



# MANUAL DE AGENTES CARCINÓGENOS

DE LOS GRUPOS 1 Y 2A DE LA IARC, DE  
INTERÉS OCUPACIONAL PARA COLOMBIA

María Teresa Espinosa Restrepo  
Martha Patricia Rojas Hurtado  
Marta Luz Bernal Camacho  
Álvaro Araque García  
Melba Vélez Osorio  
José Manuel López Camargo

“Por el control del cáncer”

Bogotá, D.C., julio de 2006



**DIEGO PALACIO BETANCOURT**

Ministro de la Protección Social

**INSTITUTO NACIONAL DE CANCEROLOGÍA, E.S.E.**

**Carlos Vicente Rada Escobar**

Director General

**Raúl Hernando Murillo Moreno**

Subdirector de Investigaciones,  
Vigilancia Epidemiológica,  
Promoción y Prevención

**Alejandro Garrido Serrano**

Subdirector Médico y de Docencia

**Víctor Hugo Castellanos Herrera**

Subdirector Administrativo y Financiero

**María Teresa Espinosa Restrepo**

Médica, especialista en Salud Ocupacional, experta universitaria en Toxicología; coordinadora, Grupo de Matrices de Exposición Laboral (MEL); directora, especialización en Salud Ocupacional, Universidad El Bosque.

**Martha Patricia Rojas Hurtado**

Nutricionista dietista, magíster en Epidemiología,  
Grupo de Investigación Epidemiológica,  
Instituto Nacional de Cancerología, E.S.E.

**Marta Luz Bernal Camacho**

Médica, especialista en Salud Ocupacional,  
consultora en Salud Ocupacional

**Álvaro Araque García**

Ingeniero químico, especialista en Higiene Industrial,  
consultor en Higiene Industrial

**Melba Vélez Osorio**

Química, magíster en Química Analítica, especialista en Higiene Industrial, consultora en Higiene Industrial

**José Manuel López Camargo**

Ingeniero químico, magíster en Higiene y Seguridad Industrial, docente en los postgrados de Salud Ocupacional e Higiene Industrial, Universidad El Bosque, consultor en higiene industrial

**Carlos Arturo Hernández Ch.**

Revisión y corrección de estilo

## Agradecimientos

Al doctor Carlos Efraín Cortés Sánchez y a la ingeniera Ingrid Regina Alfaro López, por sus aportes en la revisión de algunos agentes químicos, mezclas de sustancias y circunstancias de exposición.

A los doctores Carolina Gómez Posso, Andrea Hernández Rodríguez y Andrés Ignacio Vecino Ortiz, por su apoyo técnico en la revisión de algunos agentes biológicos, físicos y químicos, la organización de la bibliografía y la diagramación inicial de los textos.

Al ingeniero agrónomo Alfredo Ramos Ángel, por su contribución en lo referente al uso y la producción de plaguicidas en el ámbito nacional.

La elaboración de este manual, como uno de los productos del estudio "Cáncer ocupacional en Colombia", fue posible gracias al apoyo económico recibido de Colciencias (contrato Colciencias-INC N° 546-2002, código del proyecto N° 2101-04-13019), la carrera Terry Fox-Colombia, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y el Ministerio de Hacienda y Crédito Público de Colombia (recursos de inversión de la nación años 2004 y 2005, rubros presupuestales N° 4103039-5 y 41030310-12, respectivamente).

# Contenido

<b>Introducción</b>	<b>8</b>
1. Clasificación de los agentes carcinógenos	<b>9</b>
2. Generalidades sobre el cáncer ocupacional	<b>12</b>
3. Importancia del cáncer como posible enfermedad profesional en Colombia	<b>14</b>
4. Generalidades sobre el marco legal nacional, referente a la exposición a carcinógenos en los ambientes laborales	<b>15</b>
5. Sistemas de información en Colombia relacionados con el cáncer ocupacional	<b>16</b>
6. Criterios de selección de los agentes carcinógenos	<b>18</b>
7. ¿Cómo utilizar este manual?	<b>36</b>
Bibliografía consultada	<b>90</b>
Bibliografía referenciada	<b>95</b>

## Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> Tasas de incidencia de neoplasias malignas por sexo. Registro Poblacional de Cáncer de Cali, 1992-1996.	<b>13</b>
<b>Tabla 2.</b> Agentes carcinógenos de los grupos 1 y 2A de la IARC, clasificados con base en los criterios de inclusión definidos para el manual y la MEL. Febrero de 2006.	<b>20</b>
<b>Tabla 3.</b> Agentes carcinógenos biológicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.	<b>40</b>
<b>Tabla 4.</b> Agentes carcinógenos físicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.	<b>41</b>
<b>Tabla 5a.</b> Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A. <i>Nombre del agente, No. CAS, ruta de exposición y cáncer asociado.</i>	<b>42</b>
<b>Tabla 5b.</b> Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A. <i>Familia química, fórmula química, sinónimo, descripción física y propiedades fisicoquímicas de interés toxicológico.</i>	<b>47</b>
<b>Tabla 5c.</b> Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A. <i>Usos, principales industrias y exposición ocupacional.</i>	<b>58</b>
<b>Tabla 6.</b> Características específicas y ocupacionales de las mezclas carcinógenas seleccionadas, IARC, grupos 1 y 2A.	<b>76</b>
<b>Tabla 7.</b> Características específicas y ocupacionales de las circunstancias de exposición carcinógenas seleccionadas, IARC, grupos 1 y 2A.	<b>83</b>

## Presentación

Desde la perspectiva epidemiológica, para explicar la etiología de los distintos cánceres que pueden aquejar al ser humano, se han construido múltiples modelos causales. Definir al cáncer como enfermedad profesional, amerita establecer la relación existente entre el cáncer que presenta el individuo y la exposición ambiental laboral a ciertos agentes identificados como carcinógenos en humanos, los cuales se constituyen en causa necesaria para el desarrollo de la enfermedad según la frecuencia, la intensidad y la duración de la exposición, las condiciones mismas del trabajo, la vía de ingreso de éstos al organismo y los hábitos de higiene personal, entre otros.

De acuerdo con el *Informe de enfermedad profesional en Colombia, 2001-2002*, elaborado por el Ministerio de la Protección Social, nuestro país no dispone de estadísticas sobre el “cáncer de origen ocupacional”, enfermedad incluida en la tabla de enfermedades profesionales adoptada para Colombia según el Decreto 1832 del 3 de agosto de 1994. Lo anterior posiblemente es el resultado del desconocimiento existente en el ámbito nacional respecto a los factores de riesgo ocupacionales de mayor asociación con dicha enfermedad, las poblaciones laborales con mayor riesgo de desarrollar el evento y las técnicas diagnósticas que deben emplearse para su detección, estas últimas aunadas a la dificultad en su implementación por diversas razones. Esta situación es similar en los diferentes países de América Latina y hace imposible recomendar, orientar y ejecutar las medidas preventivas de mayor impacto en la reducción de la incidencia de cáncer en las poblaciones laboralmente expuestas.

Desde el año 2003, el Instituto Nacional de Cancerología (INC), Empresa Social del Estado (E.S.E.), emprendió la ejecución de la investigación *Cáncer ocupacional en Colombia*, con el objeto de describir las características sociodemográficas, laborales, de

salud y del estilo de vida, de pacientes con cánceres primarios reconocidos en el ámbito internacional por su relación con la exposición a diversos agentes carcinógenos ocupacionales de distinta naturaleza. Como parte de esta investigación, el INC, con la colaboración de la Universidad El Bosque, elaboró el presente manual de agentes carcinógenos y diseñó la primera matriz de exposición laboral (MEL) a agentes carcinógenos (publicación independiente), ambos de interés ocupacional y específicos para Colombia.

Este manual compila información referente a las características propias de los agentes carcinógenos seleccionados de los grupos 1 y 2A de la *International Agency for Research on Cancer (IARC)* (Agencia Internacional para la Investigación en Cáncer) y las industrias y ocupaciones que conllevan riesgo de enfermar por cáncer, básica para la construcción y comprensión de los contenidos de la matriz de exposición laboral. Además, este material reviste utilidad para otros profesionales en el campo de la salud ocupacional, los oncólogos, las administradoras de riesgos profesionales, las entidades promotoras de salud y las inspecciones de trabajo, entre otros.

En asocio con la Dirección de Riesgos Profesionales del Ministerio de la Protección Social, la Dirección del INC ha decidido apoyar en un futuro la publicación de nuevas ediciones de este manual, que actualicen y complementen los contenidos aquí presentados.

Sea bienvenido el uso de este texto en nuestro medio, como una herramienta de consulta en los procesos de diagnóstico del cáncer ocupacional y en la elaboración de programas de promoción de la salud y prevención de la enfermedad en los trabajadores colombianos.

CARLOS VICENTE RADA ESCOBAR  
Director General

## Summary

In order to understand the etiology of cancer from an epidemiological perspective, several causal models have been designed. The establishment of a relationship between cancer and some labour exposures is essential to determine the cancer as an occupational disease. These exposures are a necessary condition to develop the disease and the final result depends on frequency, intensity, route and length of exposure as well as labour environment and lifestyles.

According to the *Informe de enfermedad profesional en Colombia, 2001-2002*, developed by the Ministerio de Protección Social, statistics on occupational cancer are not yet available in Colombia despite its inclusion in *Tabla de enfermedades profesionales para Colombia* in 1994 (*Decreto 1832 de 1994*). Probably, this is the result of both a deep unawareness of the relationship between cancer and some occupational factors and environments, and the lack of knowledge about the diagnostic techniques required. These issues have brought about the current lack of registration of occupational cancer, not only in Colombia, but throughout Latin America. This fact makes impossible to design, to address and to implement preventive measures with high impact for those who remain exposed to occupational carcinogens.

Since 2003, the *Instituto Nacional de Cancerología* (INC), E.S.E. started up the research project "Occupational cancer in Colombia" with the aim of describing

the labour environment as well as previous health status, lifestyle and sociodemographic characteristics of patients undergoing some cancers which have been assumed to be related to a wide range of occupational exposures. On the basis of this research, the INC together with *Universidad El Bosque*, designed this manual of carcinogenic agents and the first job exposure matrix (JEM) to carcinogenic agents in Colombia, independent publication.

This manual has been designed comprises information both regarding the selected carcinogen agents' characteristics from groups 1 and 2A, from the *International Agency for Research on Cancer* (IARC) and the risky industries and jobs, which is basic information on designing the job exposure matrix. Moreover, this manual is a useful tool for all workers on occupational health, oncologists, insurers and labour inspectorates.

The INC General Director along with the *Dirección de Riesgos Profesionales* of Ministerio de la Protección Social have decided to support futures editions of this manual in order to update all information concerning occupational exposures and cancer.

I hope that you will find this manual useful as a guide in the diagnosis process of occupational cancer and in the development of health promotion programs and prevention of disease.

CARLOS VICENTE RADA ESCOBAR  
GENERAL DIRECTOR

## Introducción

La información presentada en este manual corresponde principalmente a los resultados de las monografías desarrolladas por la *International Agency for Research on Cancer* (IARC), dependencia de la Organización Mundial de la Salud (OMS), según las cuales se clasifican diversos agentes de acuerdo con su potencial carcinógeno para los seres humanos y los animales. Dado que esta agencia trabaja de forma continua en nuevas evaluaciones de los agentes, algunos de los agentes incluidos en este manual podrían ser reclasificados en otras categorías diferentes a las actuales, lo que amerita revisar periódicamente la página web de la IARC ([www.iarc.fr](http://www.iarc.fr)).

De los 161 agentes clasificados por la IARC en los grupos 1 (95 agentes) y 2A (66 agentes), a febrero de 2006, fueron seleccionados como de interés para incluir en este manual, aquellos que cumplieran con tres parámetros: estar reportado por la IARC como asociado con alguno de los cánceres objeto de estudio, estar registrado en el sistema “*Carcinogen Exposure* (CAREX)” como relacionado con exposición laboral y estar presente en los ambientes laborales colombianos.

Al aplicar los tres criterios anteriores se excluyeron 101 agentes y de los 60 agentes seleccionados, de acuerdo con su naturaleza, se encontraron 4 agentes biológicos, 1 físico, 35 químicos, 7 mezclas y 13 circunstancias de exposición, 33 de los cuales se clasifican en el grupo 1 y 27 en el grupo 2A de la IARC.

Este manual se constituye, entonces, en un documento de referencia y consulta para aquellos interesados en el cáncer ocupacional, tanto en su diagnóstico como en su prevención en el ámbito nacional; además, este manual forma parte del soporte técnico para

la elaboración de la matriz de exposición laboral (MEL) a agentes carcinógenos de los grupos 1 y 2A de la IARC, de interés ocupacional para Colombia.

Inicialmente, en los capítulos del 1 al 5 se presentan aspectos teóricos relacionados con la clasificación de los agentes carcinógenos por la IARC, generalidades sobre el cáncer ocupacional, la importancia del cáncer como posible enfermedad ocupacional, el marco legal nacional referente a la exposición a carcinógenos en los ambientes laborales y los sistemas de información en Colombia respecto al cáncer ocupacional.

En el capítulo 6 se presentan los criterios de selección de los agentes, los cuales se consignan en una tabla, que además incluye la referencia bibliográfica correspondiente a las monografías de la IARC. En el capítulo 7 se presenta la guía para el uso de una serie de tablas en las que se describen, de manera específica para cada agente, los siguientes aspectos: el grupo de la IARC al que pertenece, las características inherentes al mismo según su naturaleza, el cáncer asociado (tanto en humanos como en animales) y las características de la exposición ocupacional –en particular, las actividades económicas, los procesos productivos, las operaciones, los oficios y otras circunstancias con exposición ocupacional potencial a estos agentes–, lo cual le permite al lector integrar la información sobre agente-cáncer-ocupación.

Futuras actualizaciones del manual podrán incluir otras neoplasias con sus agentes carcinógenos relacionados, ya sea que dichos agentes estén clasificados en los grupos 1, 2A o 2B de la IARC, según los avances científicos.

## Clasificación de los agentes carcinógenos (1)



Distintas entidades han definido criterios para establecer categorías del efecto carcinógeno de diferentes agentes. Todas ellas tienen en cuenta los aspectos epidemiológicos y toxicológicos y los estudios de los mecanismos de acción. Algunas de estas entidades son la IARC, la *American Conference of Governmental Industrial Hygiene*, ACGIH (Conferencia Gubernamental Americana de Higienistas Industriales) y la *Environmental Protection Agency*, EPA (Agencia de Protección del Medio Ambiente); estas dos últimas, de los Estados Unidos.

La ACGIH, además de los estudios epidemiológicos y toxicológicos, utiliza sofisticados modelos matemáticos para extrapolar el riesgo en la población trabajadora y, aunque sus criterios de clasificación son similares a los de la IARC, los agrupa en categorías de A1 (confirmado carcinógeno para humanos) hasta A5 (no se sospecha como carcinógeno para humanos). La EPA está enfocada, principalmente, a la población general, cuyos niveles de exposición a estos agentes carcinógenos son diferentes a los de la población trabajadora. Por lo tanto, para clasificar los agentes carcinógenos de interés para Colombia, se seleccionó la clasificación descrita por la IARC dado que es una dependencia de una entidad internacional como la Organización Mundial de la Salud, está dedicada a la investigación del cáncer y tiene, como parte de sus criterios, estudios realizados en población trabajadora.

La IARC clasifica la probabilidad de ser carcinógeno de diferentes agentes biológicos, físicos, químicos, mezclas de sustancias y cir-

cunstancias de exposición, con base en los resultados combinados de pruebas in vitro, estudios en animales de experimentación, estudios epidemiológicos en humanos (específicamente, se tienen en cuenta tres tipos de éstos: cohortes, casos y controles, y ecológicos) y otros datos relevantes, cuyos resultados son estadísticamente significativos. Algunas veces se revisan series de casos.

De cada estudio se evalúa su diseño metodológico, el control de posibles sesgos y variables de confusión, los métodos estadísticos empleados para estimar las medidas de asociación, la obtención de tasas e intervalos de confianza, la aplicación de pruebas de significación estadística y la interpretación de los resultados. Además, realiza un análisis detallado sobre los riesgos absolutos y relativos respecto a variables como la edad de la primera exposición, el tiempo desde la primera exposición, la duración de la exposición, la exposición acumulada y el tiempo desde que cesó la exposición.

Respecto a los datos de exposición a los agentes, las monografías de la IARC recopilan la información disponible sobre: exposición actual y pasada, fuentes de exposición en individuos con mayor probabilidad de exposición, propiedades físicas, niveles de exposición ocupacional, producción, usos y frecuencia en el caso de agentes físicos y químicos. Para los agentes biológicos se incluyen su estructura, métodos de detección y epidemiología de la enfermedad. En algunos casos se tienen en cuenta los hábitos culturales (por ejemplo, consumo de cigarrillo o alcohol) que puedan afectar el comportamiento del agente.

Después de evaluar la calidad de los estudios, la IARC emite un concepto con respecto a la solidez de la evidencia sobre el agente, la mezcla o la circunstancia de exposición y su capacidad carcinógena para los humanos.

Si se están evaluando agentes para los cuales existe suficiente evidencia de efecto carcinógeno en animales de experimentación pero no se dispone de datos adecuados en humanos, los grupos de expertos tienen en cuenta el mecanismo de acción del agente y otros datos relevantes, con el fin de emitir un juicio sobre el potencial carcinógeno de dichos agentes en los humanos.

En las monografías de la IARC, un agente es definido como "carcinógeno" si produce un incremento en la incidencia de neoplasias malignas, ya sea reduciendo su tiempo de latencia o incrementando su gravedad o su capacidad de multiplicación.

Según la IARC, los grupos de agentes carcinógenos se clasifican así:

#### GRUPO 1

El agente (mezcla) es *carcinógeno para los seres humanos*. La circunstancia de exposición exige exposiciones que son carcinógenas para los seres humanos.

Esta categoría se usa cuando existe *suficiente evidencia de ser carcinógeno* en humanos. Excepcionalmente, un agente puede ser clasificado como perteneciente al grupo 1 cuando la evidencia de su efecto carcinógeno en humanos es menos que *suficiente* pero hay *evidencia suficiente del efecto carcinógeno* en animales de experimentación y fuerte eviden-

cia en humanos expuestos de que los agentes actúan a través de un mecanismo relevante para el origen del cáncer.

#### GRUPO 2 (dos clasificaciones):

**Grupo 2A.** El agente (mezcla) es *probablemente carcinógeno para los seres humanos*. La circunstancia de exposición exige exposiciones que son probablemente carcinógenas para los seres humanos.

Esta categoría se usa cuando hay *limitada evidencia de efecto carcinógeno* en humanos y *suficiente evidencia de efecto carcinógeno* en animales de experimentación. En algunos casos, un agente puede ser clasificado en esta categoría cuando hay *inadecuada evidencia de efecto carcinógeno* en humanos y *suficiente evidencia de efecto carcinógeno* en animales de experimentación, a la vez que fuerte evidencia de que el origen del cáncer es mediado por un mecanismo que, también, opera en humanos. Excepcionalmente, un agente puede ser clasificado en esta categoría solamente sobre la base de *limitada evidencia de efecto carcinógeno* en humanos.

Por otro lado, un agente puede ser asignado a esta categoría si, de acuerdo con su mecanismo de acción, éste claramente pertenece a una clase de agentes de los cuales uno o más miembros han sido clasificados en los grupos 1 o 2A.

**Grupo 2B.** El agente (mezcla) es *posiblemente carcinógeno para los seres humanos*. La circunstancia de exposición exige exposiciones que son posiblemente carcinógenas para los seres humanos.

Esta categoría se usa para agentes sobre los cuales hay *limitada evidencia de efecto carcinógeno* en humanos y menos que *suficiente evidencia de efecto carcinógeno* en animales de experimentación. Esta categoría también es usada cuando hay *inadecuada evidencia de efecto carcinógeno* en humanos pero hay *suficiente evidencia de efecto carcinógeno* en animales de experimentación. En algunas circunstancias, un agente puede ser clasificado en este grupo si para éste hay *inadecuada evidencia de efecto carcinógeno* en humanos y menos que *suficiente evidencia de efecto carcinógeno* en animales de experimentación, a la vez que existe evidencia que soporte, desde el punto de vista de su mecanismo de acción o de otros datos relevantes, su relación causal con la enfermedad. Un agente puede ser clasificado en esta categoría solamente sobre la base de fuerte evidencia sobre su mecanismo de acción y de otros datos relevantes.

### GRUPO 3

El agente (mezcla o circunstancia de la exposición) *no es clasificable en cuanto a su efecto carcinógeno para los seres humanos*.

Esta categoría se usa con mayor frecuencia para agentes para los cuales la evidencia de efecto carcinógeno es *inadecuada* en humanos e *inadecuada o limitada* en animales de experimentación.

Excepcionalmente, algunos agentes para los cuales la evidencia de efecto carcinógeno es *inadecuada* en humanos pero es *suficiente* en animales de experimentación, pueden ser clasificados en esta categoría cuando hay

fuerte evidencia de que los mecanismos de su efecto carcinógeno en animales de experimentación no operan igual en los humanos.

Los agentes que no entran en ninguna otra categoría, también se clasifican en esta categoría. Sin embargo, el que un agente pertenezca a este grupo no es determinante de su falta de efecto carcinógeno o de su seguridad absoluta. Usualmente, cuando un agente es clasificado en el grupo 3, significa que se necesita más evidencia, especialmente cuando las exposiciones son muy frecuentes o cuando los datos de cáncer pueden llevar a interpretaciones diversas.

### GRUPO 4

El agente (mezcla o circunstancia de la exposición) *probablemente no es carcinógeno para los seres humanos*.

Esta categoría se usa para agentes para los cuales hay *evidencia que sugiere falta de efecto carcinógeno* en humanos y en animales de experimentación. En algunas circunstancias, los agentes para los cuales hay *evidencia inadecuada de efecto carcinógeno* en humanos pero *evidencia que sugiere no ser carcinógeno* en animales de experimentación, en forma consistente y con soporte sólido de una amplia gama de datos sobre los mecanismos de acción y otros datos relevantes, el agente, mezcla o circunstancias de exposición puede ser clasificado en este grupo.

Para consultar la clasificación completa y sus actualizaciones, consulte la página web de la IARC ([www.iarc.fr](http://www.iarc.fr)) y busque en las bases de datos <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/allmonos90.php> ó <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/index.php>

# 2

## Generalidades sobre el cáncer ocupacional

Se estima que uno de cada dos o tres individuos en el mundo industrializado desarrolla algún tipo de cáncer en su vida. Se piensa que la mayor parte de los cánceres en adultos se debe a la combinación de factores que incluyen exposición ambiental a carcinógenos y estilos de vida inapropiados (2,3).

Se han reconocido cánceres específicos dentro de las poblaciones trabajadoras en ciertas industrias, así como las propiedades carcinógenas de numerosas sustancias a las cuales está expuesto el hombre, lo que ha permitido fundamentar la hipótesis de un mecanismo químico relevante para el origen de algunos cánceres en humanos, lo cual lleva al convencimiento de que los factores ambientales, entre ellos, los ocupacionales, son responsables de un gran porcentaje de dichos tumores (4).

El cáncer profesional es una forma de toxicidad retardada, producto de la exposición acumulada a agentes carcinógenos en el lugar de trabajo, de muy graves consecuencias clínicas y que ocupa un lugar de privilegio en la historia de la investigación sobre el cáncer, ya que proporcionó los primeros ejemplos de cánceres en los que se podía reconocer su etiología, inicialmente en términos de exposiciones profesionales y, más tarde, según agentes carcinógenos específicos (2,5).

La investigación del cáncer ocupacional en el mundo ha sido tímidamente abordada a pesar de que comenzó hace más de dos siglos con las observaciones de Percivall Pott, quien en 1775 describió la presencia de carcinoma escamocelular de escroto en los deshollinadores de chimeneas de Londres. Posteriormente, en 1895, el cirujano alemán Rehn reportó va-

rios casos de cáncer de vejiga en trabajadores de industrias manufactureras de pinturas a base de alquitrán. Después de 1950 se reportaron varios casos de cáncer pulmonar y de piel en trabajadores expuestos al arsénico. En la década de 1970 se comprobó la relación causal entre angiosarcoma hepático y exposición a cloruro de vinilo. Sólo hasta 1990 se empezó a estudiar formalmente la asociación entre cáncer y exposición laboral en Europa (6).

En los humanos, el período de latencia varía de un mínimo de 4-6 años para leucemias inducidas por radiación, hasta quizá 40 o más años para algunos casos de mesoteliomas inducidos por asbesto. Sin embargo, en la mayoría de los tumores el intervalo está alrededor de 12 a 15 años (2).

Al revisar la literatura disponible sobre la incidencia o mortalidad por cáncer ocupacional, para 1999 (7) se estimó que en el mundo ocurrían anualmente 11'000.000 de casos de enfermedades ocupacionales (700.000 muertes), y la incidencia de cáncer (estimada mediante el método indirecto) correspondía a una cifra de 191.000 casos nuevos por año. Otro artículo indica que los factores de riesgo ocupacionales son responsables de 18,6 años de vida ajustados por discapacidad (AVISA) por cada 1.000 personas de la población trabajadora (8).

Para la selección de los agentes carcinógenos incluidos en este manual, se tuvieron en cuenta las neoplasias que habían sido seleccionadas en el 2002 como de interés para la investigación "Cáncer ocupacional en Colombia" -a cargo del INC-, con base, entre otros, en las tasas de incidencia por 100.000

Orden	Sitio anatómico	Tasa de incidencia Por 100.000 Habitantes	
		Masculino	Femenino
1	Próstata	20,1	No aplica
2	Mama	Sin dato	18,6
3	Estómago	15,8	9,4
4	Cuello uterino	No aplica	15,6
5	Pulmón	10,8	4,6
6	Colon y recto	6,4	6,9
7	Leucemia	5,2	3,9
8	Ovario	No aplica	4,8
9	Linfoma	4,4	2,9
10	Tiroides	Sin dato	3,8
11	Cuerpo uterino	No aplica	3,1
12	Vejiga urinaria	3,1	Sin dato
13	Sistema nervioso central	3,1	Sin dato
14	Laringe	2,4	Sin dato
15	Páncreas	2,3	Sin dato

**Tabla 1.** Tasas de incidencia de neoplasias malignas por sexo. Registro Poblacional de Cáncer de Cali, 1992-1996.

habitantes y por sexo, reportadas por el Registro Poblacional de Cáncer (RPC) de Cali para el período 1992-1996 (9) (tabla 1).

De las 10 neoplasias con mayores tasas de incidencia por sexo, se excluyeron del estudio los tumores malignos de mama, estómago, cuello uterino, ovario, cuerpo uterino, sistema nervioso central y páncreas, por no encontrarse descrita en la literatura internacional una fuerte evidencia de asociación con la exposición laboral, en tanto que sí se incluyeron los tumores de riñón, hígado y pleura que, a pesar de su muy baja frecuencia relativa, tienen reconocida relación con agentes carcinógenos presentes en los ambientes laborales (10-11). No se incluyeron en el estudio los tumores de la piel diferentes al melanoma, dado que su principal causa son los factores ambientales y no los de origen

ocupacional; sin embargo, los médicos deben definir si es pertinente clasificarlos como de origen profesional cuando se presenten en personas que realizan trabajos al aire libre o tienen contacto frecuente con algunos hidrocarburos policíclicos aromáticos.

Desde la perspectiva de la salud pública, el reconocimiento de los agentes carcinógenos ocupacionales ha permitido sentar las bases para la prevención primaria del cáncer mediante la modificación de la exposición a los factores identificados. Dicha modificación puede implicar la eliminación del uso de un carcinógeno, la reducción de la exposición a éste, el aumento de la exposición a agentes protectores o la combinación de dichas estrategias, las cuales pueden lograrse mediante el establecimiento y la ejecución de recomendaciones técnicas para un trabajo seguro.

# 3

## Importancia del cáncer como posible enfermedad profesional en Colombia

El Decreto 1295 del 27 de junio de 1994, en su artículo 11, define a la enfermedad profesional como “todo estado patológico permanente o temporal que sobrevenga como consecuencia obligada y directa de la clase de trabajo que desempeña el trabajador, o del medio en que se ha visto obligado a trabajar, y que haya sido determinada como enfermedad profesional por el gobierno nacional”.

El Decreto 1832 del 3 de agosto de 1994 adoptó la *Tabla de enfermedades profesionales*, dentro de la cual incluye al *cáncer de origen ocupacional* en el ítem 41. Para el establecimiento de la relación causa-efecto entre la exposición previa a factores de riesgo presentes en las empresas y el desarrollo posterior de una enfermedad determinada, este mismo decreto exige identificar: 1) la presencia de un factor de riesgo causal-ocupacional en el sitio de trabajo en el cual estuvo expuesto el trabajador, y 2) la presencia de una enfermedad diagnosticada médicamente, relacionada causalmente con ese factor de riesgo.

Cabe resaltar que en la tabla de enfermedades profesionales, respecto al cáncer de origen ocupacional, no se especifican los tipos histológicos ni las localizaciones anatómicas de éste que pueden ser considerados de tal índole, a la vez que no se precisan los criterios para su diagnóstico. Lo anterior explica en parte por qué el *Informe de enfermedad profesional en Colombia, 2001-2002* (12), no incluye dentro de los 10 principales diagnósti-

cos al cáncer ocupacional y tampoco lo nombra como una causa de menor importancia dentro del perfil de morbilidad de la población trabajadora colombiana para dicho período, aspecto que llama la atención del autor del informe y es enunciado en la página 48 del mismo (primer párrafo).

