sobre los agentes cancerígenos vinculados al territorio por la geología o climatología locales (radón, sílice cristalina o radiación solar). También sería útil valorar la inclusión de determinados datos disponibles sobre contaminantes de algunos registros o bases de datos de organismos públicos para complementar la información sobre exposición laboral, o la creación de un registro de empresas en las que haya exposición a agentes cancerígenos, a modo del actualmente existente Registro de Empresas con Riesgo de Amianto (RERA). Igualmente, se considera importante colaborar con otras instituciones que han desarrollado sistemas CAREX o bases de datos similares, para intercambiar experiencia e información.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer su contribución a todas las personas y organismos que han facilitado información para la realización de este trabajo y, muy particularmente, a Sílvia Pitarque, por su colaboración en la transformación de CNAE 1993 rev 1 a CCAE 2009 y en las estimaciones poblacionales, y a Mayte Martín, por su lectura crítica del texto, ambas de la Subdirecció General de Seguretat i Salut Laboral, del Departament d'Empresa i Ocupació de la Generalitat de Catalunya.

BIBLIOGRAFÍA

- Doll R, Peto R. The causes of cancer: quantitative estimates of avoidable risks of cancer in the United States today. *J Natl Cancer Inst.* 1981; 66: 1191-1308.
- Kauppinen T, Toikkanen J, Pedersen D, Young R, Ahrens W, Boffetta P, et al. Occupational exposure to carcinogens in the European Union. *Occup Environ Med.* 2000; 57:10-18.
- Van Tongeren M, Jimenez AS, Hutchings SJ, MacCalman L, Rushton L, Cherrie JW. Occupational cancer in Britain. Exposure assessment methodology. *Br J Cancer.* 2012; 107 (Suppl 1): S18-S26.
- Generalitat de Catalunya. Estratègia i prioritats en el càncer a Catalunya. Pla Director d'Oncologia: Objectius 2009. Barcelona: Generalitat de Catalunya; 2008 [citado sep 2011]. Disponible en: <http://www20.gencat.cat/docs/cancer/MERY/RECTIFICAT/Pla%20director%202010.pdf>
- Generalitat de Catalunya. Canal salut: Càncer (página principal en Internet). Barcelona: Generalitat de Catalunya [citado sep 2011]. Disponible en: <http://www20.gencat.cat/portal/site/cancer/menuitem.301c31137848581ed91cb318b0c0e1a0/?vgnnextoid=f44599c143d73210VgnVCM1000000b0c1e0aRCRD&vgnnextchannel=f44599c143d73210VgnVCM1000000b0c1e0aRCRD>
- Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS). Impacto de las enfermedades de origen laboral en España (Informe actualizado abril 2009). Valencia: Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud; 2009.
- Orriols R, Costa R, Albanell M, Alberti C, Castejon J, Monso E, et al. Reported occupational respiratory diseases in Catalonia. *Occup Environ Med.* 2006; 63: 255-260.
- Alberti C, Benavides FG. Vigilancia epidemiológica de las posibles enfermedades laborales atendidas en la Atención Primaria de Salud. Casos notificados a la Unidad de Salud Laboral de Sabadell, 2001-2005. *Arch Prev Riesgos Labor.* 2007; 10 (3): 144-147.
- Turuguet D, Baselga M, Segarra F, Pou R, Bosch, FX. Carcinògens químics i treball a Catalunya. Llibre de l'XIè Congrés de metges i biòlegs de llengua catalana. 2ª Ponència: ambient i càncer. Reus; 1980. p. 153-167.
- Bernal X, Brossa J, López F, Turuguet D. Aproximación al riesgo carcinógeno ocupacional en Cataluña y aplicación somera de la metodología empleada en Euskadi. Libro de ponencias del I Congreso Vasco de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Bilbao: Departamento de Trabajo y Seguridad Social, Gobierno Vasco; 1990. p. 483-506.
- Kogevinas M, Maqueda J, De la Orden V, Fernández F, Kauppinen T, Benavides FG. Exposición a carcinógenos laborales en España: aplicación de la base de datos CAREX. *Arch Prev Riesgos Labor.* 2000; 3: 153-159.
- Mirabelli D. Stima del numero di lavoratori esposti a cancerogeni in Italia, nel contesto dello studio europeo CAREX. *Epidemiol Prev.* 1999; 23 (4): 346-359.