Otros aspectos que conducen a un subdiagnóstico del cáncer ocupacional en Colombia, incluyen la inadecuada formación de los médicos generales y especialistas en aspectos técnicos relacionados con la valoración de la exposición a factores de riesgo ocupacional, el desconocimiento de los trabajadores sobre los factores de riesgo a los cuales están o han estado expuestos, los largos períodos de latencia que dificultan el recuerdo de la exposición a agentes carcinógenos en épocas muy anteriores, la exposición a mezclas de agentes carcinógenos y el cambio de oficio u ocupación en forma frecuente, entre otros.

En síntesis, en Colombia se desconocen la magnitud y la importancia del cáncer como enfermedad profesional, las características de la población laboral afectada, las características de la exposición a carcinógenos ocupacionales y la proporción de la población trabajadora expuesta a los mismos. Los datos anteriores deben ser recolectados y seguidos a través de un sistema nacional de información, creado para satisfacer las necesidades de un sistema de vigilancia epidemiológica, específico para el cáncer ocupacional en nuestro país.

## Generalidades sobre el marco legal nacional referente a la exposición a carcinógenos en los ambientes laborales

La Constitución Política de Colombia en su artículo 25 señala que el trabajo es un derecho y una obligación social y goza, en todas sus modalidades, de la especial protección del Estado. Toda persona tiene derecho a un trabajo en condiciones dignas y justas. Además, la Ley 9 del 24 de enero de 1979, artículo 81, señala que: “La salud de los trabajadores es una condición indispensable para el desarrollo socioeconómico del país; su preservación y conservación son actividades de interés social y sanitario, en las que participan el gobierno y los particulares”.

Cabe resaltar que el 24 junio de 1974, la Conferencia General de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) convocada en Ginebra, tomando en cuenta las disposiciones del convenio y la recomendación sobre la protección contra las radiaciones (1960), y del convenio y la recomendación sobre el benceno (1971), consideró oportuno establecer normas internacionales sobre la protección contra las sustancias o agentes cancerígenos, por lo cual adoptó el Convenio 139 de 1974 sobre el cáncer profesional (13), el cual Colombia no ratificó.

En la década de 1960, la tendencia legislativa en el sector salud del mundo fue hacia el establecimiento de una “ley marco” de la salud ocupacional, lo que propició que países como Estados Unidos en 1970, Gran Bretaña en 1974, Dinamarca en 1975, Francia en 1976 y Suecia en 1977, desarrollaran normas en salud ocupacional. Colombia no fue del todo ajena a esta tendencia y por ello expidió el Decreto 614 del 14 de marzo de 1984, que establece las bases para la administración de la salud ocupacional en el país, y la Resolución 1016 del 31 de marzo de 1989, que reglamenta la organización, el funcionamiento y la forma de los programas de salud ocupacional que deben

desarrollar los patronos o empleadores en el ámbito nacional.

La Ley 100 de 1993, en sus artículos 1 al 9, establece los principios generales del Sistema de Seguridad Social Integral aplicable al Sistema General de Riesgos Profesionales. En su libro III, consagra al Sistema General de Riesgos Profesionales, pero no lo define ni sienta las bases para su organización y funcionamiento, y en su artículo 139, numeral 11, establece las facultades extraordinarias otorgadas por el Congreso al Presidente para organizar e implementar el Sistema de Riesgos Profesionales.

El Decreto 1295 del 27 de junio de 1994 organiza, administra e implementa el funcionamiento del Sistema General de Riesgos Profesionales, involucrando nuevos retos para las industrias, los trabajadores y para el mismo Estado, relacionados con la protección del medio ambiente y, dentro de éste, el laboral. Dicho decreto, en su artículo 64, obliga a las empresas de alto riesgo (aquellas caracterizadas, entre otras cosas, por el manejo de sustancias cancerígenas o mutagénicas), pertenecientes a la clase IV y V de la tabla de clasificación de actividades económicas, a inscribirse ante la Dirección de Riesgos Profesionales del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.

El convenio 162 de 1986 de la OIT, sobre uso controlado del asbesto, agente carcinógeno reconocido, fue ratificado en Colombia por la Ley 436 del 17 de febrero de 1998. Mediante la Resolución 00935 del 25 de mayo del 2001, se creó, además, un ente tripartita (gobierno, empleadores y trabajadores), denominado Comisión Nacional de Salud Ocupacional del Sector Asbesto. Vale la pena resaltar que este agente es el único para el cual se ha creado una Comisión Nacional de regulación.



# 5

## Sistemas de información en Colombia relacionados con el cáncer ocupacional

Las empresas catalogadas como de alto riesgo están en la obligación de rendir un informe de evaluación del desarrollo del programa de salud ocupacional a su Administradora de Riesgos Profesionales (ARP) y esta última, a su vez, está en la obligación de informar al Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, sobre la gestión de los programas de salud ocupacional de las empresas de alto riesgo que tiene a su cargo (Decreto 1295 del 27 de junio de 1994, artículo 67).

Con respecto al reporte de la enfermedad profesional, el mismo Decreto 1295 (artículo 21 literal e y artículo 62) y el Decreto 2800 de 2003 (artículo 11) obligan al empleador o contratante a notificar a la Entidad Promotora de Salud (EPS) a la que se encuentre afiliado el trabajador y a la correspondiente ARP, sobre la presencia de enfermedad profesional, dentro de los dos días siguientes a la detección de la misma. Copia de este informe deberá ser suministrada al trabajador y, cuando sea el caso, a la Institución Prestadora de Servicios de salud (IPS) que atienda dichos eventos. El reporte debe ir acompañado de todos los soportes de la exposición ocupacional del trabajador en dicha empresa, que le permitan a la IPS realizar un diagnóstico presuntivo de enfermedad profesional, con el fin de remitirlo a la ARP respectiva.

En la Resolución 2569 del 1 de septiembre de 1999 se reglamenta el proceso de calificación del origen de los eventos de salud en primera instancia, dentro del Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS), con el

fin de garantizar a los trabajadores dependientes, independientes y del sector informal de la economía, la idónea calificación del origen de los eventos de salud. Las disposiciones de dicha resolución aplican a todas las personas naturales y jurídicas que componen el SGSSS, en especial a las EPS, a las Administradoras del Régimen Subsidiado (ARS), a las entidades de medicina prepagada, a las entidades adaptadas, a las IPS, a los grupos de práctica profesional, a los profesionales independientes y a todas las personas, organizaciones y establecimientos que prestan servicios de promoción, fomento, prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación en salud, en el SGSSS. La calificación del origen profesional de las enfermedades debe sustentarse en la historia clínica, que soporte con la clínica y con los exámenes paraclínicos el diagnóstico médico, y en los antecedentes laborales, que permitan conocer la exposición a los factores de riesgo en las diversas ocupaciones u oficios en los cuales se ha desempeñado el trabajador, como lo establece el Decreto 1832 de 1994.

Dado que, generalmente, el diagnóstico del cáncer se realiza en trabajadores retirados o pensionados, para determinar su probable origen ocupacional es posible que se deba recurrir a la Resolución 156 del 2005, que en su artículo 3 dice: "... cuando no exista el informe del evento diligenciado por el empleador o contratante, se deberá aceptar el reporte del mismo presentado por el trabajador, o por quien lo represente, o a través de las personas interesadas, de acuerdo con lo dispuesto en el

literal b) del artículo 25 del Decreto 2463 de 2001”.

Cuando los reportes dados por las empresas estén incompletos, las ARP, las EPS y las IPS podrán solicitar a la empresa la información faltante, la cual debe ser suministrada dentro de los dos (2) días hábiles siguientes al recibo de la solicitud. Si se niega o no se cumple dicho plazo, la entidad solicitante deberá notificarlo a la correspondiente Dirección Territorial del Ministerio de la Protección Social, a efecto de que se adelante la investigación correspondiente.

Los formatos establecidos para el reporte de enfermedad profesional por parte de los empleadores o contratantes, se encuentran en la Resolución N° 0156 del 27 de enero de 2005.

Es deber de todos aquellos entes que hacen parte del SGSSS en el país, dar cumplimiento a estas normas, las cuales buscan prevenir daños a la salud en aquellos trabajadores expuestos a carcinógenos, propiciar condiciones de trabajo dignas y adecuadas, a la vez que facilitar los procesos de toma de decisiones en cuanto a la indemnización que hubiere a lugar en aquellos enfermos con cáncer definido como ocupacional (así tengan su pensión por vejez, dado que las prestaciones asistenciales son diferentes y, además, si estuvieron afiliados a las ARP, tienen derecho a una indemnización).

# 6

## Criterios de selección de los agentes carcinógenos

De los 161 agentes clasificados por la IARC en los grupos 1 (95 agentes) y 2A (66 agentes), a febrero de 2006, fueron seleccionados como de interés para incluir en este manual, aquellos que cumplieran con los siguientes tres parámetros (tabla 2):

- Localización anatómica del cáncer: el agente de interés está reportado por la IARC como asociado con alguno de los siguientes diez cánceres: laringe, pulmón, pleura, hígado, riñón, vejiga, próstata, colon y recto, sistema hematopoyético (específicamente, leucemias y mieloma múltiple) y sistema linfoide, todos los cuales se han asociado con la exposición a factores ocupacionales. En los tumores malignos del sistema hematopoyético se trabajó con la inclusión de sólo algunas categorías morfológicas, debido a que existen agentes ocupacionales que exhiben una causalidad diferencial para estas enfermedades.
- Clasificación ocupacional del agente con base en el sistema internacional de registro de carcinógenos Cancer Exposure (CAREX) de la Unión Europea: este sistema de registro fue escogido como criterio de selección de los agentes carcinógenos que tienen relación con la exposición laboral, ya que está estructurado con bases de datos que contienen información sobre mediciones ambientales y prevalencias de exposición a carcinógenos en las industrias de Finlandia y de Estados Unidos, el cual fue ajustado para otros países de la Unión Europea con base en el concepto de expertos en cada país, que confirman o no la similitud de dichas exposiciones en las diferentes naciones o no lo hacen.
- Posibilidad de presencia del agente en los ambientes laborales colombianos: se consideró éste como criterio definitivo para la selección de los agentes carcinógenos de interés ocupacional para Colombia. Como principal fuente de información se utilizó el concepto de expertos en higiene industrial, medicina del trabajo y plaguicidas, con más de 30 años de experiencia en los sectores privado y gubernamental en el país. Dado que este manual es soporte básico para la construcción y el entendimiento de la matriz de exposición laboral (MEL), se consideró de vital importancia la consulta a gremios, empresas, ARP, universidades y asociaciones científicas, respecto a la producción y uso de estos agentes en el país y la posible intensidad de la exposición.

Al aplicar los tres criterios anteriores se obtuvieron los siguientes resultados:

- Descritos por la IARC como agentes causales o de riesgo para desarrollar alguno de los 10 cánceres de interés: 102.
- Que habiendo sido seleccionados en el punto anterior estuvieran clasificados por CAREX como agentes carcinógenos ocupacionales: 66 (53 ocupacionales y 13 circunstancias de exposición).
- Que habiendo sido seleccionados en los dos puntos anteriores, hubiesen estado presentes en los ambientes laborales nacionales durante una parte o todo el período entre 1970 y 2005 (período definido

como de interés para la construcción de la MEL a agentes carcinógenos): 57.

No obstante, se adicionaron tres agentes biológicos no catalogados en el registro de CAREX, pero que sí tienen asociación con alguno de los diez cánceres de interés y su exposición es muy factible en algunos sectores económicos en Colombia. Éstos son:

- Las aflatoxinas: consideradas como factores dependientes de la dieta, se incluyeron por exposición descrita en trabajadores manipuladores de alimentos contaminados con aflatoxinas y en trabajadores en áreas de almacenamiento de maní, arroz y maíz.
- Los virus de las hepatitis B y C: aunque figuran como agentes infecciosos, se incluyeron por ser factores de riesgo para el personal de salud.

En conclusión, se excluyeron 101 agentes por no cumplir con los parámetros de selección enunciados, ya fuera por ser eminentemente de tipo o uso farmacológico (36 agentes) o derivados de la dieta y los estilos de vida, lo cual no compete al carácter ocupacional, objeto principal de este manual.

Cabe aclarar que existen casos especiales en los que deberá analizarse la información sobre la exposición ocupacional en forma particular. Tal situación se presenta, por ejemplo, en el personal de enfermería que aplica los medicamentos utilizados en quimioterapia, el cual evidencia riesgo de enfermar por cánceres asociados a factores ocupacionales relacionados con el uso de fármacos.

Al revisar la tabla 2, tenga en cuenta que en la columna de “Cáncer asociado” sólo serán descritas las localizaciones anatómicas de los cánceres relacionados con aquellos agentes que no cumplen con alguno de los criterios de inclusión, y, por lo tanto, para aquellos agentes que sí cumplen con dichos criterios, esta información debe ser revisada en las tablas respectivas que se encuentran en el Capítulo 7 de éste manual.

Tabla 2. Agentes carcinógenos de los grupos 1 y 2A de la IARC.

Agente carcinógeno	Monografía IARC	Grupo IARC	Cáncer asociado	Inclusión por sitio anatómico del cáncer	Inclusión por exposición ocupacional CAREX	Inclusión por exposición ocupacional en Colombia	Observaciones sobre la exposición para su inclusión o exclusión	Naturaleza	Código manual
Aflatoxinas (mezclas que ocurren naturalmente)	Suppl. 7, 1987; Vol. 56, 1993; Vol. 82, 2002	1	Sí	Sí	Dieta	Sí	Alimentos contaminados con hongos en: plantas que procesan alimentos para animales, maíz o en molinos de arroz.	Biológico	B1
Clonorchis sinensis (infección con)	Vol. 61, 1994	2A	En humanos: hepatocarcinoma	Sí	Infeccioso	No	Este parásito se presenta en África, China y sureste de Asia; infecta, principalmente, pescados y existe el riesgo de contaminación al trabajador por la manipulación de comida (generalmente, pescado tipo platija) infectada con Clonorchis sinensis – tremátodos-.	Biológico	
Helicobacter pylori (infección con)	Vol. 61, 1994	1	En humanos: MALT (linfoma gástrico tipo linfoma T asociado a mucosa)	No	Infeccioso	Sí	La exposición puede considerarse como ocupacional para los endoscopistas en regiones donde existe alta prevalencia de gastritis y otras patologías gastrointestinales.	Biológico	
Virus herpes del sarcoma de Kaposi/virus herpes humano 8	Vol. 70, 1997	2A	En humanos: sarcoma de Kaposi	No	Sin registro	No		Biológico	
Ospithorchis viverrini (infección con)	Vol. 61, 1994	1	En humanos: hepatocarcinoma y colangiocarcinoma	Sí	Infeccioso	No	Este parásito se encuentra infectando pescados y, por lo tanto, su manipulación puede ser un riesgo. Este parásito es endémico en la Unión Soviética y en el sureste de Asia, pero muy raro en otros lugares.	Biológico	
Schistosoma haematobium (infección con)	Vol. 61, 1994	1	En humanos: carcinoma escamocelular de vejiga	Sí	Infeccioso	No	Exposición por manejo de agua contaminada con Schistosoma haematobium. Esta esquistosomiasis es frecuente en África y muy rara en otros sitios. No reportan exposición ocupacional (IARC).	Biológico	
Virus de Epstein-Barr	Vol. 70, 1997	1	En humanos: suficiente evidencia de posibilidad de causar de causar: linfoma de Burkitt, linfoma nasofaríngeo angiocéntrico de células T, linfoma relacionado con inmunosupresión, linfoma de Hodgkin, enfermedad de Hodgkin y carcinoma nasofaríngeo.	Sí	Sin registro	No	La infección por virus de Epstein-Barr presenta una prevalencia superior al 90% en adultos en todas las poblaciones humanas. La infección generalmente se adquiere en la infancia. Aunque se transmite por la saliva y podría sospecharse riesgo ocupacional en odontólogos, endoscopistas y trabajadores sexuales, entre otros, no está descrita su relación causal ocupacional. Es causante del 60% de los linfomas en niños.	Biológico	

Tabla 2. Agentes carcinógenos de los grupos 1 y 2A de la IARC.

Agente carcinógeno	Monografía IARC	Grupo IARC	Cáncer asociado	Inclusión por sitio anatómico del cáncer	Inclusión por exposición ocupacional CAREX	Inclusión por exposición ocupacional en Colombia	Observaciones sobre la exposición para su inclusión o exclusión	Naturaleza	Código manual
Virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) tipo 1 (infección con)	Vol. 67, 1996	1	Sí	Sí	Sin registro	Sí	Puede presentarse infección posterior al contacto con sangre contaminada por pinchazos accidentales o en procedimientos quirúrgicos. No existe vacuna.	Biológico	B2
Virus de la hepatitis B (infección crónica con)	Vol. 59, 1994	1	Sí	Sí	Infeccioso	Sí	Puede presentarse infección posterior al contacto con sangre contaminada por pinchazos accidentales o en procedimientos quirúrgicos. Existe vacuna.	Biológico	B3
Virus de la hepatitis C (infección crónica con)	Vol. 59, 1994	1	Sí	Sí	Infeccioso	Sí	Puede presentarse infección posterior al contacto con sangre contaminada por pinchazos accidentales o en procedimientos quirúrgicos. No existe vacuna.	Biológico	B4
Virus linfotrópico de células T, tipo 1	Vol. 67, 1996	1	En humanos: leucemia linfocítica y linfoma cutáneo de células T en adultos	Sí	Sin registro	No		Biológico	
Virus 16 del papiloma humano	Vol. 64, 1995	1	En humanos: de cuello uterino (invasivo, principalmente) y ano	No	Sin registro	No		Biológico	
Virus 18 del papiloma humano	Vol. 64, 1995	1	En humanos: de cuello uterino (invasivo, principalmente)	No	Sin registro	No		Biológico	
Virus 31 del papiloma humano	Vol. 64, 1995	2A	En humanos: de cuello uterino (invasivo, principalmente)	No	Sin registro	No		Biológico	
Virus 33 del papiloma humano	Vol. 64, 1995	2A	En humanos: de cuello uterino (invasivo, principalmente)	No	Sin registro	No		Biológico	
Dióxido de torio-232 y sus productos de desintegración, administrado intravenosamente como un coloide	Vol. 78, 2001	1	En humanos: leucemia (excepto leucemia linfocítica crónica) y hemangiosarcoma	Sí	Sin registro	No	Suficiente evidencia en humanos para inyección diagnóstica de torio232 como dióxido de torio232 en forma coloidal (Thorotrast, usado entre 1930 y 1950); cáncer hepático, hemangiosarcoma y leucemia (excluye la leucemia linfocítica crónica); inadecuada evidencia en humanos del efecto carcinógeno del torio232 después de la inhalación. NIOSH 1983: sólo reporta 948 expuestos.	Físico	

Tabla 2. Agentes carcinógenos de los grupos 1 y 2A de la IARC.

Agente carcinógeno	Monografía IARC	Grupo IARC	Cáncer asociado	Inclusión por sitio anatómico del cáncer	Inclusión por exposición ocupacional CAREX	Inclusión por exposición ocupacional en Colombia	Observaciones sobre la exposición para su inclusión o exclusión	Naturaleza	Código manual
Fósforo-32, como fosfato	Suppl. 7, 1987; Vol. 78, 2001	1	En humanos: leucemia	Sí	Sin registro	No	Su mayor riesgo es como medicamento para el tratamiento de la policitemia vera. Se ha descrito exposición ocupacional en trabajadores de plantas nucleares y en radiofarmacéuticos.	Físico	
Neutrones	Vol. 75, 2000	1	En animales: leucemia, ovario, glándula mamaria, pulmón e hígado	Sí	Sin registro	No		Físico	
Plutonio-239 y sus productos de desintegración (puede contener plutonio-240 y otros isótopos), como aerosoles	Vol. 78, 2001	1	En humanos: pulmón, hígado (principalmente, hemangiosarcoma), hueso (principalmente, osteosarcoma)	Sí	Sin registro	No	Exposición en plantas nucleares	Físico	
Radiación solar	Vol. 40, 1986; Vol. 55, 1992	1	En humanos y animales: piel (melanocítico y no melanocítico); en humanos: de labio	No	Ambiental	Sí	La exposición a radiación solar se considera ocupacional si el trabajador permanece al aire libre más del 75% del tiempo de la jornada.	Físico	
Radiación X y radiación gamma	Vol. 75, 2000	1	Sí	Sí	Sí	Sí	Uso reconocido en Colombia	Físico	F1
Radionúcleos, emisores de partículas alfa, depositados internamente	Vol. 78, 2001	1	En humanos y animales: pulmón, óseo, hepático y hematopoyético	Sí	Sin registro	No	Manufactura y aplicación de radionúcleos; exposición ocupacional y ambiental por explosiones nucleares, procesamiento de combustible nuclear, electricidad proveniente de plantas nucleares y accidentes de instalaciones nucleares.	Físico	
Radionúcleos, emisores de partículas beta, depositados internamente	Vol. 78, 2001	1	En humanos y animales: topoyético y de mama	Sí	Sin registro	No	Manufactura y aplicación de radionúcleos; exposición ocupacional y ambiental por explosiones nucleares, procesamiento de combustible nuclear, electricidad proveniente de plantas nucleares y accidentes de instalaciones nucleares.	Físico	
Radón-222 y sus productos de desintegración como plomo-208 y plomo-210	Vol. 78, 2001	1	En humanos: pulmón	Sí	Sí	No	En minas subterráneas; no se ha descrito la exposición en Colombia.	Físico	

Tabla 2. Agentes carcinógenos de los grupos 1 y 2A de la IARC.

Agente carcinógeno	Monografía IARC	Grupo IARC	Cáncer asociado	Inclusión por sitio anatómico del cáncer	Inclusión por exposición ocupacional CAREX	Inclusión por exposición ocupacional en Colombia	Observaciones sobre la exposición para su inclusión o exclusión	Naturaleza	Código manual
Radio-224 y sus productos de desintegración como el radón-220	Vol. 78, 2001	1	En humanos: osteosarcomas, leucemias, de mama, sistema urinario, riñón, hígado, tiroides y tejidos blandos	Sí	Sin registro	No	Los cánceres descritos se han presentado por su uso como medicamento.	Físico	
Radio-226 y sus productos de desintegración como el radón-222	Vol. 78, 2001	1	En humanos: osteosarcoma, senos paranasales y mastoides	No	Sin registro	No	En pintores de pincel (histórico)	Físico	
Radio228 y sus productos de desintegración	Vol. 78, 2001	1	En humanos: osteosarcoma	No	Sí	No	En pintores de pincel (histórico) y fabricación de relojes especiales	Físico	
Radioyodo, isótopos de corta duración, inclusive el yodo131	Vol. 78, 2001	1	En humanos: tiroides y leucemia	Sí	Sin registro	No	Por accidentes de reacción atómica en la planta de Chernobyl (exposición durante la niñez) y por detonaciones de armas nucleares	Físico	
Radiación ultravioleta A	Vol. 55, 1992	2A	En humanos: melanoma	No	Ambiental	Sí		Físico	
Radiación ultravioleta B	Vol. 55, 1992	2A	En humanos: melanoma	No	Ambiental	Sí		Físico	
Radiación ultravioleta región C	Vol. 55, 1992	2A	En humanos: melanoma	No	Ambiental	Sí		Físico	
Ácidos aristolóquicos Archilamida (mezclas que ocurren naturalmente)	Vol. 82, 2002	2A	En humanos: carcinoma renal, uréter y vejiga; en animales: carcinoma urotelial	Sí	Sin registro	No	Provenientes de una especie de plantas, utilizadas en la medicina china tradicional como antirreumático, diurético y para bajar de peso	Químico	

Tabla 2. Agentes carcinógenos de los grupos 1 y 2A de la IARC.

Agente carcinógeno	Monografía IARC	Grupo IARC	Cáncer asociado	Inclusión por sitio anatómico del cáncer	Inclusión por exposición ocupacional CAREX	Inclusión por exposición ocupacional en Colombia	Observaciones sobre la exposición para su inclusión o exclusión	Naturaleza	Código manual
Acrilamida	Vol. 31, 1983; Suppl. 7, 1987; Vol. 60, 1994	2A	No hay datos adecuados para evaluar la posibilidad de causar cáncer en humanos (IARC, 1986, 1987, 1994); en animales: feocromocitomas suprarrenales, mesotelioma de túnica testicular, adenoma en pituitaria, adenoma y adenocarcinoma mamario, papiloma de la cavidad oral, adenocarcinoma uterino, adenoma de la glándula del clitoris, adenoma folicular de tiroides, adenoma pulmonar y de piel	No	Sí	Sí		Químico	
4-aminobifenilo	Vol. 1, 1972; Suppl. 7, 1987	1	Sí	Sí	Sí	Sí	En Colombia no existe producción de caucho natural. Exposición en su uso y en fabricación de tintas (J. M. López). No está descrito en NIOSH, 1981-1983.	Químico	Q1
Arsénico y compuestos de arsénico	Vol. 2, 1973; Vol. 23, 1980; Suppl. 7, 1987	1	Sí	Sí	Sí	Sí	Exposición en la industria del vidrio y en la industria de metales. En Colombia, aunque no está prohibido su uso como insecticida arsenical, se utilizó hasta 1980 principalmente en cultivos de algodón (A. Ramos).	Químico	Q2
Arseniuro de galio	Vol. 86 (en preparación)	1	No hay estudios en humanos. En animales: neoplasia bronquioalveolar	Sí	Sin registro	No	Exposición ocupacional en industria microelectrónica (IARC)	Químico	

Tabla 2. Agentes carcinógenos de los grupos 1 y 2A de la IARC.

Agente carcinógeno	Monografía IARC	Grupo IARC	Cáncer asociado	Inclusión por sitio anatómico del cáncer	Inclusión por exposición ocupacional CAREX	Inclusión por exposición ocupacional en Colombia	Observaciones sobre la exposición para su inclusión o exclusión	Naturaleza	Código manual
Asbesto	Vol. 2, 1973; Vol. 14, 1977; Suppl. 7, 1987	1	Sí	Sí	Sí	Sí	En Colombia, hasta 1984, se usaron mezclas de crocidolita y crisotilo y, desde 1985, sólo crisotilo. Usos en: fabricación de productos de asbesto-cemento, materiales de fricción (pastillas para frenos), industrial textil (hasta 1990 en Colombia) y explotación minera de crisotilo (en Antioquia). (M. T. Espinosa)	Químico	Q3
Benceno	Vol. 7, 1974; Vol. 29, 1982; Suppl. 7, 1987	1	Sí	Sí	Sí	Sí	Usado como materia prima para síntesis de otros productos; contaminante de varios combustibles y pegantes. Anteriormente se usaba como disolvente. Exposición ocupacional reconocida en Colombia.	Químico	Q4
Bencidina	Vol. 1, 1972; Vol. 29, 1982; Suppl. 7, 1987	1	Sí	Sí	Sí	Sí	Fabricación de tintes y pigmentos; en laboratorios químicos.	Químico	Q5
Benzo[a]antraceno	Vol. 3, 1973; Vol. 32, 1983; Suppl. 7, 1987	2A	Sí	Sí	Sí	Sí	Exposición ocupacional en Colombia	Químico	Q6
Benzo[a]pireno	Vol. 3, 1973; Vol. 32, 1983; Suppl. 7, 1987	2A	Sí	Sí	Sí	Sí	Exposición ocupacional en Colombia	Químico	Q7
Berilio y sus compuestos	Suppl. 7, 1987; Vol. 58, 1993	1	Sí	Sí	Sí	Sí	Exposición ocupacional en Colombia	Químico	Q8
Bis-(clorometil)-eter (BCME)	Vol. 4, 1974; Suppl. 7, 1987	1	En humanos y animales: pulmón; en animales: cavidad nasal	Sí	Sí	No	Producto intermedio y subproducto; no se dispone de datos ocupacionales. La mayoría de los procesos en los cuales se involucran el BCME y Clorometil Metil Eter (CMME), son cerrados y se usa en poca cantidad en laboratorios químicos, fábricas de polímeros y de resinas de intercambio iónico, y en la industria del plástico.	Químico	
Bromuro de vinilo	Vol. 19, 1979; Vol. 39, 1986; Vol. 71, 1999; Suppl. 7, 1987	2A	En humanos: no existen estudios adecuados que indiquen relación entre exposición y cáncer. En animales: hemangiosarcoma hepático, carcinoma de la glándula de Zymbal (en ratas), nódulos neoplásicos del hígado y carcinoma hepatocelular	Sí	Sí	No	Plásticos y textiles; muy baja exposición en Estados Unidos y, posiblemente, no hay exposición en Colombia (J. M. López).	Químico	

Tabla 2. Agentes carcinógenos de los grupos 1 y 2A de la IARC.

Agente carcinógeno	Monografía IARC	Grupo IARC	Cáncer asociado	Inclusión por sitio anatómico del cáncer	Inclusión por exposición ocupacional CAREX	Inclusión por exposición ocupacional en Colombia	Observaciones sobre la exposición para su inclusión o exclusión	Naturaleza	Código manual
1,3-butadieno	Vol. 11, 1976; Vol. 39, 1986; Suppl. 7, 1987; Vol. 54, 1992; Vol. 71, 1999	2A	Sí	Sí	Sí	Sí	Uso como monómero en plásticos y caucho	Químico	Q9
Cadmio y sus compuestos	Vol. 58, 1993	1	Sí	Sí	Sí	Sí	Exposición ocupacional conocida en Colombia	Químico	Q10
Captafol	Vol. 53, 1991	2A	Sí	Sí	Sí	Sí	En Colombia, uso limitado y antiguo, no hubo fabricación y se prohibió su uso en diciembre de 1989. (A. Ramos).	Químico	Q11
Cloro-metil-metil-éter (CMME)	Vol. 4, 1974; Suppl. 7, 1987	1	En humanos y animales: de pulmón	Sí	Sin registro	No	Producto intermedio y subproducto. No se dispone de datos ocupacionales. La mayoría de los procesos en los cuales se involucran el BCME y CMME son cerrados y se usa en poca cantidad en laboratorios químicos, fábricas de polímeros y de resinas de intercambio iónico, y en la industria del plástico.	Químico	
4-cloro-orto-toluidina y sus sales de ácido fuerte	Vol. 16, 1978; Vol. 30, 1983; Suppl. 7, 1987; Vol. 48, 1990; Vol. 77, 2000	2A	Sí	Sí	Sí	Sí	Intermediario en la fabricación de tintas azo, pigmentos, textiles y el clordimeform (insecticida). En Estados Unidos su uso se ha reducido desde 1980; el clordimeform se utilizó desde 1976 a 1989, principalmente en algodón y por aplicación aérea; no hay casos de cáncer de vejiga en trabajadores de plantas productoras (A. Ramos).	Químico	Q12
Cloruro de dimetilcarbamilo	Vol. 12, 1976; Suppl. 7, 1987; Vol. 71, 1999	2A	En animales: de cavidad nasal	No	Sí	No		Químico	
Cloruro de vinilo	Vol. 7, 1974; Vol. 19, 1979; Suppl. 7, 1987	1	Sí	Sí	Sí	Sí	Exposición ocupacional conocida en Colombia	Químico	Q13
Cromo(VI) y compuestos de	Vol. 2, 1973; Vol. 23, 1980; Suppl. 7, 1987; Vol. 49, 1990	1	Sí	Sí	Sí	Sí	Exposición ocupacional conocida en Colombia	Químico	Q14

Tabla 2. Agentes carcinógenos de los grupos 1 y 2A de la IARC.

Agente carcinógeno	Monografía IARC	Grupo IARC	Cáncer asociado	Inclusión por sitio anatómico del cáncer	Inclusión por exposición ocupacional CAREX	Inclusión por exposición ocupacional en Colombia	Observaciones sobre la exposición para su inclusión o exclusión	Naturaleza	Código manual
Dibenzol[ah]antraceno	Vol. 3, 1973; Vol. 32, 1983; Suppl. 7, 1987	2A	Sí	Sí	Sí	Sí	Exposición a hidrocarburos policíclicos aromáticos (HPA). Es un componente menor de los HPA. Exposición principalmente por humo de tabaco, inhalación de aire contaminado e ingesta de agua o alimentos contaminados con HPA.	Químico	Q15
Dibromuro de etileno	Vol. 15, 1977; Suppl. 7, 1987; Vol. 71, 1999	2A	Sí	Sí	Sí	Sí	Exposición ocupacional conocida en Colombia.	Químico	Q16
1,2-dimetilhidrazina	Vol. 4, 1974; Suppl. 7, 1987; Vol. 71, 1999	2A	No hay estudios en humanos; en animales: hepatocarcinoma y colon.	Sí	Sin registro	No	No se conoce su uso en Colombia.	Químico	
Epiclorhidrina	Vol. 11, 1976; Suppl. 7, 1987; Vol. 71, 1999	2A	Sí	Sí	Sí	Sí	Exposición en producción de monómeros de plásticos y resinas	Químico	Q17
Erionita	Vol. 42, 1987; Suppl. 7, 1987	1	En humanos: mesotelioma maligno en habitantes de tres aldeas de Turquía. En animales: mesotelioma pleural (por inhalación, intraperitoneal e intrapleural). Lisado por primera vez en el séptimo reporte anual de carcinógenos.	Sí	Ambiental	No	Exposición, principalmente ambiental en ciertas regiones, como en Turquía, con niveles entre 0,001 y 0,03 fibras/cc. Exposición ocupacional sólo en minería de zeolita o por uso de sus minerales tales como clinoptilolita, filipsita, levinita, chavazite (no existen minas de erionita en Colombia) (J. M. López). No figura en NIOSH 1981-1983.	Químico	
Fluoruro de vinilo	Vol. 63, 1995; Suppl. 7, 1987	2A	En animales de experimentación: hemangiosarcomas y adenomas hepáticos y broncoalveolares	Sí	Sí	No	Intermediario químico. No aparece descrito en NIOSH 1981-1983. En Colombia no se manufactura fluoruro de vinilo (J. M. López). Sólo existe una planta de producción en Estados Unidos.	Químico	

Tabla 2. Agentes carcinógenos de los grupos 1 y 2A de la IARC.

Agente carcinógeno	Monografía IARC	Grupo IARC	Cáncer asociado	Inclusión por sitio anatómico del cáncer	Inclusión por exposición ocupacional CAREX	Inclusión por exposición ocupacional en Colombia	Observaciones sobre la exposición para su inclusión o exclusión	Naturaleza	Código manual
Formaldehído	Vol. 88, 2004	1	Sí	Sí	Sí	Sí	La exposición ocupacional excede los niveles de aire urbano o residencial (generalmente, menor de 0,1 ppm). Se presenta por inhalación de gas de formaldehído, nieblas de formalina, polvo que contiene paraformaldehído o pegante a base de formalina.	Químico	Q18
Fosforo de indio (en preparación)	Vol. 86 (en preparación)	2A	En animales: bronquioalveolar (principalmente, carcinoma), feocromocitomas de la glándula suprarrenal y hepatocarcinoma	Sí	Sin registro	No	Exposición ocupacional en industria micro-electrónica (IARC)	Químico	
Gas mostaza (en inglés, sulphur mustard or mustard gas)	Vol. 9, 1975; Suppl. 7, 1987	1	En humanos y animales: de pulmón; en animales: de laringe	Sí	Medicamento	No	Interés histórico; gas de guerra	Químico	
Glicidol	Vol. 77, 2000	2A	Suficiente evidencia en animales de experimentación de cánceres de: pulmón, hepatocarcinoma y leucemias	Sí	Sin registro	No	Un estudio de NIOSH entre 1981-1983 estimó que había 88 industrias, 10 ocupaciones y casi 5 mil trabajadores expuestos. Para el 2001, Estados Unidos reportó sólo un productor doméstico y 18 proveedores de glicidol. En Colombia no existen empresas fabricantes. (J. M. López).	Químico	
Metanosulfonato de metilo	Vol. 7, 1974; Suppl. 7, 1987; Vol. 71, 1991	2A	Suficiente evidencia en animales de experimentación; en animales: cáncer de pulmón y linfomas	Sí	Sin registro	No	No está descrita la exposición ocupacional en humanos.	Químico	
4-4 metilénbis (2-cloroanilina) (MOCA)	Vol. 57, 1993; Suppl. 7, 1987	2A	Sí	Sí	Sí	Sí	Exposición dérmica y por inhalación; en el estudio NIOSH 1981-1983 sólo aparecen 114 personas expuestas en fabricación de productos químicos.	Químico	Q19
2-naftilamina	Vol. 4, 1974; Suppl. 7, 1987	1	En humanos y animales: de vejiga; en humanos: hepáticos	Sí	Sí	No	Interés histórico; se utilizó en la fabricación de tintas y pigmentos.	Químico	

Tabla 2. Agentes carcinógenos de los grupos 1 y 2A de la IARC.

Agente carcinógeno	Monografía IARC	Grupo IARC	Cáncer asociado	Inclusión por sitio anatómico del cáncer	Inclusión por exposición ocupacional CAREX	Inclusión por exposición ocupacional en Colombia	Observaciones sobre la exposición para su inclusión o exclusión	Naturaleza	Código manual
N-etil-N-nitrosourea	Vol. 1, 1972; Vol. 17, 1978; Suppl. 7, 1987	2A	En animales: del sistema nervioso central (SNC), por exposición prenatal en todas las especies evaluadas	No	Sí	No		Químico	
N- metil-N-nitrosourea	Vol. 1, 1972; Vol. 17, 1978; Suppl. 7, 1987	2A	En animales: tumores benignos y malignos en riñón y tracto respiratorio	Sí	Sí	No	No se incluye dado que en la IARC no figura exposición ocupacional.	Químico	
N-metil-N-nitro-N-nitrosoguanidina (MING)	Vol. 4, 1974; Suppl. 7, 1987	2A	En humanos y animales: colon; en animales: pulmón y hepático	Sí	Sí	No	En el pasado fue usado para preparar diazometano y, en la actualidad, no tiene uso comercial; no obstante, se utiliza en pequeñas cantidades en investigación clínica. Tan sólo se han reportado tres casos de glioma y un cáncer de colon en trabajadores de un laboratorio de genética.	Químico	
Níquel y compuestos de	Vol. 2, 1973; Vol. 11, 1976; Suppl. 7, 1987; Vol. 49, 1990	1	Sí	Sí	Sí	Sí	Níquel metálico: grupo 1 (IARC) y grupo 2B (Asociación Internacional de Productores de Níquel y el Eleventh Report, EEUU). Sulfato de níquel y combinaciones de sulfuros y óxidos de níquel, encontrados en la industria de la refinería de níquel, son clasificados en el grupo 1 (IARC). Níquel metálico y aleaciones del níquel: grupo 2B (IARC). Níquel metálico, monóxidos de níquel, hidróxidos de níquel y sulfuros de níquel cristalino: grupo 2A (IARC). Aleaciones de níquel, níqueloceno, níquel carbónico, sales de níquel, arseniuros de níquel, antimonuro de níquel, seleniuro de níquel, telururo de níquel, trióxido de níquel, sulfuro de níquel amorfo y titanato de níquel: grupo 3 (IARC).	Químico	Q20
N-nitrosodietilamina	Vol. 1, 1972; Vol. 17, 1978; Suppl. 7, 1987	2A	No hay datos en humanos. En animales: respiratorio, hepatocarcinoma y de riñón	Sí	Sí	No	Difficil establecer la exposición ocupacional por ser un contaminante ambiental y agente endógeno. La exposición no ocupacional se presenta por alimentos (carne, pescado, queso), humo de cigarrillo y nitratos de amina en agua o alimentos.	Químico	

Tabla 2. Agentes carcinógenos de los grupos 1 y 2A de la IARC.

Agente carcinógeno	Monografía IARC	Grupo IARC	Cáncer asociado	Inclusión por sitio anatómico del cáncer	Inclusión por exposición ocupacional CAREX	Inclusión por exposición ocupacional en Colombia	Observaciones sobre la exposición para su inclusión o exclusión	Naturaleza	Código manual
N-nitrosodimetilamina	Vol. 1, 1972; Vol. 17, 1978; Suppl. 7, 1987	2A	No hay datos en humanos. En animales: respiratorio, hepatocarcinoma y de riñón	Sí	Sí	No	Difícil establecer la exposición ocupacional por ser un contaminante ambiental y agente endógeno. La exposición no ocupacional se presenta por alimentos (carne, pescado, queso), humo de cigarrillo y nitratos de amina en agua o alimentos.	Químico	
7-8-óxido de estireno	Vol. 60, 1994; Suppl. 7, 1987	2A	Sí	Sí	Sí	Sí	Es un metabolito del estireno, sólo se presenta cuando existe exposición al estireno.	Químico	Q21
Óxido de etileno	Suppl. 7, 1987; Vol. 60, 1994	1	Sí	Sí	Sí	Sí	Intermediario químico, esterilizantes	Químico	Q22
Plomo, compuestos inorgánicos	Vol. 87 (en preparación)	2A	Sí	Sí	Sí	Sí	Reconocida exposición ocupacional en Colombia	Químico	Q23
Remedios de hierbas que contienen especies de plantas del género Aristolochia	Vol. 82, 2002	1	En humanos: renal.	Sí	Sin registro	No	Provenientes de una especie de plantas, utilizados en medicina china tradicional, en tratamientos para la obesidad y eccemas, como antiartrémicos, para bajar de peso, como diuréticos y para picaduras de alacrán	Químico	
Sílice cristalina (inhalada en forma de cuarzo)	Vol. 68, 1997; Suppl. 7, 1987	1	Sí	Sí	Sí	Sí	Reconocida exposición ocupacional en Colombia	Químico	Q24
Sulfato de dietilo	Vol. 4, 1974; Suppl. 7, 1987; Vol. 54, 1992; Vol. 71, 1999	2A	Sí	Sí	Sí	Sí	Posible exposición ocupacional en Colombia	Químico	Q25
Sulfato de dimetilo	Vol. 4, 1974; Suppl. 7, 1987; Vol. 71, 1999	2A	Sí	Sí	Sí	Sí	Posible exposición ocupacional en Colombia	Químico	Q26
Talco con fibras asbestiformes	Vol. 42, 1987; Suppl. 7, 1987	1	Sí	Sí	Sí	Sí	El talco es un silicato de magnesio y puede estar asociado a minerales fibrosos (tremolita y antofilita, menos al crisotilo) y no fibrosos (calcita, dolomita, magnesita, cuarzo, mica). Es difícil establecer si el talco usado en Colombia, en diferentes procesos, está o no contaminado con asbesto. Gran parte del talco se importa.	Químico	Q27
2,3,7,8 tetraclorodibenzo (b,e)(1,4)dioxina	Vol. 15, 1977; Suppl. 7, 1987; Vol. 69, 1997	1	Sí	Sí	Sin registro	Sí	Aunque no se produce comercialmente desde 1970 por su biopersistencia, es un subproducto de algunos procesos térmicos en la síntesis o en la destrucción de compuestos orgánicos a base de cloro, en los incineradores urbanos y hospitalarios, en las fábricas de papel o en las refinadoras de metales.	Químico	Q28
Tetracloroetileno	Suppl. 7, 1987; Vol. 63, 1995	2A	Sí	Sí	Sí	Sí	Exposición ocupacional en Colombia	Químico	Q29

Tabla 2. Agentes carcinógenos de los grupos 1 y 2A de la IARC.

Agente carcinógeno	Monografía IARC	Grupo IARC	Cáncer asociado	Inclusión por sitio anatómico del cáncer	Inclusión por exposición ocupacional CAREX	Inclusión por exposición ocupacional en Colombia	Observaciones sobre la exposición para su inclusión o exclusión	Naturaleza	Código manual
Tinturas a base de bencidina	Vol. 1, 1972; Vol. 29, 1982; Suppl. 7, 1987	2A	Sí	Sí	Sí	Sí	Exposición dérmica o por inhalación en el trabajo a: negro 38, azul 6, café 95, rojo 28, azul de Evans, azul de tripano; tintes para papel, cuero y textiles.	Químico	Q30
Toluenos-alfa clorados, compuestos (a) Cloruro de benzal (b) Benzotricloruro (c) Cloruro de benzilo (d) Cloruro de benzilo (exposiciones combinadas)	Vol. 29, 1982; Suppl. 7, 1987; Vol. 71, 1999	2A	Sí	Sí	Sin registro	Sí	Fabricación de tintes y pigmentos, intermedio químico	Químico	Q31
<i>o</i> -toluidina	Vol. 16, 1978; Vol. 27, 1982; Suppl. 7, 1987; Vol. 77, 2000	2A	Sí	Sí	Sin registro	Sí	Manufactura de tintes, pigmentos, caucho, productos farmacéuticos y plaguicidas; en Colombia, posible exposición para caucho y colorantes (J. M. López); en plaguicidas se suspendió su uso desde 1960; la materia prima era cloro-toluidina (A. Ramos).	Químico	Q32
Tricloroetileno	Suppl. 7, 1987; Vol. 63, 1995	2A	Sí	Sí	Sí	Sí	Exposición ocupacional en Colombia	Químico	Q33
1,2,3 Tricloropropano	Vol. 63, 1995	2A	Sí	Sí	Sí	Sí	No está descrito en NIOSH 1981-1983.	Químico	Q34
Tris-(2,3-dibromopropil) fosfato	Vol. 20, 1979; Suppl. 7, 1987; Vol. 71, 1999	2A	Sí	Sí	Sí	Sí	Exposición ocupacional en Colombia	Químico	Q35
Aceite de esquiisto	Vol. 35, 1985; Suppl. 7, 1987	1	En humanos: piel de escroto y pene, y colon; en animales: piel y pulmón	Sí	Sí	No	No existe explotación minera en Colombia. Otro tipo de lubricantes fueron utilizados en la industria textil (J. M. López); exposición a hidrocarburos policíclicos aromáticos, por extracción térmica de roca sedimentaria.	Mezclas	
Aceites minerales sin tratar y medianamente tratados	Vol. 33, 1984; Suppl. 7, 1987	1	Sí	Sí	Sí	Sí	Exposición a hidrocarburos policíclicos aromáticos	Mezclas	M1
Alquitrán de carbón (en inglés, coal-tars)	Vol. 35, 1985; Suppl. 7, 1987	1	Sí	Sí	Sí	Sí	Exposición a hidrocarburos policíclicos aromáticos	Mezclas	M2
Bebidas alcohólicas	Vol. 44, 1988	1	En humanos: orofaringe, hepatocarcinoma, esófago, cavidad oral y faringe	Sí	Dieta	No		Mezclas	
Bebida caliente de té de mate	Vol. 51, 1991	2A	En humanos: orofaringe, laringe y esófago	Sí	Dieta	No		Mezclas	

Tabla 2. Agentes carcinógenos de los grupos 1 y 2A de la IARC.

Agente carcinógeno	Monografía IARC	Grupo IARC	Cáncer asociado	Inclusión por sitio anatómico del cáncer	Inclusión por exposición ocupacional CAREX	Inclusión por exposición ocupacional en Colombia	Observaciones sobre la exposición para su inclusión o exclusión	Naturaleza	Código manual
Bifenilos policlorados (PCB)	Vol. 18, 1978; Vol. 7, 1974; Suppl. 7, 1987	2A	Sí	Sí	Sí	Sí	La principal exposición es por dieta y consumo de agua.	Mezclas	M3
Breas (en inglés, coal tars pitches)	Vol. 35, 1985; Suppl. 7, 1987	1	Sí	Sí	Sí	Sí	Exposición a hidrocarburos policíclicos aromáticos	Mezclas	M4
Consumo de pescado salado, estilo chino	Vol. 35, 1985; Suppl. 7, 1987	1	En humanos y animales: nasofaringe	No	Dieta	No		Mezclas	
Creosotas (del alquitrán de carbón)	Vol. 35, 1985; Suppl. 7, 1987	2A	Sí	Sí	Sí	Sí	Exposición a hidrocarburos policíclicos aromáticos	Mezclas	M5
Escape de motores diesel	Vol. 46, 1989	2A	Sí	Sí	Sí	Sí	CAREX excluye buses, taxis, van y camiones por ser baja la exposición. La exposición en el trabajo probablemente exceda los niveles basales en zonas urbanas (usualmente, menor de 0,6 mg/m <sup>3</sup> ; frecuentemente, menor de 0,1 mg/m <sup>3</sup> , medido como dióxido de nitrógeno).	Mezclas	M6
Hollín (en inglés, soots)	Vol. 37, 1985; Suppl. 7, 1987	1	Sí	Sí	Sí	Sí	Exposición a hidrocarburos policíclicos aromáticos	Mezclas	M7

Tabla 2. Agentes carcinógenos de los grupos 1 y 2A de la IARC.

Agente carcinógeno	Monografía IARC	Grupo IARC	Cáncer asociado	Inclusión por sitio anatómico del cáncer	Inclusión por exposición ocupacional CAREX	Inclusión por exposición ocupacional en Colombia	Observaciones sobre la exposición para su inclusión o exclusión	Naturaleza	Código manual
Insecticidas no arsenicales (exposición ocupacional en aplicación y riego de)	Vol. 53, 1991	2A	En humanos: pulmón, linfoma, leucemia y mieloma múltiple. Respecto al toxafeno, existe inadecuada evidencia en humanos y suficiente evidencia en animales de experimentación, en los que produjo adenoma y carcinoma hepatocelular, adenomas de células foliculares de la tiroides y adenomas pituitarios.	Sí	Sí	No (*)	(*) No se incluye en el Manual dado que todos los insecticidas registrados en esa monografía de la IARC se encuentran en el grupo 2B y 3. Grupo 2B: Aramite® [140-57-8] (Monografía IARC: Vol. 5, Suppl. 7; 1987); toxafeno (chlorinated camphene) [CAS: 8001-35-2] (Monografía IARC: Vol. 2.79 del 2001, p.569); Clordecone (Kepone) [143-50-0] (Vol. 20, Suppl. 7; 1987); Mirex [2385-85-5] (Vol. 20, Suppl. 7; 1987); DDT [p,p'-DDT, 50-29-3] (Vol. 53; 1991); heptacloro [76-44-8] (Vol. 79; 2001); clordano [57-74-9] (Vol. 79; 2001); diclorvos [62-73-7] (Vol. 53; 1991). Grupo 3: Aldicarb [116-06-3] (Vol. 53; 1991); deltametrina [52918-63-5] (Vol. 53; 1991); fenvalerato [51630-58-1] (Vol. 53; 1991); permetrina [52645-53-1] (Vol. 53; 1991). La aramita, el clordano y el hexaclorhexano fueron prohibidos en Colombia desde 1987. El DDT fue prohibido escalonadamente, primero para su uso en el tabaco, luego para su aplicación en el café y, por último, para uso en salud pública (contra la malaria). La exposición a Mirex es poco importante como riesgo ocupacional por ser un cebo para hormigas. El toxafeno fue muy usado en Colombia en cultivos de algodón, lo que implica exposición en agricultores y pilotos agrícolas (A. Ramos).	Mezclas	
Mascada de nuez de areca con tabaco	Vol. 37, 1985; Suppl. 7, 1987; Vol. 85, 2004	1	En humanos: de cavidad oral, faringe y esófago	No	Dieta	No		Mezclas	
Mascada de nuez de areca sin tabaco	Vol. 37, 1985; Suppl. 7, 1987; Vol. 85, 2004	1	En humanos: de cavidad oral	No	Dieta	No		Mezclas	
Nuez de areca	Vol. 85, 2004	1	En animales: hígado, pulmón, estómago y esófago	Sí	Dieta	No		Mezclas	
Polvo de madera	Vol. 62, 1995	1	En humanos: de la cavidad nasal y los senos paranasales	No	Sí	Sí		Mezclas	
Productos del tabaco sin humo, diferentes a fumar	Vol. 37, 1985; Suppl. 7, 1987	1	En humanos: faringe, esófago y laringe	Sí	Dieta	No		Mezclas	

Tabla 2. Agentes carcinógenos de los grupos 1 y 2A de la IARC.

Agente carcinógeno	Monografía IARC	Grupo IARC	Cáncer asociado	Inclusión por sitio anatómico del cáncer	Inclusión por exposición ocupacional CAREX	Inclusión por exposición ocupacional en Colombia	Observaciones sobre la exposición para su inclusión o exclusión	Naturaleza	Código manual
Consumo de arsénico en agua potable	Vol. 84, 2004	1	En humanos: hepatocarcinoma, vejiga, pulmón y riñón	Sí	Sin registro	No		Circunstancia de exposición	
Fabricación de muebles y gabinetes	Vol. 25, 1981; Suppl. 7, 1987	1	Sí	Sí	Circunstancial	Sí	Exposición a madera dura y formaldehído	Circunstancia de exposición	C1
Fumador activo	Vol. 38, 1986; Suppl. 7, 1987; Vol. 83, 2004	1	En humanos: pulmón, cavidad oral, orofaringe, hipofaringe, esófago, vejiga y pevis renal. En animales: tracto respiratorio	Sí	Ambiental	No		Circunstancia de exposición	
Fumador pasivo	Vol. 83, 2002	1	En humanos: pulmón	Sí	No registro	No		Circunstancia de exposición	
Fundición de hierro y acero	Vol. 34, 1984; Suppl. 7, 1987	1	Sí	Sí	Circunstancial	Sí	Exposición a hidrocarburos policíclicos aromáticos, formaldehído, asbesto, sílice cristalina y compuestos de níquel	Circunstancia de exposición	C2
Gasificación del carbón	Vol. 34, 1984; Suppl. 7, 1987	1	Sí	Sí	Circunstancial	Sí	Exposición a hidrocarburos policíclicos aromáticos, amina aromática, asbesto, sílice, arsénico, níquel y cadmio	Circunstancia de exposición	C3
Industria del caucho	Vol. 28, 1982; Suppl. 7, 1987	1	Sí	Sí	Circunstancial	Sí	Exposición a hidrocarburos policíclicos aromáticos, 2-naftilamina, formaldehído, MOCA.	Circunstancia de exposición	C4
Lámparas de rayos ultravioleta y cámaras de bronceo (uso de)	Vol. 40, 1986; Vol. 55, 1992	2A	En humanos: melanoma	No	Circunstancial	Sí		Circunstancia de exposición	
Manufactura de auramina	Suppl. 7, 1987	1	En humanos: vejiga y próstata; en animales: hepatocarcinoma	Sí	Circunstancial	No	No existe esta industria en Colombia (J. M. López).	Circunstancia de exposición	
Manufactura de isopropanol (por proceso de ácidos fuertes - nieblas de ácido sulfúrico)	Suppl. 7, 1987	1	En humanos: laringe y senos paranasales	Sí	Circunstancial	No	El isopropanol no se ha manufacturado en Colombia, todo se importa (J. M. López).	Circunstancia de exposición	
Manufactura de magenta	Vol. 57, 1993; Suppl. 7, 1987	1	En humanos: de vejiga	Sí	Circunstancial	No	Exposición a toluidina y anilina	Circunstancia de exposición	

Tabla 2. Agentes carcinógenos de los grupos 1 y 2A de la IARC.

Agente carcinógeno	Monografía IARC	Grupo IARC	Cáncer asociado	Inclusión por sitio anatómico del cáncer	Inclusión por exposición ocupacional CAREX	Inclusión por exposición ocupacional en Colombia	Observaciones sobre la exposición para su inclusión o exclusión	Naturaleza	Código manual
Manufactura de vidrio (decorativo, recipientes y artículos prensados)	Vol. 58, 1994	2A	Sí	Sí	Circunstancial	Sí	Exposición a sílice cristalina, asbesto, cromo VI, cadmio, cobalto y plomo	Circunstancia de exposición	C5
Manufactura y reparación de calzado y botas	Vol. 25, 1981; Suppl. 7, 1987	1	Sí	Sí	Sí	Sí	Exposición a benceno, cloruro de metileno y secantes del cuero	Circunstancia de exposición	C6
Metal de cobalto con carburo de tungsteno	Vol. 52, 1991; Vol. 86 (en preparación)	2A	En humanos: pulmón	Sí	Sin registro	No	En fábricas de metales duros (IARC)	Circunstancia de exposición	
Minería de hematita bajo tierra con exposición a radón	Vol. 1, 1972; Suppl. 7, 1987	1	Sí	Sí	Circunstancial	Sí	La hematita es un mineral de óxido de hierro. En la explotación puede existir exposición a radón, sílice cristalina y escapes de motores de diesel. Aunque existen en Colombia minas de hierro, se desconoce si existe exposición al radón.	Circunstancia de exposición	C7
Nieblas y vapores de ácido sulfúrico	Vol. 54, 1992	1	Sí	Sí	Sí	Sí	Posible exposición ocupacional en Colombia	Circunstancia de exposición	C8
Peluquero y barbero (exposición ocupacional como un)	Vol. 57, 1993	2A	Sí	Sí	Circunstancial	Sí	Exposición a aminas aromáticas en tinturas para el cabello	Circunstancia de exposición	C9
Pintores	Vol. 47, 1989	1	Sí	Sí	Circunstancial	Sí	Exposición a cromo hexavalente, formaldehído e hidrocarburos policíclicos aromáticos	Circunstancia de exposición	C10
Producción de aluminio	Vol. 34, 1984; Suppl. 7, 1987	1	Sí	Sí	Sí	Sí	Pendiente definir si existe esta industria en Colombia.	Circunstancia de exposición	C11
Producción de coque	Vol. 34, 1984; Suppl. 7, 1987	1	Sí	Sí	Circunstancial	Sí	Exposición principalmente a hidrocarburos policíclicos aromáticos	Circunstancia de exposición	C12
Refinería del petróleo (exposición ocupacional en)	Vol. 45, 1989	2A	Sí	Sí	Circunstancial	Sí	Exposición a hidrocarburos policíclicos aromáticos	Circunstancia de exposición	C13

# 7

## ¿Cómo utilizar este manual?

El presente manual incluye datos relevantes, presentados en forma de tablas, para 60 agentes carcinógenos seleccionados, los cuales se clasificaron en cinco grupos de acuerdo con su naturaleza, así: 4 biológicos, 1 físico, 35 químicos, 7 mezclas y 13 circunstancias de exposición. De los anteriores agentes, 33 se encuentran en el grupo 1 y 27 en el grupo 2A de la IARC.

Cada grupo de agentes se presenta en tablas independientes, en las que cada fila corresponde a un agente específico y las columnas contienen la información relevante sobre el mismo. El agente se encuentra ubicado, por orden alfabético, dentro de su grupo respectivo.

Este manual puede ser consultado recurriendo a las variables ubicadas en las columnas, tales como nombre del agente, mezcla o circunstancia de exposición, N<sup>o</sup> CAS, cáncer asociado, sinónimo, entre otras.

Para optimizar el uso de la información contenida en el manual y definir con mayor precisión si alguno de los oficios desempeñados por un paciente pudo ser factor de riesgo para el cáncer que padece, se recomienda realizar los siguientes pasos:

- Identificar en la columna de “cáncer asociado” la localización anatómica del cáncer primario de interés;
- Desplazarse en sentido horizontal hasta las columnas “principales industrias” y “exposición ocupacional”, con el fin de identificar las actividades económicas y las áreas-ope-

raciones-oficios relacionados con dicho cáncer, y compararlos con los desempeñados por el individuo en su vida laboral.