- Mirabelli D, Kauppinen T. Occupational exposures to carcinogens in Italy: an update of CAREX database. *Int J Occup Environ Health.* 2005; 11: 53-63.
- Cherrie JW, van Tongeren M, Semple S. Exposure to occupational carcinogens in Great Britain. *Ann Occup Hyg.* 2007; 51 (8): 653-664.
- Kauppinen T, Pajarskiene B, Podniece Z, Rjazanov V, Smerhovskiy Z, Veidebaum T, et al. Occupational exposure to carcinogens in Estonia, Latvia, Lithuania and the Czech Republic in 1997. *Scand J Work Environ Health.* 2001; 27 (5): 343-345.
- Partanen T, Chaves J, Wesseling C, Chaverri F, Monge P, Ruepert C, et al. Workplace carcinogen and pesticide exposures in Costa Rica. *Int J Occup Environ Health.* 2003; 9 (2): 104-111.
- Chaves J, Partanen T, Wesseling C, Chavarri F, Monge P, Ruepert C, et al. TICAREX: Exposiciones laborales a agentes químicos y plaguicidas en Costa Rica. *Arch Prev Riesgos Labor.* 2005; 8: 30-37.
- Blanco-Romero LE, Vega LE, Lozano-Chavarría L, Partanen T. CAREX Nicaragua and Panama: Worker exposures to carcinogenic substances and pesticides. *Int J Occup Environ Health.* 2011; 17 (3): 251-257.
- Setton E, Demers P, Hystad P, Cervantes-Larios A, Cheasley R, Chiarello S, et al. CAREX Canada – Development of a National Environmental Carcinogen Exposure Surveillance Tool. *Epidemiology.* 2011; 22 Suppl: 151-152.
- Peters CE, Nicol AM, Demers PA. Prevalence of exposure to solar ultraviolet radiation (UVR) on the job in Canada. *Can J Public Health.* 2012; 103 (3): 223-226.
- Falcone U, Gilardi L, Pasqualini O, Santoro S, Coffano E. Uso integrato di banchi dati per la mappatura di lavorazioni con esposizione a cancerogeni nella Regione Piemonte: l'esempio della formaldeide. *Med Lav.* 2010; 101 (2): 83-90.
- Driscoll T, Nelson DI, Steenland K, Leigh J, Concha-Barrientos M, Fingerhut M, et al. The global burden of disease due to occupational carcinogens. *Am J Ind Med.* 2005; 48 (6): 419-431.
- Kogevinas M, van der Haar R, Fernández F, Kauppinen T, Ferrer MM. CAREX-ESP. Sistema de información sobre exposición ocupacional a cancerígenos en España en el año 2004. (Base de datos de Microsoft Access). Barcelona: Instituto Municipal de Investigación Médica; 2007.
- Institut d'Estadística de Catalunya (Idescat) (página principal en Internet) [citado feb 2013]. Disponible en: <http://www.idescat.cat/Classif/?TC=4&V0=1&V1=87>.
- International Agency for Research on Cancer. Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1-100 [actualizado oct 2010] [citado oct 2010]. Disponible en: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/ClassificationsGroupOrder.pdf>
- Finnish Institute of Occupational Health. Definition of agents and exposure [citado jun 2011]. Disponible en: http://www.ttl.fi/en/chemical_safety/carex/Documents/Definition_of_agents_and_exposures.pdf
- Instituto Nacional de Estadística. Correspondencia CNAE-93 Rev. 1 con CNAE-2009 (página principal en Internet) [citado jun 2011]. Disponible en: <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=%2Ft40%2F&file=inebase&L=>
- García-Talavera M, Matarranz JLM, Salas R, Ramos L. A regulatory perspective on the radiological impact of NORM industries: the case of the Spanish phosphate industry. *J Environ Radioact.* 2011; 102: 1-7.
- Departament de Treball. Riscos radiològics de l'ús d'electrodes de tungstè amb tori en la soldadura per arc. Barcelona: Generalitat de Catalunya; 2009.
- Fischer G, Dott W. Relevance of airborne fungi and their secondary metabolites for environmental, occupational and indoor hygiene. *Arch Microbiol.* 2003; 179: 75-82.
- International Agency for Research on Cancer. Vol. 69. Polychlorinated Dibenzo-*para*-dioxins and Polychlorinated Dibenzofurans. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Lyon: International Agency for Research on Cancer; 1997.