- En la columna de “usos”, también puede encontrar información que le oriente sobre una posible exposición ocupacional. Para ello debe desplazarse, nuevamente, en forma horizontal, con el fin de identificar el agente carcinógeno que pudiese estar asociado con las industrias seleccionadas.

Cuando el profesional conoce los agentes carcinógenos que pueden estar presentes en las industrias u oficios descritos por el paciente, puede ubicar el agente de interés en las tablas respectivas, para luego consultar las columnas de “usos”, “principales industrias” y “exposición ocupacional”, en las que podrá encontrar diferentes áreas-operaciones-oficios relacionados con este agente, para posteriormente correlacionarlos con la historia laboral del paciente.

Cabe resaltar que el proceso posterior de toma de decisiones para definir el origen ocupacional del cáncer en estudio, debe involucrar un análisis minucioso por parte de expertos, considerando información particular de la historia laboral del sujeto y otros datos adicionales sobre las mediciones ambientales en las áreas o puestos de trabajo, al igual que analizar variables personales y familiares.

Para orientar al usuario de este manual, se presenta a continuación el encabezado de cada tabla, el cual es diferente para cada grupo de agentes, así:

Agentes biológicos

Código	Agente	Grupo IARC	Cáncer asociado	Grupo o familia	Distribución geográfica	Reservorio	Modo de transmisión	Exposición ocupacional
--------	--------	------------	-----------------	-----------------	-------------------------	------------	---------------------	------------------------

Agentes físicos

Código	Agente	Grupo IARC	Cáncer asociado	Fuente	Tipo de radiación o de partículas	Usos	Principales industrias	Exposición ocupacional
--------	--------	------------	-----------------	--------	-----------------------------------	------	------------------------	------------------------

Agentes químicos: esta tabla está dividida en tres secciones que contienen la siguiente información:

a.

Código	Nombre del agente	Nº CAS	Grupo IARC	Ruta de exposición	Cáncer asociado
--------	-------------------	--------	------------	--------------------	-----------------

b.

Familia química	Fórmula química	Sinónimo	Descripción física	Propiedades fisicoquímicas de importancia toxicológica
-----------------	-----------------	----------	--------------------	--

c.

Usos	Principales industrias	Exposición ocupacional
------	------------------------	------------------------

En el caso de los metales (arsénico, berilio, cadmio, cromo, níquel) y minerales (asbesto, sílice), la evaluación IARC se refiere, como agente carcinógeno, a compuestos específicos de estos agentes, de los cuales se citan sus nombres, Nº CAS correspondiente y sinónimos.

Grupo de mezclas: esta tabla está dividida en dos secciones, con la siguiente información:

Código	Mezcla	Nº CAS	Grupo IARC	Vía de ingreso	Cáncer asociado	Sinónimos o grupos	Origen	Descripción física
--------	--------	--------	------------	----------------	-----------------	--------------------	--------	--------------------

Composición	Usos	Principales industrias	Exposición ocupacional
-------------	------	------------------------	------------------------

Grupo de circunstancias de exposición

Código	Circunstancia De exposición	Grupo IARC	Cáncer asociado	Procesos industriales	Exposición Ocupacional
--------	-----------------------------	------------	-----------------	-----------------------	------------------------

A continuación se presentan en orden alfabético las descripciones de los términos utilizados en los encabezados de las diferentes columnas incluidas en las tablas de este manual:

**Agente:** es el nombre del agente registrado por la IARC.

**Cáncer asociado:** presenta las localizaciones anatómicas del cáncer que se han reportado asociadas con la exposición al agente, tanto en estudios con animales como en humanos. En algunos casos, cuando existe el dato, se describe el tipo histológico.

**Circunstancia de exposición:** es el nombre de la actividad registrado por la IARC y se refiere al uso de fuentes de exposición o a procesos industriales específicos.

**Código:** identificación propia del manual para cada agente, mezcla o circunstancia de exposición. Para todos los agentes se utiliza un formato combinado de letras y números, así: AX, donde "A" es la primera letra del nombre del grupo al que pertenece el agente y "X" es el número que indica la posición del agente dentro del grupo, en orden alfabético. Por ejemplo, "F1" corresponde al agente número 1 del grupo de agentes físicos, que para este caso es "Radiación X y radiación gamma"; "B1" corresponde al agente número 1 del grupo de agentes biológicos, en este caso "Aflatoxinas".

**Composición:** categoría exclusiva para mezclas; describe la naturaleza química (orgánica o inorgánica) de los diferentes componentes de la mezcla y la composición relativa o proporción aproximada de los mismos, de acuerdo con la información disponible. La mayoría de las mezclas con-

sideradas son de composición compleja e involucran un gran número de componentes, en muchos casos sin identificar ni cuantificar.

**Descripción física:** información para agentes químicos y mezclas; describe el estado físico y las propiedades organolépticas del agente o mezcla.

**Distribución geográfica:** información exclusiva para los agentes biológicos; indica los lugares geográficos en donde se encuentra predominantemente el agente.

**Exposición ocupacional:** corresponde a las actividades económicas o los procesos operativos en los que se ha reportado exposición al agente evaluado. Para las mezclas y circunstancias de exposición se especifican, además, los agentes contaminantes potencialmente presentes en el ambiente laboral (gases, vapores, humos, aerosoles y material particulado). Se resumen las operaciones del proceso industrial, las áreas de trabajo y los oficios en los que se ha confirmado la exposición ocupacional al agente particular.

**Familia:** esta columna sólo se encuentra en la hoja de los agentes biológicos y muestra el grupo taxonómico al cual pertenece el agente.

**Familia química:** corresponde a la familia química a la que pertenece el agente químico. Para compuestos multifuncionales se resalta el grupo funcional más importante o determinante.

**Fórmula química:** representa la composición atómica de los agentes químicos. Los subíndices indican el número de átomos de cada elemento por molécula del compuesto químico.

**Fuente:** categoría exclusiva para agentes físicos; destaca el origen o presencia natural o artificial del agente.

**Grupo IARC:** indica la clasificación del agente en los grupos 1 o 2A de la IARC.

**Mezclas:** corresponde al nombre químico o nombre común de mezclas complejas, de naturaleza química y de presencia natural o artificial.

**Modo de transmisión:** información exclusiva para agentes biológicos; son los mecanismos por medio de los cuales un agente infeccioso pasa del reservorio al huésped humano susceptible.

**Monografía de la IARC:** se presentan el número del volumen y su año de publicación.

**Nº CAS:** corresponde al número de identificación para agentes químicos asignado por el Chemical Abstracts Service (CAS). Tiene el formato "xxx-xx-x", que es único para cada agente.

**Origen:** categoría exclusiva para mezclas; corresponde a la fuente de donde procede el agente, ya sea por presencia natural o como resultado de un proceso industrial, programado o indeseado.

**Principales industrias:** nombres de las principales industrias en las que se utilizan o están presentes los diferentes agentes carcinógenos durante los procesos productivos.

**Procesos industriales:** categoría exclusiva para circunstancias de exposición; hace referencia al empleo de un equipo o el desarrollo de una actividad industrial específica, por ejemplo, procesos industriales de elaboración de patrones, moldeo, fundición, vaciado, acondicionamiento y terminado en la fundición de hierro y acero.

**Propiedades fisicoquímicas de importancia toxicológica:** información exclusiva para agentes químicos; se describen las propiedades fisicoquímicas para cada agente e incluye datos como: peso atómico (metales), peso molecular (compuestos químicos), punto de fusión, punto de congelación, punto de ebullición, presión de vapor y solubilidad en agua.

**Reservorio:** esta categoría es exclusiva para agentes biológicos; son los seres vivos (hombres, animales, plantas) u otro sustrato (suelo o materia orgánica inanimada), en los que los agentes infecciosos viven, se multiplican y se transmiten a un huésped susceptible.

**Ruta de exposición:** corresponde a los sitios de contacto del agente con el organismo, pero no necesariamente es una vía de ingreso. Incluye: inhalación, ingestión y contacto dérmico, principalmente.

**Sinónimos:** otros nombres químicos para el mismo agente.

**Sinónimos o grupos:** categoría exclusiva para mezclas; sinónimos: otros nombres para la misma mezcla; grupos: cuando se pueden utilizar diferentes procesos para la producción de las mezclas o cuando se generan mezclas de la misma naturaleza pero de proporciones diferentes.

**Tipo de radiación o de partículas:** categoría exclusiva para agentes físicos; establece la naturaleza de la radiación emitida (por ejemplo, ionizante o no ionizante) o de la partícula emitida (por ejemplo, alfa, beta, neutrones).

**Usos:** se refiere a los diferentes usos industriales que pueden tener los agentes.

Tabla 3. Agentes carcinógenos biológicos de interés ocupacional grupos 1 y 2A de la IARC.

Código	Agente	Grupo IARC	Cáncer asociado	Familia	Distribución geográfica	Reservorio	Modo de transmisión	Exposición ocupacional
B1	Aflatoxinas (mezclas que ocurren naturalmente)	1	En humanos y animales: hepatocarcinoma	Toxinas de hongos de dos especies de <i>Aspergillus</i> . El <i>Aspergillus flavus</i> produce la aflatoxina B y el <i>Aspergillus parasiticus</i> produce las aflatoxinas B y G.	En climas húmedos y calientes. Contaminante de granos en África y Asia. El <i>Aspergillus flavus</i> es ubicuo mientras que el <i>Aspergillus parasiticus</i> no.	Cultivos de maíz y maní, y semillas de algodón	Vía oral: consumo de maní o maíz contaminado con <i>Aspergillus flavus</i> ; consumo de leche, incluso la materna, contaminada con aflatoxina M <sub>1</sub> , la cual es un metabolito de la aflatoxina B <sub>1</sub> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manipuladores de alimentos, veterinarios, cuidadores de animales</li> <li>Trabajadores en plantas que procesan alimentos para animales                             <ul style="list-style-type: none"> <li>En trabajadores que procesan maíz</li> <li>En trabajadores de molinos de arroz</li> </ul> </li> </ul>
B2	Virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) tipo 1 (infección con)	1	En humanos: linfoma no Hodgkin y sarcoma de Kaposi; en animales: linfoma no Hodgkin, enfermedad de Hodgkin	Virus retroviridae	Mundial	Humanos y primates	Transmisión persona a persona por contacto directo durante el acto sexual, al feto por vía transplacentaria y al niño por la leche materna; por transfusiones sanguíneas; uso de drogas intravenosas; hemoderivados contaminados; órganos trasplantados contaminados; al pincharse con objetos contaminados con sangre y otros fluidos corporales que lo transmiten; alto riesgo para los trabajadores de la salud.	<p>Clasificación del riesgo de exposición:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Trabajadores de la salud y aquellos que realizan su actividad laboral en las instituciones de la red sanitaria:                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Bancos de sangre; 1.2. Hospitales; 1.2.1. Riesgo alto por contacto directo y permanente con sangre y fluidos; salas de especializaciones quirúrgicas, salas de cirugía, urgencias, unidad renal, unidad de quemados; laboratorio clínico, sala de autopsias, unidad de cuidados intensivos, servicio de odontología; 1.2.2. Riesgo medio por contacto no permanente con sangre y fluidos: mantenimiento, aseo, lavandería, consulta externa, gastroenterología, neumología, terapia respiratoria, urología, especializaciones de medicina interna, pediatría, imágenes diagnósticas; 1.2.3. Riesgo bajo por no existir contacto con sangre y fluidos, tales como: cocina, nutrición, terapia física, economato, farmacia, secciones administrativas; 1.3. Centros de salud primaria. 1.4. Cuidados de salud a domicilio. 1.5. Laboratorios de diagnóstico e investigación.</li> <li>Trabajadores en instituciones cerradas: 2.1. Cárceles; 2.2. Centros de rehabilitación de toxicómanos; 2.3. Centros de acogida.</li> <li>Trabajadores que pueden prestar primeros auxilios; 3.1. Bomberos; 3.2. Conductores de ambulancia; 3.3. Agentes de seguridad; 3.4. Socorristas.</li> <li>Trabajadores de diferentes profesiones: 4.1. Trabajadores de centros docentes con riesgo puntual; 4.2. Investigadores y científicos; 4.3. Empleados de servicios funerarios; 4.4. Limpieza doméstica; 4.5. Lavandería; 4.6. Forenses; 4.7. Funcionarios de aduanas; 4.8. Trabajo en alcantarillas; 4.9. Empleados de la recolección de basura, especialmente, sanitaria; 4.10. Masajistas; 4.11. Cosmetólogas y estilistas; 4.12. Acupunturistas; 4.13. Trabajadores que realizan piercing y tatuajes; 4.14. Peluqueros y barberos; 4.15. Trabajadores sexuales.</li> </ol> </li> </ol>
B3	Virus de la hepatitis B (infección crónica con)	1	En humanos: hepatocarcinoma	Virus ADN (Hepad-na virus)	Mundial	Humanos y animales	Persona a persona por contacto directo durante el acto sexual, al feto por vía transplacentaria y al niño por la leche materna; por transfusiones sanguíneas; hemoderivados contaminados y uso de drogas intravenosas, órganos trasplantados contaminados; al pincharse con objetos contaminados con sangre y otros fluidos corporales que lo transmiten; alto riesgo para trabajadores de la salud; si existe vacuna.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Trabajadores que pueden prestar primeros auxilios; 3.1. Bomberos; 3.2. Conductores de ambulancia; 3.3. Agentes de seguridad; 3.4. Socorristas.</li> <li>Trabajadores de diferentes profesiones: 4.1. Trabajadores de centros docentes con riesgo puntual; 4.2. Investigadores y científicos; 4.3. Empleados de servicios funerarios; 4.4. Limpieza doméstica; 4.5. Lavandería; 4.6. Forenses; 4.7. Funcionarios de aduanas; 4.8. Trabajo en alcantarillas; 4.9. Empleados de la recolección de basura, especialmente, sanitaria; 4.10. Masajistas; 4.11. Cosmetólogas y estilistas; 4.12. Acupunturistas; 4.13. Trabajadores que realizan piercing y tatuajes; 4.14. Peluqueros y barberos; 4.15. Trabajadores sexuales.</li> </ol>
B4	Virus de la hepatitis C (infección crónica con)	1	En humanos: hepatocarcinoma	Virus ARN	Mundial; en la mayoría de los países, del 0,5% al 2% de la población tiene evidencia de infección serológica pasada o presente.	Humanos	Persona a persona por contacto indirecto al compartir agujas infectadas en usuarios de drogas endovenosas o de diálisis, al feto por vía transplacentaria o por la leche materna; por transfusiones sanguíneas; hemoderivados contaminados o trasplante de órganos contaminados; al pincharse con objetos contaminados con sangre y otros fluidos corporales que lo transmiten; en menor proporción, durante el acto sexual; alto riesgo para los trabajadores de la salud. No existe vacuna.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Trabajadores que pueden prestar primeros auxilios; 3.1. Bomberos; 3.2. Conductores de ambulancia; 3.3. Agentes de seguridad; 3.4. Socorristas.</li> <li>Trabajadores de diferentes profesiones: 4.1. Trabajadores de centros docentes con riesgo puntual; 4.2. Investigadores y científicos; 4.3. Empleados de servicios funerarios; 4.4. Limpieza doméstica; 4.5. Lavandería; 4.6. Forenses; 4.7. Funcionarios de aduanas; 4.8. Trabajo en alcantarillas; 4.9. Empleados de la recolección de basura, especialmente, sanitaria; 4.10. Masajistas; 4.11. Cosmetólogas y estilistas; 4.12. Acupunturistas; 4.13. Trabajadores que realizan piercing y tatuajes; 4.14. Peluqueros y barberos; 4.15. Trabajadores sexuales.</li> </ol>

Tabla 4. Agentes carcinógenos físicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Agente	Grupo IARC	Cáncer asociado	Fuente	Tipo de radiación o de partículas	Usos	Principales industrias	Exposición ocupacional
F1	Radiaciones X y gamma	1	En humanos y animales: leucemia; en animales: hepático, linfoma, mama y pulmón	Natural y artificial, esta última, principalmente, para exposición ocupacional	Radiación ionizante	<ul style="list-style-type: none"> <li>Médico: diagnóstico y tratamiento</li> <li>Unidades de radioterapia</li> <li>Industrial</li> </ul>	Unidades de radiología médica; industrias de diferente tipo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Radiación gamma: trabajadores de radiofarmacia (salas de mezclas y preparación de radiofármacos)</li> <li>Rayos X: centros de diagnóstico y unidades radiológicas; médicos y personal técnico durante la toma de radiografías y manejo de equipos generadores de rayos X; personal de rayos X (profesionales, técnicos o tecnólogos, auxiliares); uso industrial en mantenimiento de equipos, verificación de procesos de soldadura en tubería de oleoductos; para medición de flujos, volúmenes o densidad en industria textil, de alimentos, de explotación de carbón, en refinerías de petróleo o de ferrometálicos</li> <li>Radiación cósmica: pilotos, asistentes de vuelo, astronautas</li> </ul>

Tabla 5a. Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Agente	Nº CAS	Grupo IARC	Ruta de exposición	Cáncer asociado
Q1	4-aminobifenilo	92-67-1	1	Por inhalación, ingestión y contacto dérmico	En humanos y animales: de vejiga
Q2	Arsénico y compuestos de arsénico: (a) arsénico elemental (b) ácido arsánico (c) pentóxido de arsénico (d) sulfuro de arsénico (e) trióxido de arsénico (f) arsina (g) arseniato de calcio (h) ácido dimetilarsínico (i) arseniato de plomo (j) ácido metilarsónico, sal de monosodio (k) ácido metilarsónico, sal de monosodio (l) arseniato de potasio (m) arsenito de potasio (n) arseniato de sodio (o) arsenito de sodio (p) acodilato sódico	(a) 7440-38-2 (b) 98-50-0 (c) 1303-28-2 (d) 1303-33-9 (e) 1327-53-3 (f) 7784-42-1 (g) 7778-44-1 (h) 75-60-5 (i) 3687-31-8 (j) 144-21-8 (k) 2163-80-6 (l) 7784-41-0 (m) 13464-35-2 (n) 7631-89-2 (o) 7784-46-5 (p) 124-65-2	1	Por inhalación y contacto dérmico	En humanos: de vejiga, riñón, pulmón, linfomatopoyético (linfomas, leucemias, mielomas), gastrointestinal (carcinoma de colon), hemangiosarcoma hepático, carcinoma hepatocelular, de piel, meningioma, próstata, carcinoma de la cavidad oral; en animales: evidencia limitada
Q3	Asbesto (nombre genérico para 6 minerales) (a) Fibras de asbesto (en general) Grupo de los anfíboles: (b) actinolita (c) amosita (d) antofilita (e) crocidolita (f) tremolita Grupo de la serpentina: (g) Crisotilo	(a) 1332-21-4 (b) 13768-00-8 (c) 12172-73-5 (d) 17068-78-9 (e) 12001-28-4 (f) 14567-73-8 (g) 12001-29-5	1	Por inhalación	En humanos: de pulmón, mesotelioma (pleura, pericardio y peritoneal). No hay información conclusiva para colon, recto, riñón, linfomatopoyético (linfoma no Hodgkin, leucemia linfática crónica y mieloma múltiple) y laríngeo. Se potencia su efecto carcinógeno en el pulmón por el consumo de cigarrillo y se ha evidenciado un efecto sinérgico con coexposición a benzo(a)pireno y N-nitrosodietilamina.
Q4	Benceno	71-43-2	1	Por inhalación y contacto dérmico	En humanos: leucemias (principalmente, leucemia mieloide aguda, menos con leucemia linfocítica crónica) y poco con mieloma múltiple y linfoma no Hodgkin; en animales: varios tipos de carcinoma (pulmón, hígado, de piel, cavidad oral y nasal, linfoma y otros tejidos no especificados)
Q5	Bencidina	92-87-5	1	Por inhalación, ingestión y contacto dérmico	En humanos: de vejiga e hígado (este último asociado a 2-naftilamina); en animales: hepático y de glándula mamaria
Q6	Benzo(a)antraceno	56-55-3	2A	Por inhalación	Inadecuada evidencia de carcinogenicidad en humanos; estudios epidemiológicos y de mortalidad para mezclas de PAH; en trabajadores de hornos de coque: cáncer de pulmón y genitourinario; para los expuestos a creosotas, breas y alquitrán de carbón: cáncer de piel y de pulmón Suficiente evidencia en animales de experimentación; por vía oral: papilomas de estómago, adenoma en pulmón y hepatomas; por vía tópica: papilomas; una sola inyección subcutánea: sarcomas en adultos y adenoma pulmonar y adenocarcinoma en recién nacidos. Listado por primera vez en 1981 en el segundo reporte anual de carcinógenos.

Tabla 5a. Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Agente	Nº CAS	Grupo IARC	Ruta de exposición	Cáncer asociado
Q7	Benzo(a)pireno	50-32-8	2A	Por inhalación, ingestión y contacto dérmico	Suficiente evidencia en animales de experimentación; por vía oral: adenomas de pulmón y de estómago; por vía tópica: carcinomas y adenomas de piel; por inhalación: carcinoma y papiloma traqueal, carcinoma de células escamosas del pulmón (instalación intratraqueal); por inyección subcutánea: sarcomas de piel (seguido de inyecciones subcutáneas repetidas) y pulmón (luego de la instalación intratraqueal). Inadecuada evidencia de ser carcinógeno en humanos, según estudios epidemiológicos y de mortalidad para mezclas de PAH, en trabajadores de hornos de coque: de pulmón y genitourinario; en los expuestos a creosotas, brea y alquitrán de carbón: cáncer de piel y de pulmón Listado por primera vez en 1981 en el segundo reporte anual de carcinógenos.
Q8	Berilio y sus compuestos: (a) berilio metal (b) aleaciones de berilio-aluminio (c) aleaciones de berilio-cobre (d) beryl (e) cloruro de berilio (f) fluoruro de berilio (g) hidróxido de berilio (h) sulfato de berilio (i) sulfato de berilio tetrahidratado (j) óxido de berilio (k) carbonato de berilio básico (l) nitrato de berilio (m) nitrato de berilio trihidratado (n) nitrato de berilio tetrahidratado (o) fosfato de berilio (p) silicato de berilio (q) silicato de zinc berilio	(a) 7440-41-7 (b) 12770-50-2 (c) 11133-98-5 (d) 1302-52-9 (e) 7787-47-5 (f) 7787-49-7 (g) 13327-32-7 (h) 13510-49-1 (i) 7787-56-6 (j) 1304-56-9 (k) 1319-43-3 (l) 13597-99-4 (m) 7787-55-5 (n) 13510-48-0 (o) 13598-15-7 (p) 13598-00-0 (q) 39413-47-3	1	Por inhalación y contacto dérmico	En humanos: de pulmón y del sistema nervioso central; en animales: de pulmón y osteosarcomas
Q9	1,3-butadieno	106-99-0	2A	Por inhalación y mínimo por contacto dérmico	En humanos y animales: linfomatomapoyético (linfosarcoma y reticulosarcoma, leucemia) y cáncer gástrico: estudios poco concluyentes en exposición ocupacional por múltiple exposición a otros agentes químicos; en animales: también de múltiples órganos como pulmón, ovario, hemangiosarcoma, entre otros.
Q10	Cadmio y sus compuestos: (a) cadmio (b) acetato de cadmio (c) carbonato de cadmio (d) cloruro de cadmio (e) hidróxido de cadmio (f) nitrato de cadmio (g) estearato de cadmio (h) sulfato de cadmio (i) sulfuro de cadmio (j) óxido de cadmio (k) aleaciones cadmio-cobre	(a) 7440-43-9 (b) 543-90-8 (c) 513-78-0 (d) 10108-64-2 (e) 21041-95-2 (f) 10325-94-7 (g) 2223-93-0 (h) 10124-36-4 (i) 1306-23-6 (j) 1306-19-0 (k) 37364-06-0; 12685-29-9; 132295-56-8; 132295-57-9	1	Exposición ocupacional: por inhalación (polvos y humos), ingestión (accidental de polvo por contaminación de manos, alimentos o comida); en la población general: consumo de agua y alimentos contaminados, inhalación de partículas por humo de cigarrillo, ingestión de polvo y suelo contaminado	En humanos: de pulmón y vejiga; el de próstata, controvertido; en animales: adenocarcinoma de pulmón por inhalación; por vía oral: leucemia y testículo; por inyección: sarcomas locales, próstata, testículo, linfoma, glándula adrenal, glándula pituitaria y riñón

Tabla 5a. Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Agente	Nº CAS	Grupo IARC	Ruta de exposición	Cáncer asociado
Q11	Captafol	2425-06-1	2A	Por inhalación, ingestión y contacto dérmico	En animales: adenocarcinomas del intestino delgado, hemangioendoteliomas del corazón, bazo e hígado, carcinoma renal, linfosarcomas, enfermedades mieloproliferativas y hemangio-sarcomas; sin datos en humanos
Q12	4-cloro-orto-toluidina y sus sales de ácido fuerte	95-69-2	2A	Por inhalación, ingestión y contacto dérmico	En humanos: limitada evidencia para cáncer de vejiga; en animales: hemangiosarcoma en bazo y tejido adiposo (por vía oral). Listado por primera vez en 1988, en el octavo reporte de carcinógenos.
Q13	Cloruro de vinilo	75-01-4	1	Por inhalación e ingestión	En humanos y animales: de pulmón y angiosarcoma hepático; en humanos: de cerebro y linfomatomopoyético Listado desde 1980, en el primer reporte anual de agentes carcinógenos.
Q14	Cromo VI, compuestos: a) dicromato de amonio b) cromato de calcio c) trióxido de cromo d) cromato de plomo e) cromato de potasio f) dicromato de potasio g) cromato de sodio h) dicromato de sodio i) cromato de estroncio j) cromato de zinc	a) 7789-09-05 b) 13765-19-0 c) 1333-82-0 d) 7758-97-6 e) 7789-00-6 f) 7778-50-9 g) 7775-11-03 h) 7789-12-0 i) 7789-06-02 j) 13530-65-9	1	Por inhalación, ingestión y contacto dérmico	En humanos: de pulmón. En animales: • Cromato de calcio y trióxido de cromo: pulmón • Cromato de plomo: riñón • Cromato de zinc: bronquios • Cromato de bario: no hay evidencia de su efecto carcinógeno
Q15	Dibenzo[ah]antraceno	53-70-3	2A	Por inhalación e ingestión	En humanos, por exposición a mezclas de hidrocarburos policíclicos aromáticos: de pulmón, genitourinario y de piel En animales: por vía oral: carcinoma escamocelular, papilomas de estómago, carcinoma escamocelular de pulmón, hemangiotelioma, mama; por inyección en los órganos: sarcomas en piel, adenoma de pulmón y adenocarcinoma renal; por vía inhalatoria en otros órganos como estómago, esófago, hígado, riñón, bronquios, tejido linfático y mieloide.
Q16	Dibromuro de etileno	106-93-4	2A	Por inhalación	Hay suficiente evidencia de su potencial de causar cáncer en animales de experimentación; por vía oral: carcinoma escamocelular del estómago anterior, pulmonar, hemangiosarcomas, papilomas esofágicos; por inhalación: adenomas y carcinomas de la cavidad nasal, hemangio-sarcomas, tumores de las glándulas mamarias, tumores de tejido conectivo, pulmón, mesoteliomas peritoneales; tóxico: de piel Evidencia inadecuada en humanos.
Q17	Epiclorhidrina	106-89-8	2A	Por inhalación, ingestión y contacto dérmico	En humanos: de pulmón (exceso de cáncer respiratorio en trabajadores expuestos, un solo estudio, en coexpuestos a sulfato de isopropilo); en animales: de cavidad nasal por inhalación y por sonda gástrica, carcinomas y papilomas en intestino; por vía subcutánea produce sarcomas locales.
Q18	Formaldehído	50-00-0	1	Por inhalación y contacto dérmico	En humanos: nasofaringeo (carcinoma escamocelular) y leucemia (evidencia sólida pero no suficiente para leucemia, principalmente tipo mieloide, en embalsamadores, patólogos, anatomistas y otros trabajadores en industrias expuestas a formaldehído); en animales: leucemia
Q19	4-4'-metilen-bis(2-cloroanilina) (MOCA)	101-14-4	2A	Por inhalación, ingestión y contacto dérmico	En humanos: vejiga. En animales: carcinoma hepatocelular, pulmón, vejiga, uretra, adenocarcinoma de la glándula mamaria, carcinoma de la glándula Zymbal

Tabla 5a. Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Agente	Nº CAS	Grupo IARC	Ruta de exposición	Cáncer asociado
Q20	Niquel y sus compuestos (a) acetato de níquel (b) carbonato de níquel (c) cloruro de níquel hexahidratado (d) disulfuro de níquel (e) hidróxido de níquel (f) monóxido de níquel (g) níquel carbonilo (h) níquel metálico (i) níqueloceno (j) nitrato de níquel (k) subsulfuro de níquel (l) sulfarseniuro de níquel (m) sulfato de níquel (n) sulfato hexahidratado de níquel (o) sulfuro de níquel	(a) 373-02-4 (b) 3333-67-3 (c) 7791-20-0 (d) 12035-51-7; 12035-50-6 (e) 12054-48-7 (f) 1313-99-1 (g) 13463-39-3 (h) 7440-02-0 (i) 1271-28-9 (j) 13138-45-9 (k) 12035-72-2 (l) 12255-10-6 (m) 7786-81-4 (n) 10101-97-0 (o) 16812-54-7; 11113-75-0 (amorfa); 1314-04-1	1	Por inhalación (humos y partículas), ingestión (partículas) y contacto dérmico	En animales: en diferentes especies de animales y en diferentes sitios, principalmente feocromocitoma.  En humanos: pulmón y senos nasales.  El níquel y sus compuestos fueron listados por primera vez en 1980 como razonablemente carcinógenos para el ser humano. En el 2002 los compuestos de níquel fueron clasificados como reconocidos carcinógenos en el décimo reporte de carcinógenos. El níquel metálico tiene suficiente evidencia de su efecto carcinógeno en animales de experimentación e inadecuada evidencia como carcinógeno en seres humanos. Carcinógenos en seres humanos: subsulfuro de níquel, óxidos de níquel a altas temperaturas como óxidos de níquel-cobre y monóxido de níquel (los otros compuestos no son carcinógenos en humanos).
Q21	7-8-óxido de estireno	96-09-3	2A	Por inhalación, ingestión y contacto dérmico	En humanos: estudios inadecuados que relacionen cáncer y exposición a óxido de estireno. En animales: estómago e hígado.
Q22	Óxido de etileno	75-21-8	1	Por inhalación, ingestión y contacto dérmico	En humanos: leucemia linfocítica, linfoma no Hodgkin, cáncer gástrico y en 1995 se sospecha para cáncer de mama. En animales: sistema hematopoyético, pulmón, glándula mamaria, útero, glándula harderiana, cerebro, mesotelio. Listado en 1985 en el cuarto reporte de carcinógenos como razonablemente carcinógeno para humanos y en el noveno reporte, pasó a la categoría de conocido carcinógeno para humanos, por suficiente evidencia de su mecanismo para causar cáncer en humanos y en animales.
Q23	Plomo, compuestos inorgánicos: a) acetato de plomo b) subacetato de plomo c) bromuro de plomo d) cloruro de plomo e) cromato de plomo f) dióxido de plomo g) nitrato de plomo h) fosfato de plomo i) sulfato de plomo j) sulfuro de plomo k) plomo metal	a) 301-04-2 b) 1335-32-6 c) 10031-22-8 d) 7758-95-4 e) 7758-97-6 f) 1309-60-0 g) 10099-74-8 h) 7446-27-7 i) 7446-14-2 j) 1314-87-0 k) 7439-92-1	2A	Por inhalación e ingestión, mínima absorción por contacto dérmico	En humanos: de pulmón, estómago y vejiga; en animales: renal (carcinoma, adenocarcinoma y carcinoma), cerebro (glioma), hematopoyético. El acetato de plomo y el fosfato de plomo fueron listados por primera vez en el segundo listado de agentes carcinógenos, mientras que el plomo y sus otros compuestos sólo hasta el 2004, en el décimo reporte. Los compuestos inorgánicos solubles (acetato de plomo y subacetato de plomo) e insolubles (cromato de plomo y fosfato de plomo), junto con el plomo tetraetil, han mostrado efectos carcinógenos en animales de experimentación.
Q24	Sílice cristalina (cuarzo)	14808-60-7	1	Por inhalación	En humanos: de pulmón; en animales: pulmón por inhalación y linfoma por inyección intrapleurales o intraperitoneal. Aparece desde 1991 en la lista anual de carcinógenos.

Tabla 5a. Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Agente	Nº CAS	Grupo IARC	Ruta de exposición	Cáncer asociado
Q25	Sulfato de dietilo	64-67-5	2A	Por inhalación y contacto dérmico	En humanos: laringe y cerebro; en animales: de cerebro y estómago; por inyección subcutánea se presentan sarcomas locales y metástasis a pulmón.
Q26	Sulfato de dimetilo	77-78-1	2A	Por inhalación y contacto dérmico	En humanos: de pulmón; en animales: sistema nervioso periférico, sarcoma nasal, carcinoma pulmonar y sarcomas locales según el sitio de inoculación, con metástasis a pulmón.
Q27	Talco con fibras asbestiformes	14807-96-6	1	Por inhalación	En humanos: de pulmón y mesoteliomas
Q28	2,3,7,8-tetraclorodibenzo-(b,e)(1,4)dioxina	1746-01-6	1	Por inhalación, ingestión y contacto dérmico	En humanos: de pulmón, linfoma no Hodgkin, mieloma múltiple, tracto gastrointestinal y sarcomas de tejido blando; mayor asociación con períodos prolongados de latencia y exposición elevada; en animales: de hígado, tiroides, linfomas, paladar duro, lengua y cavidad nasal
Q29	Tetracloroetileno	127-18-4	2A	Por inhalación, ingestión (principalmente de aguas contaminadas) y poca absorción por contacto dérmico	En humanos: linfosarcomas, leucemias, linfoma no Hodgkin y cánceres de piel, pulmón, colon, laringe, esófago, cuello uterino y tracto urogenital; estudio de conglomerados familiares de leucemia linfocítica crónica; limitada evidencia de su efecto carcinógeno por estudios de mortalidad proporcional en trabajadores en lavanderías pero con coexposición a otros solventes como el tricloroetileno; cabe resaltar que el número total de trabajadores en las cohortes estudiadas fue pequeño. En animales: adenomas y carcinomas hepatocelulares, leucemia de células mononucleares, neoplasma celular raro del tubulo renal (por inhalación); carcinoma hepatocelular (vía oral). Listado por primera vez en 1989 en el quinto reporte anual de carcinógenos, por la suficiente evidencia de su efecto carcinógeno en animales de experimentación.
Q30	Tinturas a base de bencidina Tipos de bencidina: a) 3,3'-dicloro-bencidina b) 3,3'-dimetoxi-bencidina c) 3,3'-dimetil-bencidina	De las bencidinas: a) 91-94-1 b) 119-90-4 c) 119-93-7	2A	Por inhalación y contacto dérmico	En humanos: de vejiga (inadecuada evidencia); en animales: de hígado y glándula mamaria (suficiente evidencia) Listados por primera vez en el 2000, en el noveno reporte de carcinógenos.
Q31	Toluenos-alfaclorados (compuestos de): (a) cloruro de benzal (b) benzotricloruro (c) cloruro de benzilo (d) cloruro de benzoilo (exposiciones combinadas)	(a) 98-87-3 (b) 98-07-7 (c) 100-44-7 (d) 98-88-4	2A	Por inhalación, ingestión y contacto dérmico	En humanos: de pulmón (limitada evidencia); en animales: de estómago y pulmón (cloruro de benzilo) y piel (benzotricloruro) (suficiente evidencia); inadecuada evidencia para cloruro de benzoilo y limitada evidencia para cloruro de benzal
Q32	o-toluidina	95-53-4	2A	Por inhalación y contacto dérmico	En humanos: de vejiga; en animales: de vejiga, hígado y vascular
Q33	Tricloroetileno	79-01-6	2A	Por inhalación e ingestión	En humanos: de hígado, riñón, linfoma no Hodgkin, y menor asociación para próstata y mieloma múltiple (7 estudios de cohorte y metaanálisis, pero con un número pequeño de trabajadores); en animales: de hígado, riñón, pulmón, linfoma, testículos y leucemia (múltiples sitios y múltiples especies) Listado por primera vez en el 2000, en el noveno reporte sobre carcinógenos.
Q34	1,2,3-tricloropropano	96-18-4	2A	Por inhalación, ingestión y contacto dérmico	En humanos: evidencia inadecuada de efecto carcinógeno; en animales: de hígado, estómago, riñón, clítoris, páncreas, seno, prepucio y útero; suficiente evidencia de efecto carcinógeno
Q35	Tris-2,3-dibromopropil-fosfato	126-72-7	2A	Por inhalación, ingestión y contacto dérmico	En humanos: estudios no conclusivos; en animales: de pulmón, hígado y riñón (adenoma tubular); tóxico: de piel, pulmón, estómago y cavidad oral Listado desde 1981 en el segundo reporte anual de carcinógenos.



Tabla 5b. Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Familia química	Fórmula química	Sinónimo	Descripción física	Propiedades fisicoquímicas de importancia toxicológica
Q3	Mineral fibroso natural de silicatos hidratados; los anfíboles contienen silicato de hierro (peroxidante) y el crisotilo silicato de magnesio.	(a) General $H_x - Mg_y - O_z - Si_2$ (b) $Ca_2(Mg,Fe)_3(Si_8O_{22})(OH)_2$ (c) $(FeMg)_7(Si_8O_{22})(OH)_2$ (d) $7MgO \cdot 5SiO_2 \cdot H_2O$ (e) $Na_3(Fe_2 + 3Fe_3 + 2)(Si_8O_{22})(OH)_2$ (f) $Ca_2Mg_3(Si_8O_{22})(OH)_2$ (g) $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$	a) Amianto b) Asbestos c) Amosita o asbesto café o mirosita d) Ferroantofilita, asbesto azbolem e) Crocidolita o asbesto azul f) Tremolita fibrosa g) Crisotilo: asbesto blanco, calidria, metaxito, crisotilo serpentina	Minerales naturales fibrosos; son inoloros, resistentes al calor, a la tracción y a la degradación química o biológica. Los anfíboles son fibras largas, rígidas y rectas. El crisotilo es una fibra tipo serpiente que se presenta en forma ensortijada y contiene fibras elásticas (láminas tubulares con un hueco central que le dan así a la fibra mayor flexibilidad), cortas y curvas, de menor biopersistencia y resistencia a los ácidos en relación con las demás fibras tipo anfíboles.  Las que tienen mayor poder carcinógeno son las fibras largas (más de 8 micras) y delgadas (menos de 1,5 micras).	<b>pm:</b> varios valores según del tipo de asbesto <b>pf:</b> 600 <b>pe:</b> descomposición <b>pv:</b> 0 aproximadamente <b>s:</b> insoluble en agua  El crisotilo tiene en su superficie una carga positiva y se disuelve en ácido diluido. Los anfíboles varían en su fórmula química y propiedades físico-químicas pero, en general, son fibras delgadas, largas, sin hueco central, con carga negativa en su superficie y muy resistentes a los ácidos (excepto la actinolita). La crocidolita usualmente contiene impurezas orgánicas, incluidos los hidrocarburos policíclicos aromáticos. La antofilita y la tremolita pueden ser contaminantes naturales en los depósitos de talco; la tremolita puede estar contaminando los depósitos de crisotilo y la actinolita es un contaminante común de los depósitos de amosita.
Q4	Hidrocarburo aromático	$C_6H_6$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceite de carbón</li> <li>• Benzol</li> <li>• Benzol para motor</li> <li>• Ciclohexatrieno</li> <li>• Hidruro de fenilo</li> <li>• Nafta de carbón</li> <li>• Nafta minera</li> <li>• Pirobenzol</li> </ul>	Líquido incoloro o ligeramente amarillado con olor aromático.	<b>pm:</b> 78,1 <b>pe:</b> 80,6°C <b>pv:</b> 75  <b>s:</b> 0,07 en agua (ligeramente soluble) y soluble en otros solventes orgánicos
Q5	Amina aromática	$C_{12}H_{12}N_2$	4,4'-bianilina p,p'-bianilina 4,4'-bifenildiamina 1,1'-bifenil-4,4'-diamina 4,4'-diaminobifenilo p-diaminobifenilo Componente 112 diazoazoico	Polvo de color blanco cristalino o amarillo grisáceo o gris rojizo; se oscurece por acción de la luz y el agua.	<b>pm:</b> 184,3 <b>pf:</b> 120°C <b>pe:</b> 403°C <b>pv:</b> baja <b>s:</b> 0,04% a 12,3°C
Q6	Hidrocarburo policíclico	$C_{18}H_{12}$	1,2-benzantreno 1,2-benz(a)antraceno 1,2-benzo(a)antraceno 2,3-benzfenantreno Benzantraceno Benz(a)antraceno Benzantraceno Benzo(a)antraceno Naftantraceno Tetrafiteno	Láminas incoloras con fluorescencia verde-amarillenta a violeta.	<b>pm:</b> 228,3°C <b>pf:</b> 158-159°C <b>pe:</b> 400°C  <b>s:</b> poco soluble en agua

Tabla 5b. Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Familia química	Fórmula química	Sinónimo	Descripción física	Propiedades fisicoquímicas de importancia toxicológica
Q7	Hidrocarburo policíclico	$C_{20}H_{12}$	3,4-benz(a)pireno 3,4-benzilpireno 1,2-benzopireno 3,4-benzopireno 6,7-benzopireno B[A]P Benz(a)pireno Benzo(d,e,f)criseno Benzopireno BP	Cristales en forma de aguja, de color amarillo, que en una solución de benceno muestran fluorescencia azul o violeta, y en una solución de ácido sulfúrico concentrado son de color rojo-anaranjado, con fluorescencia verde.	<b>pm:</b> 252 <b>pf:</b> 177 <b>pe:</b> 495  s: muy poco soluble en agua: 0,00000038 g/100 ml
Q8	(a) metal alcalino (b) aleación (c) aleación (d) ciclo-silicato (e) sal (f) sal (g) hidróxido (h) sal (i) sal (j) óxido (k) sal (l) sal (m) sal (n) sal (o) sal (p) sal (q) sal	(a) Be (b) AlBe (c) BeCu (d) $Be_3Al_2Si_6O_{18}$ (e) $BeCl_2$ (f) $BeF_2$ (g) $Be(OH)_2$ (h) BeS (i) $Be_3(H_2O)$ (j) BeO (k) $Be_2CO_3H_2$ (l) $Be_3N_2O_6$ (m) $Be_3N_2O_6 \cdot 3(H_2O)$ (n) $Be_3N_2O_6 \cdot 4(H_2O)$ (o) $Be_3P_2O_3$ (p) $Be_2SiO_4$ (q) $BeO_xSiZn$	(a) Metal de berilio, glucinio (b) Aleación de aluminio, no base (c) Aleación a base de cobre (d) Silicato de berilio y aluminio (e) Diclورو de berilio (f) Difloruro de berilio (g) Dihidróxido de berilio (h) Sal de berilio del ácido sulfúrico (i) Sal de berilio del ácido sulfúrico tetrahidratado (j) Monóxido de berilio, berilia (k) Sal de berilio del ácido carbónico (l) Dinitrato de berilio, sal de berilio del ácido nítrico (m) Sal de berilio del ácido nítrico trihidratado (n) Sal de berilio del ácido nítrico tetrahidratado (o) Berilio ortofosfato (p) No tiene (q) No tiene	(a) Berilio: sólido blanco-gris, duro y quebradizo (b y c) No se incluyen datos. (d) Berilio: cristal, incoloro en forma pura pero por las impurezas adquiere color verde, rosado o amarillo. Da origen a piedras preciosas como esmeralda, aguamarina, morganita, heliodoro, goshenita, berilio noble y berilio común. (e) Cloruro de berilio: cristales delicuescentes incoloros o ligeramente amarillos (f) Fluoruro de berilio: sólido higroscópico, amorfo, incoloro o blanco (g) Hidróxido de berilio: polvo anfótero, amorfo, blanco (h) Sulfato de berilio: cristales incoloros (i) Sulfato de berilio tetrahidratado: cristal incoloro (j) Óxido de berilio: polvo anfótero, de incoloro a blanco, inodoro (k) Carbonato básico de berilio: polvo blanco (l) Nitrato de berilio: sólido de color blanco a amarillo (m) Nitrato de berilio trihidratado: cristales de color amarillo a blanco, delicuescentes (n) Nitrato de berilio tetrahidratado: cristales de color blanco (o) Fosfato de berilio trihidratado: sólido de color blanco, inodoro (p) Silicato de berilio: cristales incoloros (q) Silicato de berilio-zinc: sólido cristalino	(a) Berilio: <b>pa:</b> 9 gr/md <b>pf:</b> 1,298 <b>pe:</b> 2,520 <b>pv:</b> 0 aproximadamente <b>s:</b> insoluble (b, c y d) No se describen datos (e) Cloruro de berilio: <b>pm:</b> 79,9 <b>pf:</b> 399,2 <b>s:</b> soluble en agua (f) Fluoruro de berilio: <b>pm:</b> 47 <b>pf:</b> 555 <b>s:</b> soluble (g) Hidróxido de berilio: <b>pm:</b> 43 <b>pf:</b> 38 <b>s:</b> insoluble (h) Sulfato de berilio: <b>pm:</b> 105,1 <b>pf:</b> se descompone a 500°C <b>d:</b> 2,44 g/cc <b>s:</b> soluble en agua (i) Sulfato de berilio tetrahidratado: <b>pm:</b> 105 <b>pf:</b> 550 <b>s:</b> es soluble en agua caliente (j) Óxido de berilio: <b>pm:</b> 25 <b>pf:</b> no dato <b>pe:</b> 3,900°C <b>d:</b> 3,01 g/cc <b>s:</b> insoluble en agua (k) Carbonato de berilio básico: <b>pm:</b> 181,07 <b>pf:</b> se descompone a 200°C, produciendo óxido de berilio <b>s:</b> insoluble en agua (l) Nitrato de berilio: <b>pm:</b> 133 <b>pe:</b> se descompone a 100°C <b>pf:</b> 60°C <b>dr:</b> 1,56 g/cm <sup>3</sup> <b>s:</b> muy soluble en agua (m) Nitrato de berilio trihidratado: <b>pm:</b> 187,068 <b>pe:</b> 142°C <b>pf:</b> 60,5°C <b>s:</b> muy soluble en agua y etanol (n) Nitrato de berilio tetrahidratado: <b>pm:</b> 205,08 <b>pe:</b> 142°C <b>pf:</b> 60,5°C <b>dr:</b> 1,557 g/cc a 25°C <b>s:</b> poco soluble en agua (o) Fosfato de berilio trihidratado: <b>pm:</b> 271,03 <b>pf:</b> se descompone a 100°C al perder agua (p) Fosfato de berilio: <b>pm:</b> 216,979 <b>s:</b> ligeramente soluble en agua (q) Silicato de berilio: <b>pm:</b> 110,11 <b>pe:</b> sin dato <b>pf:</b> 1.560°C <b>d:</b> 3,0 g/cc <b>s:</b> sin dato (q) Silicato de berilio-zinc: <b>pm:</b> 166,49 No tiene otros datos

Tabla 5b. Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Familia química	Fórmula química	Sinónimo	Descripción física	Propiedades fisicoquímicas de importancia toxicológica
Q9	Hidrocarburo alifático	$\text{CH}_2=\text{CHCH}=\text{CH}_2$	Bietileno Bivinilo Butadieno Dietileno Eritreno Pirrolileno Transbutadieno Vinietileno	Gas incoloro con un ligero olor aromático, similar al olor de la gasolina	<b>pm:</b> 54,1 <b>pe:</b> - 4,4°C <b>pv:</b> 1.790 a 20°C <b>dv:</b> 1,8  <b>s:</b> insoluble en agua, ligeramente soluble en etanol y metanol, y soluble en otros solventes orgánicos
Q10	(a) metal (b) sal (c) sal (d) sal (e) alcali inorgánico (f) sal (g) sal orgánica (h) sal (i) sal (j) óxido (k) aleación	(a) Cd (b) $\text{C}_6\text{H}_6\text{CdO}_4$ (c) $\text{CdCO}_3$ (d) $\text{CdCl}_2$ (e) $\text{CdOH}_2$ (f) $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (g) $\text{Cd}(\text{C}_{12}\text{H}_{18}\text{O})_4$ (h) $\text{CdSO}_4$ (i) CdS (j) CdO (k) CdCu	(a) Cadmio metal (b) Diacetato de cadmio, etanoato de cadmio, bis(cetoxi) de cadmio, cadmio (II) acetato (c) Monocarbonato de cadmio, sal de cadmio del ácido carbónico (d) Diclورو de cadmio, dicloro de cadmio (e) Dihidróxido de cadmio (f) Dimitrato de cadmio, sal de cadmio del ácido nítrico (g) Diestearato de cadmio, octadecanoato de cadmio, sal de cadmio del ácido octadecanoato, sal de cadmio del ácido esteárico, cadmio (II) estearato (h) Monosulfato de cadmio, sal de cadmio del ácido sulfúrico (i) Monosulfuro de cadmio, cadmio naranja, cadmio amarillo (j) Monóxido de cadmio (k) Aleaciones a base de cobre	a) Cadmio: sólido grumoso blando, de color entre azul y plateado o polvo de color gris-blanco, inodoro; se vuelve quebradizo por exposición a 80°C y pierde brillo en ambientes húmedos. (b) Acetato de cadmio: cristales incoloros de olor característico (c) Carbonato de cadmio: sólido trigonal blanco (d) Cloruro de cadmio: pequeños cristales hexagonales o romboidales, de incoloro a blancos, higroscópicos (e) Hidróxido de cadmio: polvo amorfo blanco (f) Nitrato de cadmio: sólido incoloro (g) Estearato de cadmio: polvo blanco (h) Sulfato de cadmio: cristales ortorrómbicos blancos o incoloros (i) Sulfuro de cadmio: cristales cúbicos dimorfos semitransparentes o hexagonales de color anaranjado o ligeramente amarillo, o como polvo amarillo-café; pueden prepararse también desde un color blanco hasta un rojo-anaranjado. (j) Óxido de cadmio: cristales café oscuro o polvo amorfo, inodoro (k) Aleaciones cadmio-cobre: sólido; se consideran este tipo de aleaciones si contienen entre 98% y 99% de cobre y entre 0,5% y 1% de cadmio.	(a) Cadmio: <b>pa:</b> 112,4 gr/md <b>pe:</b> 765°C <b>pf:</b> 321°C <b>s:</b> insoluble en agua, soluble en ácido nítrico diluido, nitrato de amonio y ácido sulfúrico caliente. Forma humos de óxido de cadmio cuando se calienta. (b) Acetato de cadmio: <b>pm:</b> 230,50 <b>pf:</b> 255°C <b>dr:</b> 2,34 g/cm <sup>3</sup> , <b>s:</b> muy elevada (c) Carbonato de cadmio: <b>pm:</b> 172,4 <b>pe:</b> 321 <b>s:</b> insoluble. (d) Cloruro de cadmio: <b>pm:</b> 183,3 <b>pe:</b> 960°C <b>pf:</b> 568°C <b>d:</b> 4,1 <b>s:</b> soluble en agua y acetona, ligeramente soluble en etanol y metanol, insoluble en éter dietílico (e) Hidróxido de cadmio: <b>pm:</b> 146,43 <b>pf:</b> se descompone a 300°C <b>D:</b> 4,79 <b>s:</b> poco soluble en agua (20°C 0,0026 g/l), insoluble en álcalis, soluble en ácidos diluidos y en sales amoniacales (f) Nitrato de cadmio: <b>pm:</b> 236,42 <b>pf:</b> 350°C <b>s:</b> muy soluble en ácidos diluidos y soluble en etanol, acetona, agua, dietiléter, y acetato de etilo (g) Estearato de cadmio: <b>pm:</b> 679,39 <b>ge:</b> 1,21 No hay datos de <b>pf</b> , <b>pe</b> y <b>s</b> (h) Sulfato de cadmio: <b>pm:</b> 208,5 <b>pf:</b> 1.000°C <b>d:</b> 4,7 g/cm <sup>3</sup> <b>s:</b> soluble en agua pero insoluble en etanol, acetona y amoniaco (i) Sulfuro de cadmio: <b>pm:</b> 144,5 <b>pf:</b> (100 atm) 1.750°C <b>s:</b> insoluble en agua y álcalis, soluble en ácidos concentrados o diluidos pero calientes, ligeramente soluble en hidróxido de amoniaco. (j) Óxido de cadmio: <b>pm:</b> 128,4 <b>pf:</b> (se descompone): 900-1.000°C (amorfo) <b>dr:</b> 6,95 (amorfo); 8,15 (cristales) <b>s:</b> insoluble en agua y en álcalis, soluble en ácidos diluidos y sales de amoniaco. (k) Aleaciones cadmio-cobre: <b>pm:</b> 4,82, <b>dr:</b> 0,321 <b>pf:</b> 1.886 <b>s:</b> ninguna. No tiene datos específicos y dependen de la proporción de cobre y cadmio.

Tabla 5b. Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Familia química	Fórmula química	Sinónimo	Descripción física	Propiedades fisicoquímicas de importancia toxicológica
Q11	Tioles Tipo químico: ftalimida	$C_{10}H_9C_{14}NO_2S$	<ul style="list-style-type: none"> <li>N-(1,1,1,2,2-tetracloroetileno)-4-ciclohexano-1,2-dicarbóximida (IUPAC)</li> <li>3a,4,7,7a-tetrahidro-n-(1,1,2,2-tetracloroetano-sulfenil)-ftalimida (IUPAC)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>3a,4,7,7a-tetrahidro-2-(1,1,2,2-tetracloroetil)tio}-1H-isindol-1,3 (2H)-dione (CAS)</li> <li>Tetracloroetiliotetrahidroftalimida</li> <li>1,2,3,6-tetrahidro-N-(1,1,2,2-tetracloroetil)io)-ftalimida</li> </ul> </li> </ul>	<p>El material puro es un sólido cristalino entre incoloro y amarillo pálido, con un ligero olor picante característico. El captafol técnico es de color tostado claro pero también con un olor picante.</p> <p>Tipo de formulación: concentrado en suspensión, polvo mojable, polvo para espolvoreo, concentrados emulsionables, suspensiones fluidas, gránulos dispersables en agua, pastas y agentes de revestimiento (los nombres de formulaciones son técnicos). En Colombia, el captafol sólo se utilizó como polvo mojable.</p>	<p><b>pm:</b> 349,1</p> <p><b>pf:</b> 162°C para material puro y entre 156°C y 161°C para el material técnico</p> <p><b>pe:</b> descomposición</p> <p><b>pv:</b> 0,000008</p> <p><b>s:</b> en agua 0,0001%. Es prácticamente insoluble en agua a 20°C (1-1,4 mg/L) y ligeramente soluble en casi todos los solventes. Se hidroliza rápidamente en medios ácidos o alcalinos.</p>
Q12	Sal hidroclo- rada	$C_7H_5NCl$	<ul style="list-style-type: none"> <li>2-amino-5-clorotolueno</li> <li>5-cloro-2-aminotolueno</li> <li>4-cloro-2-metilnilina</li> <li>4-cloro-6-metilnilina</li> <li>4-cloro-2-metilbencenoamina</li> <li>4-cloro-2-toluidina</li> <li>2-metil-4cloroanilina</li> </ul>	Hojuelas	<p><b>pe:</b> 244°C</p> <p><b>pf:</b> 30°C</p> <p><b>s:</b> alcohol caliente, agua, etanol y ácidos diluidos</p>
Q13	Hidrocarburo alifático halogenado insaturado	$CH_2 = CHCl$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cloroetano</li> <li>Cloroetileno</li> <li>Cloruro de monómero de vinilo</li> <li>Etilenomonoclorado</li> <li>Monocloroetano</li> <li>Monocloroetileno</li> <li>VC</li> </ul>	<p>Gas o líquido (14°C bajo 0°), incoloro con olor agradable (concentraciones altas)</p> <p>Disponible comercialmente como gas licuado comprimido</p>	<p><b>pm:</b> 62,5</p> <p><b>pe:</b> -14°C</p> <p><b>pv:</b> 3,3 atm</p> <p><b>s:</b> 0,15 a 25°C</p>

Tabla 5b. Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Familia química	Fórmula química	Sinónimo	Descripción física	Propiedades fisicoquímicas de importancia toxicológica
Q14	Metal y sus sales, óxidos y compuestos	<p>a) <math>(NH_4)_2Cr_2O_7</math>                      b) <math>CaCrO_4</math>                      c) <math>CrO_3</math>                      d) <math>PbCrO_4</math>                      e) <math>K_2CrO_4</math>                      f) <math>K_2CrO_7</math>                      g) <math>Na_2CrO_4</math>                      h) <math>Na_2Cr_2O_7</math>                      i) <math>SrCrO_4</math>                      j) <math>ZnCrO_4</math></p>	<p>a) Sal de diamonio                      b) Sal de calcio                      c) Anhídrido de cromo                      d) Sal de plomo                      e) Sal de potasio                      f) Sal de dipotasio                      g) Sal de cromo                      h) Sal de dicromo                      i) Sal de estroncio                      j) Sal de zinc</p>	<p>a) Polvo color naranja                      b) Polvo color amarillo brillante o como cristales amarillos                      c) Polvo, cristales u hojuelas de color rojo oscuro o café                      d) Cristales de color rojo, amarillo o naranja o como polvo de color amarillo-naranja                      e) Cristales de color amarillo                      f) Cristales de color rojo o rojo anaranjado                      g) Cristales de color amarillo                      h) Cristales higroscópicos de color rojo o rojo anaranjado                      i) Polvo o cristales de color amarillo                      j) Cristales o polvo de color amarillolímón</p>	<p>a) <b>pm:</b> 252,06 <b>pf:</b> se descompone a 170°C <b>s:</b> en etanol soluble en ácidos diluidos                      b) <b>pm:</b> 156,1 <b>pf y pe:</b> sin datos <b>s:</b> ligeramente soluble en agua;                      c) <b>pm:</b> 99,99 <b>pf:</b> 196°C <b>pe:</b> se descompone <b>s:</b> en etanol, etil éter, ácido sulfúrico y ácido nítrico; en agua a 61,7 g/100 cc a 0°C                      d) <b>pm:</b> 323,18 <b>pf:</b> 844°C <b>pe:</b> se descompone <b>s:</b> en agua, 5,8 microgramos/100 ml; insoluble en ácido acético y amoníaco; soluble en ácido nítrico diluido                      e) <b>pm:</b> 194,20 <b>pf:</b> 968°C <b>pe:</b> sin dato <b>s:</b> en agua (soluble), 62,9 g/100 a 20°C, insoluble en etanol                      f) <b>pm:</b> 294,18 <b>pf:</b> 398°C <b>pe:</b> se descompone a 500°C <b>s:</b> en agua (soluble) 4,9 g/100 cc a 0°C; insoluble en etanol y acetona                      g) <b>pm:</b> 161,97 <b>pf:</b> 792°C <b>pe:</b> sin dato <b>s:</b> en agua (insoluble) 87,3 g/100 cc a 30°C, ligeramente soluble en metanol                      h) <b>pm:</b> 298,0 <b>pf:</b> 356,7°C <b>pe:</b> se descompone a 400°C <b>s:</b> en agua 230 g/100 cc a 0°C, insoluble en etanol, soluble en metanol                      i) <b>pm:</b> 203,61 <b>pf y pe:</b> sin datos <b>s:</b> en agua (ligeramente soluble) 0,12 g/100 cc a 15°C, soluble en acetil cetona y en diluciones de ácido clorhídrico, ácido nítrico y ácido acético                      j) <b>pm:</b> 181,97 <b>pf y pe:</b> sin dato <b>s:</b> insoluble en agua fría, insoluble en acetona, soluble en amoníaco líquido y en ácido</p>
Q15	Hidrocarburos policíclicos aromáticos	$C_{22}H_{14}$	1,2,5,6-dibenzantraceno	Polvo cristalino incoloro. Presenta fluorescencia azul tenue	<p><b>pm:</b> 278,36  <b>pe:</b> 524°C  <b>pf:</b> 267°C  <b>dr:</b> 1,28 (agua=1)  <b>s:</b> insoluble en agua, poco soluble en etanol y bencidina; soluble en solventes orgánicos.</p>
Q16	Hidrocarburo alifático halogenado	$C_2H_4Br_2$	1,2-dibromoetano Alfa,beta-dibromoetano DBE Dibromoetano EDB EDB-85 E-D-Bee Etileno, bromuro de Etileno, dibromuro de Glicol bromuro Sym-dibromoetano	Líquido incoloro pesado o sólido (por debajo de 10°C), con un ligero olor dulce, detectable a 10 ppm.	<p><b>pm:</b> 187,9  <b>pe:</b> 131,7°C  <b>pv:</b> 12  <b>s:</b> ligeramente soluble en agua 0,4152 g/100 ml</p>
Q17	Epóxido	$C_3H_5OCl$	1-cloro-2,3-epoxipropano 2-óxido de cloropropileno Óxido 2-cloropropileno	Líquido incoloro, olor ligeramente irritante, similar al del cloroformo	<p><b>pm:</b> 92,5  <b>pe:</b> 117°C  <b>pv:</b> 13 mm Hg  <b>s:</b> ligeramente soluble en agua al 7%, insoluble en hidrocarburos del petróleo. Se hidroliza a temperatura ambiental o en presencia de ácidos</p>