- Oregon OSHA, CROET. Keratin-Based Hair Smoothing Products And The Presence of Formaldehyde (página principal de Internet) [citado jun 2011]. Disponible en: http://www.oro-sha.org/pdf/Final_Hair_Smoothing_Report.pdf.
- Rao CY, Fink RC, Wolfe LB, Liberman DF y Burge HA. A study of aflatoxin production by *Aspergillus flavus* growing on wallboard. *J Am Biolog Safety Assoc.* 1997; 2: 36-42.
- Ren P, Ahearn DG, Crow SA. Comparative study of *Aspergillus* mycotoxin production on enriched media and construction material. *J Ind Microbiol Biotechnol.* 1999; 23: 209-213.
- Hedayati MT, Pasqualotto AC, Warn PA, Bowyer P, Denning DW. *Aspergillus flavus*: human pathogen, allergen and mycotoxin producer. *Microbiology.* 2007. 153: 1677-1692.

36. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Committee Activities and Reports. Guidelines for the assessment of bioaerosols in the indoor environment. Cincinnati: American Conference of Governmental Industrial Hygienists; 1989.
37. Real Decreto sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. RD N° 374/2001 (1 may 2001).
38. Ley de medidas sanitarias frente al tabaquismo y reguladora de la venta, el suministro, el consumo y la publicidad de los productos del tabaco. L. N° 28/2005 (27 dic 2005).
39. Ley por la que se modifica la Ley 28/2005, de 26 de diciembre, de medidas sanitarias frente al tabaquismo y reguladora de la venta, el suministro, el consumo y la publicidad de los productos del tabaco. L. N° 42/2010 (31 dic 2010).
40. López MJ, Fernández E, Pérez-Ríos M, Martínez-Sánchez JM, Schiaffino A, Galán I, et al. Evaluación del impacto de la Ley 42/2010 en la exposición al humo ambiental del tabaco en la hostelería. Informe final. Barcelona: Grupo de Trabajo en tabaquismo de la Sociedad Española de Epidemiología; 2012.
41. Mjones L, Arvela H, Finne I, Strand T, Ulbak K. Recommendations for radon in dwellings in the Nordic countries: Background. Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK), Statens Institut for Strålebeskyttelse (Sundhedsstyrelsen), Swedish Radiation Safety Authority (Strål säkerhets myndigheten), Norwegian Radiation Protection Authority (Statens strålevern), Icelandic Radiation Protection Authority (Geislavarnir ríkisins); 2009 [citado oct 2013]. Disponible en: http://www.sst.dk/publ/Publ2009/SIS/Radon/Nordic_radon_recommendations_background_15-09-2009.pdf
42. García-Talavera M, García-Pérez A, Rey C, Ramos L. Mapping radon-prone areas using γ -radiation dose rate and geological information. J Radiol Prot. 2013; 33: 605-620.
43. Museo Sueco de Historia Natural de Estocolmo (página principal en Internet). Geology of Fennoscandia. Estocolmo: Naturhistoriska riksmuseet [citado oct 2013]. Disponible en: http://www.nrm.se/english/researchandcollections/researchdivision/laboratoryforisotopegeology/moreaboutisotopegeology/geologyoffennoscandia.291_en.html
44. Cartoteca Digital (página principal en Internet). Mapa geològic de Catalunya 1:250.000 2ª ed. Barcelona: Institut Cartogràfic de Catalunya [citado oct 2013]. Disponible en: <http://cartotecadigital.icc.cat/cdm/singleitem/collection/catalunya/id/2143/rec/3>
45. Pääkkonen R, Korpinen L, Gobba F. Examples of UV Measurements under 400 kV Powerlines in Finland. Progress In Electromagnetic Research Symposium Proceedings. Estocolmo: PIERS Proceedings; 2013. p. 1640-1643.
46. González-Galarzo MC, García AM. Estimación de los niveles de exposición laboral a una selección de agentes químicos (formaldehído y amianto) incluidos en la matriz empleo-exposición española en la fase piloto del proyecto MatEmEsp. Centro de Investigación en Salud Laboral (CISAL), Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS); 2010 [citado oct 2013]. Disponible en: http://www.upf.edu/cisal/_pdf/Infome_agentes_quimicos.pdf