Tabla 5b. Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Familia química	Fórmula química	Sinónimo	Descripción física	Propiedades fisicoquímicas de importancia toxicológica
Q18	Aldehído	CH <sub>2</sub> O	Aldehído fórmico Aldehído metílico Formaldehído gaseoso Formalina Metaldehído Metanal Óxido de metileno Óxido de metilo Óxido metílico Oximetileno Oxometano	Gas casi incoloro, con olor picante y sofocante	<p><b>pm:</b> 30 <b>pe:</b> - 21,1°C <b>pv:</b> &gt; 760 <b>s:</b> miscible</p>
Q19	Amina	CH <sub>2</sub> (C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> CINH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	3,3'-dicloro-4,4'-diamino-difenilmetano 4,4'-metilénbis(o-cloroanilina) 4,4'-metilénbis(2-clorobencenamina) DACPM MBOCA MOCA	La forma usada frecuentemente es en bolas pequeñas de color amarillo, canela o pardo. La forma pura es un sólido cristalino incoloro. No tiene olor ni sabor.	<p><b>pm:</b> 267,2 <b>pf:</b> 110°C <b>pv:</b> 0,00001 a 25°C <b>s:</b> escasa en agua</p>

Tabla 5b. Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Familia química	Fórmula química	Sinónimo	Descripción física	Propiedades fisicoquímicas de importancia toxicológica
Q20	Metal y sus sales, óxidos y compuestos	(a) $C_2H_6O_4Ni$ (b) $CNiO_3$ (c) $NiCl_2 \cdot 6H_2O$ (d) $NiS_2$ (e) $H_2NiO_2$ (f) $NiO$ (g) $C_4NiO_4$ (h) $Ni$ (i) $C_{10}H_{10}Ni$ (j) $Ni(NO_3)_2$ (k) $Ni_3S_2$ (l) $AsNiS$ (m) $NiSO_4$ (n) $NiO \cdot S \cdot H_{12}O_6$ (o) $NiS$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acetato de níquel: sal divalente de níquel del ácido acético</li> <li>Carbonato de níquel: sal de níquel del ácido carbónico</li> <li>Cloruro de níquel hexahidratado: no tiene</li> <li>Disulfuro de níquel: no tiene (algunos lo denominan como sulfuro de níquel) <ul style="list-style-type: none"> <li>Hidróxido de níquel: níquel hidróxido</li> <li>Monóxido de níquel: óxido de níquel verde, níquel protóxido</li> </ul> </li> <li>Níquel carbonilo: tetracarbonilo de níquel</li> <li>Níquel metálico: polvo o partículas de níquel</li> <li>Niqueloceno: bisciclopentadieno de níquel, compuestos pi-ciclopentadienilo con níquel</li> <li>Nitrato de níquel: sal de níquel del ácido nítrico</li> <li>Subsulfuro de níquel: para el CAS N° 12035-72-2: sulfuro cristalino de alfa-níquel, disulfuro de níquel, sulfuro de níquel (III), sulfuro níquelico, sesquisulfuro de níquel. Para el CAS N° 12035-71-1: Heazlewoodite [Ni3S2], Khizlevudite</li> <li>Sulfarseniuro de níquel: sulfuro arseniuro de níquel</li> <li>Sulfato de níquel: sal de níquel del ácido sulfúrico</li> <li>Sulfato hexahidratado de níquel: monosulfato de níquel hexahidratado, sulfato de níquel hexahidratado, sal hexahidratada de níquel del ácido sulfúrico</li> <li>Sulfuro de níquel: sulfuro de níquel (II), monosulfuro de níquel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acetato de níquel: polvo de color verde opaco, que effloresce (se convierte espontáneamente en polvo cristalino al perder el agua de la cristalización) en aire.</li> <li>Carbonato de níquel: cristales rómbicos de color verde brillante</li> <li>Cloruro de níquel hexahidratado: cristales o escamas delicuescentes de color verde</li> <li>Disulfuro de níquel: polvo o cristales de color negro</li> <li>Hidróxido de níquel: cristales de color verde brillante o sólido amorfo de color negro</li> <li>Monóxido de níquel: polvo o cristales cúbicos de color gris, negro o verde, que cuando se calienta pasa a ser amarillo.</li> <li>Níquel carbonilo: líquido incoloro, volátil, olor a ñejo</li> <li>Níquel metálico: metal maleable, dúctil, duro y de color blanco-plateado</li> <li>Niqueloceno: cristales verdes oscuros</li> <li>Nitrato de níquel: cristales verdes delicuescentes, inodoros</li> <li>Subsulfuro de níquel: grumos de color amarillo pálido a bronceado, con brillo metálico</li> <li>Sulfarseniuro de níquel: grano muy fino, de color gris opaco</li> <li>Sulfato de níquel: cristales cúbicos de color gris pálido al amarillo</li> <li>Sulfato hexahidratado de níquel: cristales o polvos azules, verdes o amarillos</li> <li>Sulfuro de níquel: polvo negro</li> </ul>	<p>Acetato de níquel: <b>pm:</b> 176,8 <b>pe:</b> 16,6°C <b>dr:</b> 1,79</p> <p>Carbonato de níquel: <b>pm:</b> 118,7 <b>pe:</b> se descompone. <b>s:</b> casi insoluble en agua pero soluble en ácidos diluidos y amoníaco. <b>ge:</b> 4,39</p> <p>Cloruro de níquel hexahidratado: <b>pm:</b> 237,73 <b>s:</b> insoluble en amoníaco, soluble en etanol e hidróxido de amoníaco</p> <p>En general, los óxidos e hidróxidos de níquel son insolubles en agua pero solubles en ácidos e hidróxido de amoníaco.</p> <p>Hidróxido de níquel: <b>pm:</b> 92,7 <b>pf:</b> 230 <b>ge:</b> 4,1 <b>s:</b> casi insoluble en agua. Disponible al 97% de pureza.</p> <p>Monóxido de níquel: <b>pm:</b> 74,7 <b>pf:</b> 1.984°C <b>s:</b> insoluble en agua <b>dr:</b> (agua = 1): 6</p> <p>Níquel carbonilo: <b>pm:</b> 170,7 <b>pf:</b> -19°C <b>pe:</b> 43°C <b>d:</b> 1,32 <b>s:</b> insoluble en agua y ácidos o álcalis diluidos, soluble en algunos solventes orgánicos</p> <p>Níquel metálico: <b>pm:</b> 58,7 <b>pf:</b> 1.455°C <b>pe:</b> 2.730°C <b>pv:</b> 1 mm Hg a 1.810°C <b>ge:</b> 8,91 <b>s:</b> insoluble en agua y amoníaco, soluble en ácido nítrico diluido, ligeramente soluble en ácido clorhídrico y ácido sulfúrico</p> <p>Niqueloceno: insoluble en agua pero soluble en algunos solventes orgánicos</p> <p>Nitrato de níquel: <b>pm:</b> 182,73, <b>pf:</b> 56,7°C <b>pe:</b> 136,7°C <b>d:</b> 2,05 <b>s:</b> 238,5 g/100 cc de agua</p> <p>Óxido de níquel: <b>pm:</b> 74,7 <b>pf:</b> 1.900°C <b>d:</b> 7,45 <b>s:</b> insoluble en agua, soluble en ácidos e hidróxido de amoníaco. Forma sales y jabones cuando reacciona con ácidos.</p> <p>Sulfarseniuro de níquel: <b>pm:</b> 165,69</p> <p>Sulfato de níquel hexahidratado: <b>pm:</b> 262,828 <b>pe:</b> 103°C <b>pf:</b> 53,3°C se descompone a 280°C <b>s:</b> soluble en agua <b>dr:</b> 2,07</p> <p>Sulfatos de níquel: formas anhídridas: <b>pm:</b> 154,8 <b>pf:</b> descompone a 848°C <b>s:</b> altamente soluble en agua. <b>dr:</b> 3,68 <b>dr:</b> (agua=1): 3,7</p> <p>Sulfuros de níquel: <b>pm:</b> 90,8 <b>pf:</b> 797 <b>s:</b> insoluble en agua.</p> <p><b>d:</b> 5.3. Tres formas: subsulfuro de níquel (forma alfa, masa molecular 240,19), las formas beta y amorfa, y el disulfuro de níquel (<b>pm:</b> 122,82)</p> <p><b>pm:</b> 120,15 <b>pe:</b> 194,1</p> <p><b>s:</b> ligeramente soluble en agua pero soluble en alcohol, acetona, metanol, heptano, benceno, éter y tetracloruro de carbono</p>
Q21	Epóxido	$C_8H_8O$	1,2-epoxietilbenceno 1,2-epoxi-1-feniletano Epoxiestireno 1-fenil-1,2-epoxietano Oxido feniletileno 2-feniloxirano Epóxido de estireno	Líquido incoloro, con olor placentero, similar al éter	

Tabla 5b. Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Familia química	Fórmula química	Sinónimo	Descripción física	Propiedades fisicoquímicas de importancia toxicológica
Q22	Epóxido u Oxirano	$C_2H_4O$	1,2-epoxietano Dihidro-oxirano Dimetilenóxido Oxociclopropano Oxano Óxido dimetileno Óxido etano Oxirano	Gas incoloro a temperatura y presión ambiente, líquido por debajo de 12°C, con olor similar al éter	<b>pm:</b> 44 <b>pe:</b> 10,6°C <b>pf:</b> 256,7°C <b>pv:</b> 1,46 atm  s: miscible en agua y en la mayoría de los solventes orgánicos
Q23	Metal y sus sales, óxidos y compuestos	a) $C_4H_6O_4Pb$ b) $C_4H_{10}O_8Pb_3$ c) $PbBr_2$ d) $Cl_2Pb$ e) $CrO_4Pb$ f) $O_2Pb$ g) $N_2O_6Pb$ h) $O_8P_2Pb_3$ i) $O_2SPb$ j) $PbS$ k) $Pb$	a) Azúcar de plomo b) Mono subacetato de plomo c) No tiene d) Dicloruro de plomo e) Cromo amarillo f) Óxido de plomo café, ácido plúmbico café g) Dinitrato de plomo h) Ortofosfato de plomo normal i) Plomo de fondo j) Sulfuro plomoso k) Plomo granular o en hojuelas	a) Sal que se convierte espontáneamente en polvo de color verde opaco, en contacto con el aire b) Polvo blanco c) Polvo blanco d) Cristales de color blanco e) Cristales de color amarillo f) Cristales de color café g) Cristales blancos h) Polvo blanco i) Rombos blancos j) Cristales metálicos plateados o negros k) Gránulos pequeños blancos a azules grisáceo	a) <b>pm:</b> 335,3 <b>pf:</b> 280°C <b>pe:</b> sin dato <b>s:</b> en agua 44,3 g/100 ml (0-25°C) b) <b>pm:</b> 807,7 <b>pf:</b> pe y <b>s:</b> sin dato c) <b>pm:</b> 367 <b>pf:</b> 373°C <b>pe:</b> sin dato <b>s:</b> en agua 0,8441 g/100 ml (0-25°C) d) <b>pm:</b> 278,1 <b>pf:</b> 501°C <b>pe:</b> sin dato <b>s:</b> en agua 0,99 g/100 cc (0-25°C) e) <b>pm:</b> 323,2 <b>pf:</b> 844°C <b>pe:</b> sin dato <b>s:</b> en agua 0,0000006 g/100 cc (0-25°C) f) <b>pm:</b> 239,2 <b>pf:</b> 290°C <b>pe:</b> sin dato <b>s:</b> insoluble en agua g) <b>pm:</b> 331,2 <b>pf:</b> 470°C <b>pe:</b> sin dato <b>s:</b> en agua 37,65 g/100 cc (0-25°C) h) <b>pm:</b> 811,5 <b>pf:</b> 1.014°C <b>pe:</b> sin dato <b>s:</b> en agua 0,000014 g/100 cc (0-25°C) i) <b>pm:</b> 303,3 <b>pf:</b> 1.170°C <b>pe:</b> sin dato <b>s:</b> en agua 0,0042 g/100 cc (0-25°C) j) <b>pm:</b> 239,2 <b>pf:</b> 1.114°C <b>pe:</b> sin dato <b>s:</b> insoluble en agua k) <b>pm:</b> 279,19 <b>pf:</b> 1.740°C <b>pe:</b> 500°C <b>s:</b> insoluble en agua, soluble en ácido nítrico, ácido sulfúrico concentrado y caliente h) <b>pm:</b> 811,5 <b>pf:</b> 1.014°C <b>pe:</b> sin dato <b>s:</b> en agua 0,000014 g/100 cc (0-25°C) i) <b>pm:</b> 303,3 <b>pf:</b> 1.170°C <b>pe:</b> sin dato <b>s:</b> en agua 0,0042 g/100 cc (0-25°C) j) <b>pm:</b> 239,2 <b>pf:</b> 1.114°C <b>pe:</b> sin dato <b>s:</b> insoluble en agua k) <b>pa:</b> 209,19 gr/md <b>pf:</b> 1.740°C <b>pe:</b> 500°C <b>s:</b> insoluble en agua, soluble en ácido nítrico, ácido sulfúrico concentrado y caliente
Q24	Óxido metálico	$SiO_2$	Cuarzo Dióxido de silicio Dióxido de silicio cristalizado Sílice cristalina Sílice cristalina libre	Cristales triangulares blancos o incoloros, inodoros; es un componente del polvo de muchos minerales. El cuarzo puede existir en dos formas: alfa y beta. En condiciones ambientales, la más estable y común es la forma alfa, además de que es el mayor componente de rocas ígneas tales como el granito y la pegmatita; también se encuentra en la arena y en rocas sedimentarias como el esquisto y la pizarra.	<b>pm:</b> 60,1 <b>pf:</b> 2.230°C <b>ge:</b> 2,66 <b>pv:</b> 0 mm Hg  s: insoluble en agua. La solubilidad aumenta con la temperatura, en soluciones ácidas y según el tamaño de la partícula. La sílice es atacada por los álcalis y el ácido fluorhídrico. La estructura de la sílice es compleja, la unidad básica estructural es el $SiO_4$ . La estabilidad térmica depende de la forma cristalina. El cuarzo alfa es estable hasta 570°C, mientras que la forma beta es estable entre 573°C y 870°C.

Tabla 5b. Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Familia química	Fórmula química	Sinónimo	Descripción física	Propiedades fisicoquímicas de importancia toxicológica
Q25	Sal orgánica	$C_8H_{10}O_4S$	DS Éster dietílico del ácido sulfúrico Sulfato de etilo Sulfato dietílico	Líquido aceitoso incoloro, que se oscurece con el tiempo, con olor débil a menta.	<b>pm:</b> 154,2 <b>pe:</b> 209°C con descomposición <b>pf:</b> -25°C <b>pv:</b> 20 pascales a 20°C <b>dv:</b> 5,3 <b>s:</b> insoluble
Q26	Sal orgánica	$(CH_3)_2SO_4$	Dimetil monosulfato Dimetilsulfato Ester dimetilico del ácido sulfúrico Sulfato de metilo	Líquido aceitoso incoloro, sin olor o con un suave olor a cebolla; el producto comercial tiene trazas de ácido sulfúrico.	<b>pm:</b> 126,1 <b>pe:</b> 188°C, con descomposición <b>pv:</b> 0,1 <b>pf:</b> -32°C <b>dv:</b> 4,35 en relación con el aire <b>s:</b> en agua 3% a 17,8°C, miscible con la mayoría de solventes aromáticos y ligeramente soluble en hidrocarburos aromáticos. Se hidroliza y puede formar lentamente ácido sulfúrico.
Q27	Mineral a base de silicatos	$Mg_3Si_4(OH)_2$	Esteatita Jabón de roca Polvos de talco	Cristales delgados tabulares, usualmente las partículas son grandes y compactas; también se presenta en forma de masas fibrosas o en grupos globulares. Mineral de color verde pálido a verde oscuro o gris-verdoso, también de color blanco, blanco plateado, gris, nacarado u opaco Su estructura es hexagonal de grupos tetrahédricos de SiO <sub>4</sub> . Se forma por alteraciones o metamorfosis de las rocas y por ello se encuentra asociado con numerosos minerales.	La composición varía alrededor de los siguientes porcentajes: 63% SiO <sub>2</sub> , 32% de MgO y 5% H <sub>2</sub> O. Entre los talcos o rocas talcosas se conocen las cloritas de serpentina, silicitas, tremolitas, diopsida, jabón de piedra, pirofilita y esteatita.
Q28	Dioxina policlorada	$C_{12}H_4Cl_4O_2$	Número posible de isómeros: 22 1,2,3,4- ó 1,2,3,8- ó 1,3,6,8- ó 1,3,7,8- ó 1,2,7,8- ó 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-para-dioxina; 1,2,3,4- ó 1,2,3,8- ó 1,2,7,8- ó 1,3,6,8- ó 1,3,7,8- ó 2,3,7,8-tetraclorodibenzodioxina; 1,2,3,4- ó 1,2,3,8- ó 1,2,6,8- ó 1,3,7,8- ó 1,2,7,8- ó 2,3,7,8-tetraclorodibenzo[e](1,4)dioxina; 1,2,7,8- ó 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-1,4-dioxina; 2,3,6,7-tetracloro-dibenzodioxina; 1,2,7,8-tetraclorodibenzo-p-dixina; TCDBD TCDD 2,3,7,8-TCDD	Sólido cristalino, incoloro a blanco; no existen datos sobre su olor.	<b>ppm:</b> 322 <b>pf:</b> 305°C <b>pe:</b> 446,5°C <b>pv:</b> 1,5 x 10-9 hasta 3,4 x 10-5 mm Hg <b>s:</b> en agua, a 25°C: 7,9 x 10-6 hasta 3,2 x 10-4 mg/L; soluble en solventes orgánicos

Tabla 5b. Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Familia química	Fórmula química	Sinónimo	Descripción física	Propiedades fisicoquímicas de importancia toxicológica
Q29	Hidrocarburo alifático halogenado	$C_2Cl_2$	1,1,2,2-tetracloroetano 1,1,2,2-tetracloroetileno PCE Percloroetileno Percloroetano Percloroetileno Tetracloruro de etileno	Líquido incoloro, volátil, con suave olor a cloroformo o a éter	<b>pm:</b> 165,8 <b>pe:</b> 121,1°C <b>pv:</b> 14 <b>s:</b> ligeramente soluble en agua (0,02%) y miscible en alcohol, éter, cloroformo, hexano y benceno. En agua se descompone lentamente, formando ácido clorhídrico y ácido tricloroacético.
Q30	Amina aromática sintética clorada	a) $C_{12}H_{10}Cl_2N_2$ b) $C_{14}H_{16}N_2O_2$ c) $C_{14}H_{16}N_2/C_6H_5(CH_3)NH_2$	a) 3,3'-dicloro-4,4'-difenildiamina; orto, orto' diclorobencidina; 4,4'-diamino-3,3'-diclorobifenilo; diclorobencidina; DCB b) o-dianisidina y sales c) 4,4'-bi-o-toluidina o tolidina	a) Polvo cristalino blanco o blanco grisáceo b) Compuesto cristalino incoloro, que se torna violeta al exponerse al aire c) Polvo cristalino o cristales entre color blanco y rojo	a) <b>pm:</b> 253,14 <b>pe:</b> 368°C <b>pf:</b> 133°C <b>s:</b> insoluble en agua, soluble en álcalis, benceno y ácido acético glacial b) <b>pm:</b> 244,30 <b>s:</b> insoluble en agua y soluble en solventes orgánicos c) <b>pm:</b> 212,3 <b>pe:</b> 200°C <b>pf:</b> 131°C <b>dr:</b> (agua =1): 1 <b>s:</b> escasa en agua
Q31	Hidrocarburo aromático halogenado	(a) $C_7H_6Cl_2 / C_6H_5CHCl_2$ b) $C_7H_5Cl / C_6H_5CCl_3$ c) $C_7H_7Cl / C_6H_5CH_2Cl$ d) $C_7H_5ClO / C_6H_5COCl$	a) Cloruro carbonil benceno b) Benzotricloruro, fenilcloroformo, triclorotolueno c) Clorometilbenceno, cloruro de bencilo, cloruro de toliol, O-clorotolueno d) Alfacloro benzaldehído, cloruro del ácido benzoico	Generalmente, todos son líquidos incoloros, con olor picante.	a) <b>pm:</b> 161,03 <b>pe:</b> 205°C <b>pf:</b> -17°C <b>d:</b> 1,26 <b>s:</b> ninguna <b>pv:</b> a 35,4°C: 0,13 b) <b>pm:</b> 195,48 <b>pe:</b> 221°C <b>pf:</b> -5°C <b>dr:</b> (agua=1): 1,38 <b>dr:</b> (aire=1): 6,77 c) <b>pm:</b> 126,6 <b>pe:</b> 179°C <b>pf:</b> -43°C <b>dr:</b> (agua=1): 1,1 <b>dr:</b> (aire=1): 4,4 <b>s:</b> insoluble en agua, <b>pv:</b> a 20°C: 120 d) <b>pm:</b> 140 <b>pe:</b> 197,2 <b>pf:</b> -1°C <b>dr:</b> 1,21 <b>s:</b> reacciona con el agua <b>pv:</b> a 20°C: 50
Q32	Amina	$CH_3C_6H_4NH_2$	1-metil-2-aminobenceno 2-aminotolueno 2-metilaniлина o-aminotolueno o-metilaniлина	Líquido de color amarillo pálido o incoloro, con un olor aromático similar al de la aniлина	<b>pm:</b> 107,2 <b>pe:</b> 200 <b>pv:</b> 0,3 <b>s:</b> 2%
Q33	Hidrocarburo alifático halogenado	$C_2HCl_3$	1,1,2-tricloroetileno TCE Tricloroetano Tricloruro de etileno Tricloruro de etinilo Trileno	Líquido incoloro o teñido de azul, con olor a cloroformo	<b>pm:</b> 131,4 <b>pe:</b> 87,22 <b>pv:</b> 58 <b>s:</b> 0,1%. En presencia de humedad y luz se descompone formando ácido clorhídrico.
Q34	Hidrocarburo alifático halogenado	$C_3H_5Cl_3$	Triclorhidrina de glicerina Triclorohidrina Triclorohidrina de glicerilo Triclorohidrina de glicerol Tricloropropano Tricloropropano, 1,2,3 Tricloruro de alilo	Líquido incoloro con un fuerte olor a cloroformo	<b>pm:</b> 147,4 <b>pe:</b> 156,7 <b>pf:</b> -14,7 <b>pv:</b> 3 <b>s:</b> casi insoluble
Q35	Sal orgánica	$C_9H_{15}Br_6O_6P$	Éster tris del ácido fosfórico Éster tris(2,3-dibromopropil) de ácido fosfórico Fosfato de 2,3-dibromo-1-propanol	Líquido viscoso, de color amarillo pálido o casi incoloro; se presenta como impureza de 2,3-dibromopropanol, 1,2,3-tribromopropano y 1,2-dibromo-3 cloropropano.	<b>pm:</b> 697,61 <b>pe:</b> 390 <b>pv:</b> 0,00022 a 25°C <b>s:</b> insoluble en agua y miscible en tetracloruro de carbono, cloroformo y cloruro de metileno. Se hidroliza en ácidos y bases.

Tabla 5c. Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Usos	Principales industrias	Exposición ocupacional
Q1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antioxidante en la industria del caucho</li> <li>• Manufactura de tintas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manufactura de caucho</li> <li>• Manufactura de tintas</li> <li>• Industria química</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración de caucho natural: almacenamiento, pesado, mezcla de compuestos y molienda</li> <li>• Manufactura y uso de tintas</li> </ul>
Q2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En aleaciones para aumentar la dureza y resistencia al calor</li> <li>• Producción y uso de insecticidas (en Colombia se usó como arseniato de calcio y de plomo, principalmente en algodón, hasta 1980).</li> <li>• Producción y uso de fungicidas (en Colombia, sólo se usaron los compuestos orgánicos hasta 1990, en el Sinú).</li> <li>• Producción y uso de herbicidas y como cebo para control de insectos y roedores (en Colombia se usó hasta 1970).</li> <li>• Fabricación de municiones y material pirotécnico                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preservativo para maderas</li> <li>• Depilación de pieles en curtientes</li> <li>• En fundición de cobre y plomo</li> <li>• En dispositivos semiconductores                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>• En baterías de polarización</li> <li>• Reactivo de laboratorio</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• En medicina para el tratamiento de la leucemia y de lesiones de la piel (anteriormente)</li> <li>• Como inhibidores de la corrosión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fabricación de aleaciones (latón)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vidrio</li> <li>• Cerámica</li> <li>• Metales</li> <li>• Esmaltado</li> <li>• Calderas</li> </ul> </li> <li>• Industria pirotécnica</li> <li>• Uso y fabricación de: herbicidas, insecticidas, fungicidas y raticidas (anteriormente)</li> <li>• Fabricación de pinturas por su uso como pigmento                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Curtientes</li> </ul> </li> <li>• Industrias de la madera</li> <li>• Refinadores de oro</li> <li>• Refinerías de petróleo</li> <li>• Fabricación de tintas para imprenta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esmaltado de metal no ferrosos, cobre y esmaltado fino: en esmaltadores y en operaciones de tostado, horno, área de convertidor, carga, aplado y ensamble</li> <li>• Tratamiento de madera y en carpinteros, en operaciones de cortado y aserrado                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Industria de vidrio fino, minería de cobre, oro y plomo</li> <li>• Manufactura de semiconductores                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>• Curtientes</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Producción y uso de plaguicidas arsenicales en frutales y viñedos (anteriormente); en áreas de almacenamiento y empaque, en operaciones de mezclado y aplicación por pulverización con spray, en la recolección y proceso de la fruta. Grupo de trabajadores de huertos y viñedos.</li> <li>• Manufactura de desinfectantes de uso veterinario: en áreas de empaque, secado, tamizado y operador de Kibber                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manufactura y empaque de productos farmacéuticos (arsfenamina)</li> </ul> </li> <li>• Industria química: producción de acetato de arsenato de cobre y arsenito de sodio, en áreas de almacenamiento y empaque</li> </ul>
Q3	<p>La antofilita fue descontinuada en Estados Unidos desde 1980. Desde 1986 la OIT prohibió el uso de los anfiboles. En Estados Unidos casi desde 1990 sólo se usa crisotilo y en Colombia, desde 1985. La última mina de asbesto en Estados Unidos cerró en el 2002. El asbesto crisotilo que importan Estados Unidos y Colombia proviene en su mayoría de Canadá.</p> <p>El 99% del crisotilo está destinado a la industria del fibrocemento. Anteriormente se utilizaban mezclas de crisotilo con amosita y crocidolita para: láminas, tejas y tuberías de asbesto-cemento para construcción; materiales aislantes de ruido, aislantes térmicos y eléctricos; para pisos de tráfico pesado, frenos y embragues; para papel, reforzar plástico y resinas; para fieltros y textiles resistentes al fuego.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extracción minera</li> <li>• Manufactura de productos de asbesto-cemento para la industria de la construcción (en Colombia nunca se ha usado asbesto por aspersión)</li> <li>• Fabricación de textiles con asbesto</li> <li>• Manufactura de pastillas para frenos y embragues</li> <li>• Industria automotriz (por cambio o mantenimiento de pastillas para frenos y embragues)</li> <li>• Manufactura de textiles resistentes al fuego</li> <li>• Industria de la construcción                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Astilleros</li> </ul> </li> </ul>	<p>a) Minería de asbesto: en Colombia sólo está la mina Las Brisas, en Antioquia, que explota sólo crisotilo. Las operaciones de mayor riesgo son: trituración o molienda, clasificación, secado y empaque de bultos.</p> <p>b) Fabricación de productos asbesto-cemento: las operaciones de mayor riesgo son: recepción de materia prima, depósito, desembolsado, maquinado, corte, terminado, reciclado y mantenimiento en general.</p> <p>c) Fabricación de productos de fricción: las operaciones de mayor riesgo son: recepción de materia prima, depósito, desembolsado, mezclado, prensado en seco, esmerillado y perforado.</p> <p>d) Insignificante exposición en talleres de la industria automotriz donde se realiza el mantenimiento o cambio de pastillas para frenos o de embragues. Las operaciones de mayor riesgo son: aplicación de aire comprimido antes de retirar las pastillas, remachado y taladro.</p> <p>e) Fabricación de textiles con asbesto: las operaciones de mayor riesgo son: recepción de materia prima, depósito, desembolsado, dosificación, mezclado, cardadura, torsión, hilado y tejido.</p> <p>f) Construcción: las operaciones de mayor riesgo son: instalación, mantenimiento y reparación de productos de asbesto-cemento (tejas, claraboyas, tanques y tubería), reparación y remoción del aislante térmico y de ruido. En Colombia no se presenta el riesgo por exposición a asbesto friable en los procesos de renovación y demoliciones de construcciones con aislamiento de asbesto.</p> <p>g) Construcción y reparación de buques (astilleros)</p>

Tabla 5c. Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Usos	Principales industrias	Exposición ocupacional
Q4	<p>Uso principal como materia prima para la síntesis de otros compuestos orgánicos, tales como: etilbenceno/estireno (53%), cumeno/fenol (22%), nitrobenceno/anilina (5%), ciclohexano (12%), detergentes alquilados (3%), clorobenceno y anhídrido del ácido maleico (5%).</p> <p>Forma parte, como impureza, de numerosos combustibles, disolventes, pegantes, detergentes líquidos, cera para muebles industriales y de otros productos químicos preparados a base de benceno.</p> <p>Es un componente menor de la gasolina (para gasolina no plomada debe ser menor del 5%).</p> <p>Debido a su efecto carcinógeno fue prohibido su uso como solvente industrial en varios países, entre ellos, Colombia, por recomendación de la Organización Internacional del Trabajo (OIT).</p> <p>Actualmente, sólo se sigue utilizando como solvente y reactivo en los laboratorios de control de calidad. Es ubicuo en el medio ambiente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Refinería de petróleo y plantas petroquímicas</li> <li>Plantas de coque y carbón</li> <li>Fábricas de pinturas y pegantes</li> <li>Industria metalmeccánica                         <ul style="list-style-type: none"> <li>Industria química</li> </ul> </li> <li>Industria farmacéutica</li> <li>Laboratorios de química analítica y de control de calidad                         <ul style="list-style-type: none"> <li>Marroquinerías</li> <li>Industria del calzado</li> <li>Manufactura de llantas</li> </ul> </li> <li>Empresas de transporte de carga</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Refinería del petróleo (se obtuvo benceno de la destilación del petróleo desde 1941) y plantas petroquímicas; en procesos de destilación directa del petróleo y en el área del laboratorio de control de calidad.</li> <li>Proceso de destilación del carbón y el coque (se obtuvo benceno de la destilación del carbón desde 1849).                         <ul style="list-style-type: none"> <li>Producción, manufactura y uso de benceno y de otros compuestos orgánicos</li> </ul> </li> <li>Manufactura y distribución de gasolina; riesgo en operaciones de almacenamiento, transporte, carga y descarga, suministro y despacho de gasolina</li> <li>Fábricas de llantas de caucho; riesgo posible en almacenamiento de disolventes, mezclado, extrusión, elaboración de llantas, preparación de curado, inspección, reparación y mantenimiento</li> <li>Recubrimientos a base de caucho; riesgo posible en el cuarto de mezclado y en la máquina de aplicación de recubrimientos a base de caucho</li> <li>Marroquinerías; riesgo posible en áreas y operaciones de armado, engomado y terminado</li> <li>Industria del calzado: en áreas donde se aplica el pegante                         <ul style="list-style-type: none"> <li>Fábricas y uso de pinturas</li> </ul> </li> <li>Transporte de carga: transporte en camión, terminales de carga de petróleo y terminales de carga en general</li> <li>Otras: centrales telefónicas, trabajos en industria metalmeccánica, impresión, plantas químicas, tratamiento de agua de desechos, limpieza de motores</li> </ul>
Q5		<ul style="list-style-type: none"> <li>Manufactura de resinas, pigmentos y colorantes a base de compuestos azo, incluso la bencidina</li> <li>Fábrica de tintes a base de alquitrán                         <ul style="list-style-type: none"> <li>Industria del caucho sintético</li> </ul> </li> <li>Agente reactivo en laboratorios</li> <li>Curtiembres italianas que utilizaron cromo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plantas de manufactura de bencidina (mayor riesgo que en usuarios); áreas: baños desalinizadores, prensa, filtro, empaque de tambores con bencidina, reactores de reducción de nitrobenceno</li> <li>En laboratorios de investigación clínica y criminalística, como una prueba de análisis para detectar sangre; en personal técnico y analistas de laboratorio se han encontrado trazas de bencidina.</li> <li>Producción y preparación de colorantes elaborados a base de bencidina (de uso comercial o casero); exposición al manipular polvo                         <ul style="list-style-type: none"> <li>Uso de tintes a base de bencidina para la coloración de textiles y papel</li> </ul> </li> </ul>
Q6	<p>No existe uso comercial conocido pero se encuentra en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>productos de combustión incompleta de la basura, la madera, el tabaco, el combustible de uso residencial (principal fuente)                         <ul style="list-style-type: none"> <li>escape de máquinas a motor diesel o a gasolina                                 <ul style="list-style-type: none"> <li>carbones quemados</li> <li>aceites minerales y aceites crudos</li> </ul> </li> <li>en diferentes alimentos asados y ahumados, y en aceites comestibles                                 <ul style="list-style-type: none"> <li>producción de hollín y en el uso del hollín</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>El alquitrán de hulla puede contener hasta 12,5 g/kg y el humo de cigarrillo hasta 12-140 ng.</li> <li>aguas superficiales, de río, de caños, de lluvia, subterráneas, de tratamiento y de sedimento</li> </ul>	<p>No hay producción comercial.</p> <p>El 96% de las fuentes que liberan benzo[a]antraceno son: quema de basuras con carbón, minas de carbón abandonadas, manufactura de coque, combustión residencial externa de carbón bituminoso y antracítico.</p> <p>La principal fuente de exposición es la inhalación de aire contaminado por humo de madera y de tabaco, ingestión de agua y alimentos contaminados.</p>	<p>La exposición ocupacional a benzo[a]pireno y otros hidrocarburos policíclicos aromáticos se presenta en plantas productoras de alquitrán de carbón, plantas de coquización, sitios de gasificación de carbón, cuartos para humear o acecinar carnes o pieles, fundición (en la industria del acero en los hornos de coque y del alto horno), laminado de acero y molino de acero, plantas de producción de aluminio, plantas de producción de asfalto y betún, operaciones de embreado de carreteras y techos con breca o asfalto, sitios de incineración de desechos municipales (donde se quema material carbonáceo), en fuentes de humo de cocina, en las industrias de comida o suministro de alimentos, y donde se utilice alquitrán de carbón y creosota como combustible (es un contaminante de estos productos).</p> <p>En 1985, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos encontró la siguiente exposición ocupacional: trabajadores de tratamiento de la madera por inmersión o medio térmico con creosota, productos que contienen creosota para tratamiento a presión (alta exposición por inhalación) y los trabajadores de mantenimiento (exposición por piel ocasional alta).</p> <p>En productos bioquímicos, biomédicos y en laboratorios de investigación de cáncer</p>

Tabla 5c. Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Usos	Principales industrias	Exposición ocupacional
Q7	<p>No existe uso comercial como tal, pero se encuentra en diferentes productos, tales como los de la combustión incompleta de madera y combustible residencial (principal fuente), asfaltos (14 mg/g), alquitrán de hulla (2-5 mg/g), alquitranes de madera (35 ug/g), aceites usados procedentes de equipos eléctricos (1,4 ug/g), gases de escape de automóviles (4 ug/m3) o de máquinas y equipos a motor diesel o de gasolina, condensado (74 ug/g), humo del tabaco (30 ng/cigarrillo), aceites minerales (0,04-1,6 ug/g), aceites de motores gastados (55 ug/g), en aire de restaurantes, carbones quemados, diferentes alimentos procesados (asados, ahumados y refinados), aceites comestibles, margarinas, mantecas, grasas, frutas, vegetales y cereales, café tostado y té. Se encuentra también en agua superficial, de caño, lluvia, subterránea, de tratamiento y sedimentada: en el hollín al quemar la basura o en la industria para producir hollín.</p>	<p>No hay producción comercial. El 96% de las fuentes que liberan benczo[a]pireno son: quema de basuras con carbón, minas de carbón abandonadas, manufactura de coque, combustión residencial externa de carbón bituminoso y antracítico. La principal fuente de exposición es la inhalación de aire contaminado por humo de madera y de tabaco, ingestión de agua y alimentos contaminados.</p>	<p>La exposición ocupacional a benczo[a]pireno y otros hidrocarburos policíclicos aromáticos se presenta en: plantas productoras de alquitrán de carbón, plantas de coquización, sitios de gasificación de carbón, cuartos para humear o acecinar carnes o pieles, fundición (en la industria del acero en los hornos de coque y del alto horno), laminado de acero y molino de acero, plantas de producción de aluminio, plantas de producción de asfalto y betún, operaciones de embreado de carreteras y techos con brea o asfalto, sitios de incineración de desechos municipales, donde se quema material carbonáceo, en fuentes de humo de cocina en las industrias de comida o suministro de alimentos, y donde se utilice alquitrán de carbón y creosota como combustible (es un contaminante de estos productos). En 1985, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos encontró la siguiente exposición ocupacional: trabajadores de tratamiento de la madera por medio de inmersión o térmico con creosota, productos que contienen creosota para tratamiento a presión (alta exposición por vía inhalatoria) y los trabajadores de mantenimiento (exposición por piel ocasional alta).</p> <p>En productos bioquímicos, biomédicos y en laboratorios de investigación de cáncer.</p>
Q8	<p>El berilio metálico y las aleaciones se utilizan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• como moderadores y fuentes de neutrones (por bombardeo con partículas alfa) en reactores nucleares en la industria aeroespacial y en aplicaciones militares;</li> <li>• por su rigidez, ligereza y estabilidad dimensional, se emplean en la construcción de diversos dispositivos como giroscopios, muelles de relojería, partes de computadores, componentes electrónicos y equipo eléctrico, reproducción de circuitos integrados e instrumental diverso;</li> <li>• como aditivos en combustibles propulentes sólidos para cohetes;</li> <li>• en frenos de alta eficiencia para aeronaves;</li> <li>• para espejos y componentes de sistemas ópticos para satélites;</li> <li>• para aleaciones con cobre y darle endurecimiento al mismo; <ul style="list-style-type: none"> <li>• para aleaciones metálicas;</li> </ul> </li> <li>• anteriormente se utilizaron en tubos fluorescentes;</li> <li>• el óxido de berilio se emplea cuando se requiere de una alta conductividad térmica, aislamiento eléctrico, propiedades mecánicas específicas y un punto de fusión elevado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extracción minera</li> <li>• Fabricación de aleaciones de berilio <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aviación</li> <li>• Automotores</li> <li>• Metales</li> </ul> </li> <li>• Telecomunicaciones</li> <li>• Electrónica y eléctrica</li> <li>• Fundición y esmaltado</li> <li>• Equipos y suministros dentales</li> <li>• Equipo científico y de ingeniería</li> <li>• Soldadura y platinado metálico</li> <li>• Fabricantes de material refractario y cerámica</li> <li>• Fabricantes de mecheros de gas</li> <li>• Fabricantes de tubos de rayos catódicos</li> <li>• Fabricación de misiles</li> <li>• Investigación nuclear y aeroespacial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proceso del mineral y manufacturación: producción de óxido de berilio, berilio metálico, berilio y aleaciones de cobre/berilio en las áreas de manejo de óxido, horno, mezcla-do, cortado y sección de molino; plantas de producción de berilio: departamentos de fundición, mantenimiento, inspección, lavandería, maquinado y molienda, laboratorios de investigación y desarrollo, almacenamiento y embarque</li> <li>• Maquinado: trabajadores de molienda, pulido, corte (manual o automático) y soldadura en aleaciones de berilio</li> <li>• Empleados del laboratorio técnico dental, en los procesos de fusión y terminado de prótesis dentales <ul style="list-style-type: none"> <li>• Industria aeroespacial, aeronáutica y militar <ul style="list-style-type: none"> <li>• Industria cerámica y refractaria</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> <p>La EPA ha determinado que la exposición a berilio a concentraciones de 0,04 microgramos/m3 durante toda la vida, está asociada con una probabilidad de 1 en 1.000 de desarrollar cáncer.</p>

Tabla 5c. Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Usos	Principales industrias	Exposición ocupacional
Q9	<p>Entre las sustancias químicas de más alta producción en Estados Unidos, pasó del lugar 34 en 1987, al lugar 50 a mediados de 1990. También han descendido los volúmenes de exportación progresivamente hasta el 2002.</p> <p>Utilizado en la manufactura de numerosos polímeros:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• caucho estireno-butadieno: corresponde al 75% del caucho sintético y representa del 30% al 35% del uso del 1,3 butadieno;             <ul style="list-style-type: none"> <li>• caucho de polibutadieno: del 20% al 22%</li> <li>• caucho adiponitrilo: del 12% al 15%</li> <li>• caucho de neopreno: del 5% al 10%                     <ul style="list-style-type: none"> <li>• caucho nitrilo: un 3%</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• resinas acrilonitrilo-butadieno-estireno: del 5% al 6%             <ul style="list-style-type: none"> <li>• látex butadieno-estireno: 10%</li> </ul> </li> <li>• otros polímeros especiales: del 2% al 8%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Industria petroquímica: se produce por destilación o extracción de butadieno crudo, el cual es un subproducto en la producción de etileno.</li> <li>• Toda industria que produzca caucho sintético             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bomberos</li> <li>• Incineradores</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Refinería del petróleo y producción de butadieno crudo; operaciones de riesgo: producción (procesos de destilación, muestreo, laboratorio), mantenimiento, almacenamiento, carga y descarga de barcos, carrotanques y tambores; oficios de distribución y suministro por carrotanques y en estaciones de servicio</li> <li>• Producción de monómero de 1,3-butadieno; producción de monómeros: área de carga; grupo de trabajadores: técnico de procesos, técnico de laboratorio; operaciones de análisis y vaciado de cilindros             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción de polímeros y derivados; procesos técnicos: áreas de descarga, tanque subterráneo, purificación, reacciones de polimerización, soluciones y coagulación, molido y secado, empacado, almacenamiento; personal técnico de mantenimiento                     <ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción de plásticos, principalmente, acrílicos</li> <li>• Atención de incendios forestales</li> </ul> </li> <li>• La gasolina contiene pequeñas cantidades.</li> </ul> </li> <li>• Contaminación ambiental por tubo de escapes de automóviles e incineradores</li> </ul>

Tabla 5c. Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Usos	Principales industrias	Exposición ocupacional
Q10	<p>El uso de cadmio se ha reducido en los últimos años, excepto para la fabricación de baterías, pasando en Estados Unidos de 8% en 1970 a 75% en el 2000. Su uso en Estados Unidos se ha modificado así:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• para el electroplateado y cubiertas, pasó del 50% en 1960 al 8% en el 2000;</li> <li>• para la fabricación de pigmentos, pasó de 30% en 1970 a 12% en el 2000;</li> <li>• como estabilizante del cloruro de polivinilo (PVC) pasó de 23% en 1970 al 4% en el 2000;</li> <li>• para aleaciones, pasó del 8% en 1970 al 1% en el 2000.</li> </ul> <p>En Estados Unidos se ha disminuido su producción, pero se han incrementado las importaciones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Refinación del zinc</li> <li>• Fabricación de baterías</li> <li>• Manufactura de pigmentos y colorantes</li> <li>• Producción de material y pigmentos fluorescentes <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fábricas de PVC</li> <li>• Soldadura</li> </ul> </li> <li>• Fabricación de alambres y cables telefónicos</li> <li>• Medicina veterinaria</li> </ul>	<p>a) Cadmio metal: producción y refinación de cadmio en operaciones de tostado, mezcla-do, calcinado y carga del óxido puro, operación de preparación de solución y tanque de almacenamiento, retorta, fundición y molienda; áreas de muestreo, carga, transporte de materia prima; en esmaltado (cadmio-zinc-plomo): talleres de cadmio, recorte y sinte-rizado; el cromo no se encuentra en estado puro en la naturaleza; se encuentra en los depósitos de zinc como sulfuro de cadmio, por lo tanto, es un subproducto de la fundi-ción y refinación del zinc.</p> <p>b) Acetato de cadmio: área de hornos de oscilación</p> <p>c) Carbonato de cadmio: producción de aleaciones cadmio-cobre y cadmio-plata en áreas de triturado, tostado, esmaltado en seco, fusión de cadmio y elaboración de lingotes; soldadura de punto, elaboración de blindajes y talleres de ensamble; grupo de soldadores</p> <p>d) Cloruro de cadmio: electroplateado, fotocopiadoras, impresión en placa para estam-pado, tintes, espejos, química analítica, tubos de vacío y lubricantes; como intermediario químico en la producción de pigmentos y estabilizantes que contienen cadmio; condi-ciones que aumentan el riesgo de exposición: molienda, mezcla, demolición, descarga, calentamiento, vaciado, rociada, derrames, evaporación de áreas de superficies grandes tales como recipientes abiertos y exposiciones en espacios cerrados (trabajo dentro de cubas, reactores, calderas y cuartos pequeños, entre otros).</p> <p>e) Hidróxido de cadmio: área de horno, triturado y limpieza; áreas de servicio y de envasa-do en canecas</p> <p>f) Nitrato de cadmio: en emulsiones fotográficas, para porcelana y vasos de color, en reac-tores nucleares y para producir hidróxido de cadmio para ser usado en las baterías</p> <p>g) Estearato de cadmio: para mejorar la estabilidad de materiales de PVC frente a la luz y a los agentes atmosféricos</p> <p>h) Sulfato de cadmio: en electroplateado, tubos de vacío, pantalla fluorescente, en quími-ca analítica, como intermediario químico para producir pigmentos, estabilizadores y otros compuestos de cadmio, como fungicida o nematocida (en Colombia no se conoce su uso desde 1960) y como electrolito en las células Weston</p> <p>i) Sulfuro de cadmio: manufactura de pigmentos para pintura, vidrio, cerámica, plásticos, textiles, papel y fuegos artificiales; se usa en celdas solares, pantallas fluorescentes, detec-tores de radiación, detectores de humo, sensores de láser para bombas, diodos, fósforos, fotomultiplicadoras, transistores.</p> <p>j) Óxido de cadmio: usado principalmente para las baterías de níquel-cadmio como cata-lizador, en electroplateado, en contactos eléctricos, en esmaltados resistentes, en plásticos resistentes al calor y en la manufactura de plásticos como el teflón o cauchos de nitrilo; como nematocida y acaricida para cerdos (en Colombia no se ha utilizado por lo menos desde 1960); subproducto en soldadura.</p> <p>k) Aleaciones cadmio-cobre: plásticos de color, impresión y esmaltado.</p>
Q11	<p>Fungicida no sistémico, usado para el control de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• enfermedades en frutas, vegetales, plantas ornamentales y pastales;</li> <li>• organismos en semillas y suelos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agricultura</li> <li>• Empresa productora y comerciali-zadora</li> </ul>	<p>Exposición potencial derivada de la preparación, el manejo y la aplicación del producto.</p> <p>Operación de rociado bajo presión para tratamiento de maderas</p> <p>En Nueva Zelanda, desde 1989 cuando se prohibió su uso como fungicida, se permitió para curar lesiones de árboles en una preparación a base de cera de petróleo con un contenido de 10 g/kg de captafol (uso actual: menos del 1% del uso anterior).</p> <p><b>Nota:</b> en Colombia su uso fue prohibido por su efecto cancerígeno, mediante la Reso-lución 5053 del 7 de diciembre de 1989 del ICA (se cancelaron las licencias de venta y se prohíbe la importación, producción y venta de plaguicidas de uso agrícola que contengan como ingrediente activo Captafol). Observación experto: en Colombia, una empresa lo distribuyó; fue un producto de poco uso en el país, se utilizó bajo la marca comercial Difolatan y se recomendaba principalmente para cacao.</p>

Código	Usos	Principales industrias	Exposición ocupacional
Q12	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para producir tintes azo para algodón, seda, acetato y nailon</li> <li>• Como intermediario químico en la producción de pigmento rojo 7 y pigmento amarillo 49</li> <li>• Para la producción del insecticida-acaricida denominado clordimeform (en Colombia usado principalmente para algodón)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción de químicos sintéticos                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción de tintas</li> </ul> </li> <li>• Producción de clordimeform (acaricida e insecticida)</li> </ul>	<p>Los compuestos no se encuentran naturalmente. La p-cloro-o-toluidina se presenta como un metabolito del clordimeform, tanto en el ambiente como en el organismo.</p> <p>Las ocupaciones de mayor riesgo son la manufactura de pigmentos, tintas y clordimeform. Los procesos de mayor riesgo son el cargue o la mezcla en tinas y en los procesos para obtener una mayor pureza. No existen datos cuantitativos de exposición ocupacional. Entre 1981 y 1983, NIOSH reportó sólo 250 trabajadores, todas mujeres, que estaban expuestas a p-cloro-o-toluidina. En el 2001, en Estados Unidos se identificaron 11 distribuidores de esta sustancia aunque su producción local cesó en 1979.</p>
Q13	<p>Se utiliza casi exclusivamente en la industria del plástico para la producción de cloruro de polivinilo (resinas de copolímeros).</p> <p>Se usó como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• materia prima para la producción de metilcloroformo (por el Protocolo de Montreal, los países desarrollados prohibieron su producción desde el 2003);</li> <li>• refrigerante y disolvente de extracción para materiales termosensibles;</li> <li>• propelente en aerosoles, e</li> <li>• ingrediente en drogas y cosméticos (se prohibió en Estados Unidos desde 1974).</li> </ul>	<p>Fabricación de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• cloruro de vinilo</li> <li>• polímeros en la industria del plástico</li> </ul>	<p>En la producción de cloruro de vinilo (monómero) y de cloruro de polivinilo; en Colombia se produjo el monómero y existe planta para polímeros.</p> <p>Las áreas de mayor riesgo son:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) reactores de polimerización: procedimiento de raspado y operadores de coagulado</li> <li>b) producción de resinas de polímeros de cloruro de vinilo</li> </ol> <p>Es un contaminante de agua y alimentos, a bajas concentraciones, por la fabricación de botellas plásticas y películas protectoras con cloruro de polivinilo, usadas para el empaque de alimentos.</p>

Tabla 5c. Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Usos	Principales industrias	Exposición ocupacional
Q14	<p>a) Dicromato de amonio: tintes para cuero y textiles.</p> <p>b) Cromato de calcio: en pintura y recubrimiento como anticorrosivo, pigmento para tinte, pintura y plástico; despolarizador en las baterías.</p> <p>c) Trióxido de cromo: en pintura y recubrimiento como inhibidor de la corrosión. Para la producción de preservativos de la madera. En cromoplateado. Terminado de metales (principalmente en automóviles y aviones militares). Producción de químicos y catalizadores orgánicos.</p> <p>d) Cromato de plomo: pigmento de pinturas, tintes para impresión y colorante de caucho, papel y vinilo.</p> <p>e) Cromato de potasio: producción y uso de colorantes para textiles.</p> <p>f) Dicromato de potasio: colorante para textiles y pigmento para tintas, plásticos y pinturas. Procesos fotomecánicos. Preservativo de la madera. Ha sido reemplazado por el dicromato de sodio.</p> <p>g) Cromato de sodio: como materia prima para la síntesis de agentes químicos, como inhibidor de corrosión, en fluidos de perforación de petróleo, para el tratamiento de agua de calderas, de enfriadores y de torres de enfriamiento, como preservativo de madera.</p> <p>h) Dicromato de sodio: para la manufactura de pigmentos inorgánicos de cromo (colores estables a la luz), como materia prima para la síntesis de otros compuestos de cromo, para terminado de metales, como inhibidor de la corrosión de metales, para la limpieza de superficies metálicas y promover la adhesión de la pintura, como agente oxidante en la manufactura de vitamina K y cera, para la preparación de vidrio coloreado y para cerámica vidriada, como mordiente para tintes ácidos en la industria textil para incrementar la propiedad del color</p> <p>i) Cromato de estroncio: como inhibidor de la corrosión, para incrementar el peso a los lodos de perforación, como pigmento para pinturas anticorrosivas (especialmente para aluminio y sus aleaciones) para la construcción de barcos y aviones.</p> <p>j) Cromato de zinc: como anticorrosivo en las pinturas que se aplican a superficies que estarán en contacto con aguas marinas o sobre estructuras metálicas expuestas al aire libre (puentes, hierro forjado, maquinaria agrícola, acero).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fabricación de pinturas</li> <li>• Industria textil (tinción)</li> <li>• Industria del plástico (pigmentos)</li> <li>• Curtiembre y tinción de cueros</li> <li>• Metálica (anticorrosivo)</li> </ul> <p>Nota: en Estados Unidos el mineral de cromita no se explota desde 1961.</p>	<p>Predomina la exposición a cromo VI en la producción de cromato, de acero inoxidable y soldadura (más en fundición que en soldadura o cuando el acero inoxidable es cortado, o soldado con soplete; es el principal consumidor de cromo), producción y uso de pigmentos con cromo, industria del cromoplateado (cromo VI soluble, en general, y para la industria automotriz, en los baños y el brillo).</p> <p>Predomina la exposición a cromo III en aleaciones de ferrocromo y la industria de teñido de cuero. Tuvo amplio uso en Estados Unidos como preservativo de madera.</p>

Tabla 5c. Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Usos	Principales industrias	Exposición ocupacional
Q15	<p>Hace parte de los diferentes hidrocarburos policíclicos aromáticos que componen las creosotas, coque, alquitrán de carbón y brea.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación de cáncer</li> <li>• Laboratorio biomédico</li> <li>• Laboratorio bioquímico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantas de producción de alquitrán</li> <li>• Plantas de coque</li> <li>• Sitios de gasificación del carbón                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundiciones</li> <li>• Cuartos de calderas</li> </ul> </li> <li>• Plantas de producción de aluminio</li> <li>• Plantas de producción de asfalto y carbón bituminoso</li> <li>• Incineradores</li> </ul>	<p>Se encuentra en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• los humos de combustión incompleta de compuestos orgánicos como madera, papel, carbón;</li> <li>• las fuentes de humo durante los procesos de cocción y distribución de alimentos;                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• la combustión de combustible, diesel, queroseno y madera;                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>• el humo condensado del cigarrillo;   <ul style="list-style-type: none"> <li>• el hollín;</li> </ul> </li> <li>• los escapes de motores a gasolina;</li> </ul> </li> <li>• las operaciones de impermeabilización de techos y carreteras;                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• los productos de madera tratados con creosota, y                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>• en procesos que utilicen asfalto.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> <p>Es un contaminante de numerosos alimentos que se cocinan en aceite o en barbacoa, alimentos ahumados, frutas, granos, carnes, harinas y bebidas.</p> </li></ul>
Q16	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como aditivo en la gasolina con tetraetilo de plomo                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Como un solvente general</li> </ul> </li> <li>• En preparaciones impermeabilizantes                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• En síntesis orgánica</li> </ul> </li> <li>• Como insecticida en cosechas de frutas cítricas, hortalizas y cereales</li> </ul> <p>Desde 1984, la EPA ha prohibido la mayoría de los usos del 1,2-dibromoetano. En la actualidad se usa para eliminar termitas y escarabajos de troncos de madera, polillas en colmenas y en la manufactura de tinturas y ceras; en Colombia no se ha utilizado como insecticida ni para fumigar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intermediario químico</li> <li>• Producción de plaguicidas</li> <li>• Aditivo de combustibles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agricultura para el control de plagas; riesgo para los aplicadores</li> <li>• En mecánicos de automóviles y otros trabajadores que manipulen gasolina plomada y solventes                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación, manejo y uso de impermeabilizantes</li> </ul> </li> </ul>
Q17	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para la manufactura de materiales sintéticos como: resinas epóxicas (se utiliza el 68% de la epíclorhidrina), glicerina sintética (19%), elastómeros y otros (10%), y caucho de poliéster usado para partes de automóvil (Zeospan).</li> <li>• Para la cura del caucho a base de propileno</li> <li>• Como solvente para éteres y ésteres de celulosa y en resinas con alto poder hídrico para la industria del papel                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Como un estabilizador</li> </ul> </li> </ul>	<p>Producción de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• monómeros</li> <li>• caucho sintético                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• resinas</li> <li>• glicerina</li> </ul> </li> </ul>	<p>No existen datos específicos.</p> <p>Manufactura de resinas, glicerina y de cauchos con base en propileno</p>

Tabla 5c. Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Usos	Principales industrias	Exposición ocupacional
Q18	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como materia prima en la industria de plásticos para la producción de resinas fenólicas (19%), resinas de poliacetil, resinas de melamina, resinas de urea (23%) y plásticos poliuretanos (11%). La concentración de formaldehído se ha ido reduciendo progresivamente en estas resinas, las cuales se utilizan como adhesivos y resinas de impregnación en la manufactura de productos de madera (tablas, madera contrachapada y muebles), pulpa y papel, producción de fibras vítreas sintéticas, producción de plásticos y en la industria de terminado textil.</li> <li>• Intermediario en la síntesis de compuestos químicos como: 1,4-butanediol, trimetilolpropano, trimetileno, 4,4'-difenilmetano diisocianato, pentaeritritol, hexametileno tetramine.</li> <li>• Síntesis de químicos acetilénicos (12%) y diisocianato de metileno.</li> <li>• Producción de agentes quelantes: 75% para ácido etilendiaminotetracético (EDTA) y 25% para ácido nitrilotriacético.</li> <li>• Para la manufactura de fertilizantes de liberación lenta (80% tienen urea-formaldehído).</li> <li>• Fabricación de agentes limpiadores para uso del hogar, líquidos para lavar vajilla, agentes para el cuidado del calzado, ceras y champú para carros (como preservativo, contenido menor al 1%).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Industria química: plásticos, cauchos, farmacéutica y producción de formaldehído</li> <li>• Industria de la madera</li> <li>• Sector salud: servicios de patología, medicina legal, funerarias y anfiteatros</li> <li>• Industria de alimentos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Industria textil</li> <li>• Industria del cuero</li> <li>• Agricultura</li> <li>• Construcción</li> </ul> </li> <li>• Industria del petróleo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta exposición en farmacéuticos, dentistas, médicos, veterinarios, enfermeras, patólogos, técnicos de histología, embalsamadores, profesores de anatomía (reportes en Estados Unidos, 1983 y 1987).</li> <li>• Producción de formaldehído, resinas y otros productos químicos como el pentaeritritol, hexametileno tetramina, etilenglicol; no se dispone de datos de exposición ocupacional por operaciones o procesos para esta actividad.</li> <li>• Producción de resinas sólidas a base de formaldehído (polimerización del formaldehído): operaciones de secado, molido, triturado, selección y mantenimiento <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manufactura de productos de pulpa de madera y papel</li> </ul> </li> <li>• Fábrica de madera contrachapada: área de bodega, corte y prensado, molinos de madera contrachapada y molinos de recortes de tablas, preparación y aplicación de colas o pegamento, mezclado, formado, ensamble, prensado en caliente, aserrado y recubrimiento <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fábricas de muebles: tareas de terminado de superficies usando ácidos, curado de pinturas, encolado, maquinado, barnizado y acabado; cargos de supervisor y mezclador de pinturas, asistente de pintores y aplicación de pinturas con spray</li> </ul> </li> <li>• Pintura de muebles: tareas de alimentación de la máquina de pintado, pintado con spray, curtido, lacado y barnizado antes y después del secado</li> <li>• Manufactura de textiles y prendas de vestir: departamentos de terminado, mezclado, tratamiento antiarrugas, tratamiento para propagación limitada de llama y manufactura de camisetas tratadas con resinas a base de formaldehído</li> <li>• Manufactura de productos metálicos, lana mineral, películas fotográficas y plástico: proceso de fundición, operaciones de elaboración de núcleos mediante resinas a base de formaldehído, moldeado y producción</li> <li>• Hospitales (departamento de patología, unidades de diálisis), laboratorios, salas funerarias y anfiteatros; actividades de desinfección y limpieza de instalaciones de hospitales, procedimientos de embalsamado y de autopsias; patólogos y técnicos de histología, estudiantes y docentes que manipulan piezas preservadas en formaldehído</li> <li>• Actividades de construcción: tareas de barnizado de pisos de madera, uso de espuma aislante urea-formaldehído y maquinado de partículas de madera <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades en agricultura: preservación de forraje y desinfección de huevos</li> </ul> </li> </ul>
Q19	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustancia química sintética utilizada para la manufactura de productos de poliuretano <ul style="list-style-type: none"> <li>• Catalizador en la polimerización de los poliuretanos</li> </ul> </li> <li>• Manufactura de productos de caucho de poliuretano: neumáticos y rodillos industriales, amortiguadores y bandas transportadoras, engranajes, empaquetaduras, botas deportivas, ruedas de patines, suelas de zapatos, rodillos y correas de cámaras, computadoras y copiadoras, ruedas y poleas para escaleras mecánicas y elevadores, partes de aparatos domésticos y diversos usos militares <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agente para cuajar adhesivos y plásticos</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Industria del caucho poliuretano <ul style="list-style-type: none"> <li>• Industria del plástico</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manufactura comercial, peletizado, empaque de MOCA <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fusión de MOCA peletizado antes del mezclado con polímero líquido <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mezclado de MOCA sólido con poliol</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Producción de elastómeros de uretano a partir de MOCA sólido o en solución; fabricación de productos de elastómero poliuretano: transferencia de MOCA seco dentro de recipientes de mezclado y tubos de procesamiento de elastómero, mezcladores y moldeadores</li> </ul>

Código	Usos	Principales industrias	Exposición ocupacional
Q20	<p>Las sales de níquel son ampliamente usadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acetato de níquel: como un intermediario catalizador, en la industria textil para fijar tintas, en electroplateado y como un sellador en los ánodos de aluminio</li> <li>• Carbonato de níquel: para preparar monóxido de níquel, níquel en polvo, catalizadores de níquel, vidrio coloreado o ciertos tipos de pigmentos; como catalizador o para remover contaminantes orgánicos del agua</li> <li>• Cloruro de níquel: como un catalizador, para absorber amoniaco en la industria de máscaras para gas y en electroplateado</li> <li>• Níquel carbonilo: para producir níquel en polvo de alta pureza con el método de Mond y para cubiertas continuas de níquel sobre acero y otros metales <ul style="list-style-type: none"> <li>• Níqueloceno: es usado como un catalizador complejo.</li> </ul> </li> <li>• Sulfato de níquel: en electroplateado, como intermediario químico para producir otros compuestos y como un centelleo sobre el acero que va a ser esmaltado-porcelanizado <ul style="list-style-type: none"> <li>• Subsulfuro de níquel: es usado en las baterías de litio.</li> </ul> </li> <li>• Sulfuro de níquel: es una sal neutra, usada como catalizador en la industria petroquímica y como intermediario en los procesos de hidrometalurgia.</li> </ul> <p>Los óxidos de níquel, en forma general, son usados en la manufactura del acero (del 2% al 4% del contenido de éste es níquel) y aleaciones. Por compuesto específico:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidróxido de níquel: es usado en las baterías níquel-cadmio y como un intermediario catalizador.</li> <li>• Monóxido de níquel verde: es usado en electrónica, electrodos celulares, como colorante en vidrio y cerámica, y para fabricar catalizadores con níquel.</li> <li>• Monóxido de níquel negro: es usado en la industria cerámica y en la manufactura de catalizadores con níquel y de sales de níquel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Refinería de níquel</li> <li>• Plantas de procesamiento de níquel (para aleaciones y sales de níquel) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soldadura</li> </ul> </li> <li>• Electroplateado</li> <li>• Minería de níquel</li> <li>• Fundición de productos metálicos o aleaciones que contengan níquel <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metalurgia</li> </ul> </li> <li>• Industria de níquel</li> <li>• Producción de níquel como catalizador</li> <li>• Uso de catálisis a base de níquel <ul style="list-style-type: none"> <li>• Industria aereoespacial</li> </ul> </li> <li>• Manufactura de computadores (disco duro) y equipos de comunicación</li> <li>• Manufactura de pilas o baterías que contengan níquel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición en minería, fundición, soldadura, piezas fundidas; pintura en spray o pulverizada, electroplateado, procesos en los cuales utilizan níquel como catalizador, aleaciones que contengan níquel y cualquier otro trabajo en el que se utilice níquel o sus compuestos</li> <li>• Explotación de minerales de níquel: grupo de mineros en minas subterráneas; minería y esmaltado: manipulación del mineral, secado, calcinado, mezclado, refinado, mantenimiento y manejo de productos terminados</li> <li>• Tostado, calcinado, esmaltado y refinado de níquel; áreas de hornos de tostado y calcinado del mineral en la producción de ferroníquel, operaciones de refinación, esmaltado y minería</li> <li>• Producción de acero inoxidable: área de horno, operaciones de moldeado continuo, triturado y pulido manual y con máquina, fundido y cortado, tratamiento en caliente y mantenimiento</li> <li>• Producción de aleaciones de níquel: operaciones de pesado y fundido, trabajo en caliente y en frío, triturado, limpieza y mantenimiento</li> <li>• Fundición de acero: operaciones de fundido, moldeado, cuarto de limpieza en soldadura, pulverización y reparación</li> <li>• Producción de baterías: níquel/cadmio, níquel/hierro, níquel/zinc en operaciones de ensamble y soldadura de blindajes de las baterías</li> </ul>

Tabla 5c. Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Usos	Principales industrias	Exposición ocupacional
Q20	<p>El níquel metálico, por su resistencia a la corrosión y a las altas temperaturas, se utiliza:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para fabricar acero inoxidable (el mayor uso) y otras formas de acero.</li> <li>• Para formar aleaciones combinado con otros metales como hierro, cobre (más común), cromo y zinc. Éstas se usan para fabricar diferentes productos tales como monedas (25% de níquel), joyas, válvulas e intercambiadores de calor, pilas alcalinas, productos de soldadura, componentes eléctricos, contactos eléctricos y magnéticos, electrodos, bujías de encendido, partes de maquinaria, prótesis dentales y quirúrgicas, entre otros.</li> <li>• Como catalizador en: hidrogenación de aceites vegetales, reforma de hidrocarburos y en la producción de algunos plaguicidas (fertilizantes y fungicidas, principalmente).</li> <li>• En electroplatinado en metales y en plástico.</li> </ul> <p>Usos generales descritos pero que no están especificados por compuesto: fabricación de aviones, motores y equipo automotriz; en construcción y reparación de barcos; para la producción de químicos; para la fabricación de productos metálicos y maquinaria; como catalizador en reacciones químicas (principalmente las formas hexahidratadas del cloruro de níquel, con un 99% de pureza); para niquelado; para colorear cerámicas y para fabricar baterías.</p> <p>Datos de Estados Unidos del 2002: distribuyen porcentualmente el uso del níquel y sus compuestos así: 42% en acero, 38% en aleaciones no ferrosas, 14% en electroplatinado y 6% otros usos.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción de baterías: níquel/cadmio, níquel/hierro, níquel/zinc en operaciones de ensamble y soldadura de blindajes en las baterías</li> <li>• Producción y uso de catalizadores de níquel; producción de polvo de níquel metálico y de sales de sulfato de níquel, uso de catalizadores a base de níquel en procesos de oxidación, hidrosulfuración y desgasificación del carbón</li> <li>• Electroplatinado o platinado químico con níquel: vapores de las soluciones electrolíticas (sales de níquel) de los baños durante el proceso de electrólisis</li> <li>• Soldadura: procesos de soldadura manual metal-arco, metal-gas inerte y tungsteno-gas inerte, sobre acero y aleaciones de acero</li> <li>• Operaciones de pulverización por llama o plasma: aplicación con spray, en caliente, de materiales de níquel sobre superficies de trabajo; procesos de fusión, atomización y pulverizado de material de níquel</li> <li>• Producción y uso de pinturas con contenido de níquel: aplicación de pinturas mediante la técnica de pulverización con spray y limpieza de superficies metálicas con chorro de arena</li> <li>• Operaciones de terminado de metales con contenido de níquel: trabajadores de mo-lienda, corte, pulido y brillado</li> </ul>
Q21	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intermediario químico de muchos procesos de producción de glicol estireno y sus derivados, materiales para cubrimiento de superficies, poliésteres y poliuretanos</li> <li>• Materia prima para la síntesis de 2-feniletanol (aceite de rosas), una base de perfume ampliamente usada; los ésteres útiles en aplicaciones de fragancia pueden ser hechos por reacción del 7-8-óxido de estireno con ácidos carboxílicos.</li> <li>• Síntesis de tetramisol (antihelmíntico): basado en un producto intermedio que se forma al combinarse con etanolamina</li> <li>• Reactivo diluyente de resinas epóxicas</li> <li>• Reactivo ácido limpiador para mejorar la estabilidad de fluidos hidráulicos y eléctricos, limpiadores clorados, destilados del petróleo, fluidos dieléctricos y para polímeros y copolímeros sensibles al ácido (en pequeñas cantidades)</li> <li>• En formulaciones adhesivas como un polipropileno catalizador desactivador, para hacer copolímeros con el algodón, seda y lana</li> <li>• Como un lubricante para polímeros y en formulaciones para sellar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Industria química</li> <li>• Industria farmacéutica</li> <li>• Industria del plástico y de plástico reforzado</li> <li>• Fábrica de pinturas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toda empresa que use estireno va a tener exposición indirecta a 7,8-óxido de estireno.</li> <li>• Industrias de resinas de poliéster: durante la adición de peróxidos a la resina, para producir lanchas, partes de carro y materiales de construcción</li> <li>• Laminadores manuales de la industria de plástico reforzado, donde se utiliza el estireno</li> </ul>

Tabla 5c. Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Usos	Principales industrias	Exposición ocupacional
Q22	<p>Intermediario químico en producción de: etilenglicol, tensoactivos no iónicos, etanolamina, glicoléter, glicoldietileno y trietileno</p> <p>Usado en forma gaseosa como desinfectante, agente para esterilizar, insecticida y para fumigar</p> <p>Antes de 1960 se utilizó para producir acrinonitrilo, en la producción del tabaco y para incrementar la durabilidad de la madera.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sector de salud</li> <li>• Industrias de alimentos, aceites y cosméticos (para esterilizar)</li> <li>• Productos veterinarios y farmacéuticos</li> <li>• Industria química</li> </ul>	<p>Dado que el óxido de etileno es altamente explosivo y reactivo, los equipos para su uso generalmente son cerrados y automatizados, por lo cual se reduciría la exposición.</p> <p>a) Producción de óxido de etileno y sus derivados: durante trabajos de mantenimiento y de servicio técnico, área de carga, descarga y toma de muestras; trabajadores de producción, distribución, mantenimiento, supervisores y de laboratorio; conductores</p> <p>b) Esterilizante industrial (productos veterinarios, farmacéuticos y alimentos para animales); en trabajadores de producción y operadores de equipo de esterilización; en esterilización de productos y dispositivos médicos: zona de almacenamiento y empaque; en operaciones de descarga de esterilizador, mantenimiento, supervisión, toma de muestras para control de calidad, descarga de aireación y cambio de botellas, cilindros y tanques de óxido de etileno</p> <p>c) Uso en hospitales: durante el cambio de cilindros presurizados de óxido de etileno, fugas en las válvulas, uniones y tuberías; fuga por el empaque de la puerta del esterilizador, ventilación inadecuada entre la línea de descarga, drenaje y en el área de aireación; ventilación general inadecuada; tránsito del personal cerca del área de esterilización y del lugar de aireación durante los procesos; mayor exposición en la apertura de las máquinas para remoción de los elementos por esterilizar, donde generalmente es un área poco aireada; uso del óxido de etileno en hospitales en las máquinas de esterilización (poco uso pero con niveles de exposición alto) en salas de cirugías, salas de esterilización.</p> <p>d) Como biocida para especias, en granos almacenados, coco y nuez</p> <p>e) Mantenimiento y reparación de equipos de esterilización, tanques u otros con donde se procese óxido de etileno</p> <p>f) Laboratorios de investigación</p>

Tabla 5c. Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Usos	Principales industrias	Exposición ocupacional
Q23	<p>Es uno de los metales más usados después del hierro, el cobre, el aluminio y el zinc. Entre sus usos están:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la manufactura de pigmentos para pintura y cerámica (óxido de plomo);</li> <li>• la construcción de tanques, tuberías, equipos para manejo de líquidos y gases corrosivos usados en refinería del petróleo, halogenación, sulfonación, extracción, condensación y metalurgia;</li> <li>• como estabilizador en la industria de plástico de polivinilo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• la manufactura de dispositivos electrónicos;</li> <li>• como componente en las baterías de plomo;</li> </ul> </li> <li>• la producción de láminas de plomo y, en general, para protección radiológica y la fabricación de soldadura y cables de cubrimiento;</li> <li>• la producción de cristal de vidrio (óxido de plomo).</li> </ul> <p>El acetato de plomo se utilizó como repelente de agua, protección contra mildew y como mordiente de tintes del algodón.</p> <p>El nitrato de plomo se usa en la fabricación de fósforos y explosivos, como estabilizante del color del nailon, y como capa de protección en el papel de fototermografía.</p> <p>El subacetato de plomo se usa en el análisis del azúcar y para clarificar soluciones de compuestos orgánicos.</p> <p>El cromato de plomo se usa como pigmento en pinturas, caucho y plástico.</p> <p>El cloruro de plomo se utiliza en embragues de asbesto y líneas para frenos, como catalizador y limitante de propagación de llama.</p> <p>El fosfato de plomo se usa como estabilizador en la industria de plásticos.</p> <p>El sulfato de plomo se emplea como estabilizador en la industria fotográfica y en baterías galvanizadas.</p> <p>El sulfuro de plomo es usado en la industria cerámica, como agente vulcanizador en la industria del caucho y el plástico, y como un detector de humedad en los cohetes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minería y refinación (explotación de galena, que es sulfuro de plomo)</li> <li>• Fundición de metales ferrosos y no ferrosos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Terminado de autopartes</li> <li>• Manufactura del cemento</li> <li>• Incineración</li> </ul> </li> <li>• Manufactura de pinturas a base de plomo <ul style="list-style-type: none"> <li>• Industria de pigmentos</li> <li>• Industria de la cerámica <ul style="list-style-type: none"> <li>• Imprentas</li> </ul> </li> <li>• Manufactura del vidrio</li> <li>• Manufactura de municiones</li> </ul> </li> <li>• Manufactura o reparación de baterías a base de plomo <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundición de baterías</li> </ul> </li> <li>• Industria del plástico de polivinilo <ul style="list-style-type: none"> <li>• Industria del caucho</li> </ul> </li> </ul>	<p>Alta exposición: producción y reciclaje de baterías; industria de fundición de metales ferrosos y no ferrosos (operaciones de fundición, galvanizado y terminado de matrices); químicos con plomo (idea incompleta); fundición y refinación del plomo; trabajadores de vidrio plomado; fabricación y trabajo con pigmentos a base de plomo; al soldar, fundir o reparar radiadores de automóviles</p> <p>Exposición de frecuencia moderada pero a altos niveles de intensidad: procesos de chorro de arena, aplicación de pintura a base de plomo, remodelación en la construcción, mineros de plomo, impresión de periódicos, trabajo de la industria del plástico y el caucho, soldador o cortador de acero y tuberías</p> <p>Exposición de poca frecuencia pero de alta intensidad: reparación de automóviles, trabajadores de la construcción y demolición, trabajo con soldadura de llama, mantenimiento de barcos, producción de vidrio de color y alfarería en vidrio</p> <p>Otras exposiciones ocupacionales son: trabajadores de metales, personal que maneja armas de fuego, trabajadores de chatarra, fabricantes de armas y municiones, fabricantes de baterías, joyeros, reparadores de puentes, fabricantes y empalmadores de cable, plomeros, trabajadores de cerámica pintada a mano, reparadores de radiadores, trabajadores de bronce y de latón, fundidores.</p> <p>Exposición no ocupacional: la combustión de gasolina plomada emite 90% de compuestos de plomo inorgánicos (como bromuro de plomo) y 10% de compuestos de plomo orgánicos; los alimentos se contaminaban cuando se utilizaban los contenedores metálicos que habían sido soldados con plomo (usados en Estados Unidos hasta 1989).</p>

Tabla 5c. Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Usos	Principales industrias	Exposición ocupacional
Q24	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como materia prima para la fabricación de vidrio, silicón y ferrosilicón</li> <li>• La arena y la gravilla se utilizan principalmente para la construcción con concreto y de carreteras.</li> <li>• Para la elaboración de moldes (corazones) en procesos de fundición             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Como material abrasivo</li> </ul> </li> <li>• Para la limpieza de superficies metálicas con chorro de arena             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Como filtro para plantas de tratamiento de agua</li> <li>• En procesos de explotación de petróleo y gas</li> </ul> </li> </ul> <p>La cristobalita es el principal componente de los ladrillos refractarios, pero por las altas temperaturas se convierte en cuarzo.</p> <p>La harina de sílice (sílice extremadamente fina) se utiliza para: pasta dental, polvo para pulir, pintura, caucho, papel, plástico, relleno de lana, cemento, materiales de superficies de rodamiento y en aplicaciones de fundición.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mimería</li> <li>• Canteras y picapedreros</li> <li>• Trabajadores de granito</li> <li>• Industria de la cerámica             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alfarería</li> </ul> </li> <li>• Fábrica de ladrillos refractarios</li> <li>• Industria de tierras diatomáceas             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción</li> </ul> </li> <li>• Industria del vidrio</li> <li>• Industria de la fundición</li> <li>• Terminado de piezas metálicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minas de metales, no metales y de carbón; en la mayoría de ocupaciones en minas, ya sea bajo tierra, en superficie o en los molinos (ruptura, pulverización, empaque y tamizado)</li> <li>• Canteras, procesamiento del granito y actividades afines: operaciones de extracción, picado y triturado de piedra, procesamiento de arena y grava, corte de rocas monumentales, ráfaga abrasiva, calcinación de rocas diatomitas, trabajo con pizarra y uso de rocas (de arena, granito, grava, pizarra, pedernal y tierra de diatomita)</li> <li>• Función ferrosa y no ferrosa: operaciones de moldeado y de desmolde, reparación e instalación de hornos, limpieza con chorro abrasivo, elaboración de núcleos con arena</li> <li>• Otras operaciones en metalurgia: molinos de hierro y acero, operaciones de preparación e instalación de material refractario y reparación de hornos</li> <li>• Industria de la cerámica, principalmente la cerámica sanitaria, porcelana y esmalte vítreo; mínima exposición en la fabricación de ladrillo y teja; en operaciones de mezclado, moldeado, esmaltado por aspersión, terminado e inspección; uso de arcilla, esquisto, pedernal, arena, cuarcita y tierra de diatomita</li> <li>• Industria del cemento: durante el procesamiento de materia prima (arcilla, arena, caliza y tierra de diatomita)</li> <li>• Industria del vidrio y la fibra de vidrio: durante el procesamiento de materia prima (arena y cuarzo) y en la instalación y reparación de material refractario</li> <li>• Industria de la construcción: en la excavación de túneles e hidroeléctricas y en operaciones de limpieza de estructuras y edificios mediante el sistema de chorro abrasivo; cuando se usan arena y concreto, se incrementa el riesgo de exposición si se utiliza arena molida en vez de gravilla (cascajo).</li> <li>• Limpieza de superficies y estructuras metálicas empleando chorro de arena</li> <li>• Agricultura: operaciones de arado, cosechado, uso de maquinaria y manipulación del suelo</li> <li>• Varios: como aditivo para caucho, plástico y pinturas, en manejo de rellenos conteniendo tierra de diatomita, preparación de jabones abrasivos y polvos para fregar, uso de harina de sílice, trabajo dental (operación de pulido, uso de arena y abrasivos), escultores y talladores</li> </ul>
Q25	<p>Se emplea para producir derivados etílicos de compuestos de fenoles, aminas y tioles. Es el único agente etilante eficaz para producir sales de etosulfato de amonio cuaternario.</p> <p>Empleado en procesos de producción de etanol mediante un ácido fuerte intermedio químico en manufactura de colorantes, agente etilante en producción de pigmentos, agente de acabado en manufactura textil y como agente colorante de papel carbón</p> <p>Como un agente acelerador de procesos de sulfonación, principalmente, del etileno</p> <p>Tiene usos menores tales como: químicos para la agricultura y productos para el hogar, en industrias farmacéutica y cosmética y como reactivo de laboratorio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manufactura del etanol</li> <li>• Fábrica de tejidos</li> <li>• Industria de la madera</li> <li>• Industria química y farmacéutica</li> </ul>	<p>Producción de etanol, supervisión de procesos, apertura de recipientes de reacción, limpieza y mantenimiento de equipos; en ambientes contaminados por fugas</p> <p>No se reportan otros datos en otras actividades económicas o por su uso</p>

Tabla 5c. Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Usos	Principales industrias	Exposición ocupacional
Q26	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usado como agente alquilante para la metilación en la industria química (para convertir compuestos de hidrógeno activo tales como fenoles, aminas y tioles que corresponden a derivados metílicos)</li> <li>• Para la fabricación de: tintes y colorantes, antipiréticos y anticolinérgicos, y perfumes</li> <li>• Como solvente para la separación de aceites minerales y extracción de hidrocarburos aromáticos</li> <li>• En combinación con compuestos de boro para la estabilización del trióxido de azufre                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Usado como agente sulfatante y sulfonante</li> <li>• Se utilizó como gas de guerra.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Industria química</li> <li>• Industria farmacéutica</li> <li>• Fábricas de tintes y colorantes</li> </ul>	<p>Exposición derivada de la información sobre usos como agente de metilación en plantas de producción</p> <p>En plantas productoras durante el llenado de tintas, colorantes, fármacos y otros productos</p>
Q27	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabilizador, refuerzo y relleno en plásticos</li> <li>• Se agrega al asfalto para dar estabilidad y resistencia a la aplicación en techos.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• En pinturas se usa para extender pigmentos y como relleno.</li> </ul> </li> <li>• En productos cosméticos y farmacéuticos, y como excipiente y base para pasta de dientes y jabón                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Como agente pulidor de granos de cereales, especialmente arroz</li> </ul> </li> <li>• Ingrediente en cera para pisos, pulidores de calzado, portador de raticidas, componente textil y para absorber aceite</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Industria de la cerámica</li> <li>• Industria del papel</li> <li>• Industria del plástico</li> <li>• Industria de la construcción</li> <li>• Manufactura de pinturas</li> </ul>	<p>A continuación se presentan los procesos en los cuales existe exposición a talco en general, pues no se describen usos específicos del talco contaminado con fibras asbestiformes:</p> <p>a) minería: en operaciones de taladrado y perforación, molienda, operaciones de triturado, selección, acumulación y separación, pulverización, embolsado, descarga de vagones y de camiones;</p> <p>b) caucho: en la operación de retirar el polvo del caucho y en las extrusoras, vulcanizadoras y cortadoras;</p> <p>c) otros: al agregar talco en los procesos de cerámica, vidriado, papel, pintura, plásticos, cosméticos y productos farmacéuticos.</p>

Tabla 5c. Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Usos	Principales industrias	Exposición ocupacional
Q28	<p>Aunque no se produce comercialmente en Estados Unidos desde 1970 por su biopersistencia, es un subproducto indeseado de algunos procesos térmicos durante la síntesis o la destrucción de compuestos orgánicos a base de cloro.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Industria química variada, con reacción térmica y fotoquímica</li> <li>• Manufactura y aplicación de herbicidas fenoxi y clorofenoles (triclorofenol)</li> <li>• Industria del papel y la madera</li> <li>• Industrias con incineradores industriales o en los incineradores municipales</li> </ul>	<p>En un subproducto no deseado durante los procesos de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Síntesis química, reacciones térmicas, fotoquímicas y bioquímicas</li> <li>• Exposición probable en la producción de fenoles clorados como el pentaclorofenol, 2,4-D, 2,4-(diclorofenoxi) ácido butanoico, (4-cloro-2-metilfenoxi) ácido acético, ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético (2,4,5-T), (4-cloro-2-metil) ácido propanoico y 2,4,5-triclorofenol (TCP); importante el tiempo de exposición y haber trabajado en manufactura de los químicos mencionados antes de 1970, en Estados Unidos; aplicación de estos herbicidas fenoxi y clorofenoxi, utilizados en silvicultura y horticultura; en las plantas de producción, en el reactor, durante la reacción de producción o por contaminación accidental en la sección del reactor durante la limpieza y reparaciones</li> <li>• En procesos térmicos de incineración en ámbitos urbano, municipal, industrial y hospitalario, inclusive basuras contaminadas con cloro; principalmente en el mantenimiento de incineradores de desechos (especialmente sólidos), durante las operaciones de limpieza de ceniza y escoria</li> <li>• Durante la extinción de incendios, combustión de madera y combustible de fósiles</li> <li>• En procesos térmicos en la refinación y transformación de metales (hierro, acero, magnesio, níquel, plomo y aluminio)</li> <li>• En el blanqueamiento de la pulpa de papel con cloro libre, en los molinos de pulpa y productos de papel (baja exposición)</li> <li>• En la limpieza, mantenimiento y extinción de fuego de transformadores que contienen polifenilclorados (PCB) y policlorobencenos (sector de servicios públicos eléctricos)             <ul style="list-style-type: none"> <li>• En aserraderos de madera tratada</li> </ul> </li> <li>• Para investigación química y toxicológica, en pequeñas cantidades (uso actual en Estados Unidos)</li> <li>• En químicos de los laboratorios de las plantas de producción de estos plaguicidas y en los laboratorios que analizan muestras ambientales (baja exposición)             <ul style="list-style-type: none"> <li>• En sitios de disposición de desechos químicos</li> </ul> </li> <li>• En los veteranos de la guerra de Vietnam expuestos al agente naranja</li> </ul> <p>La mayor y más probable exposición es la no ocupacional, pues se encuentra presente en el suelo, sedimento, aire y alimentos (carne, leche, huevos y pescados contaminados). Se acumula en la grasa; es de degradación lenta lo cual da lugar a la bioacumulación.</p>

Tabla 5c. Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Usos	Principales industrias	Exposición ocupacional
Q29	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como intermediario químico para producir fluorocarbonados, tales como 1,1,2-tricloro-1,2,2-trifluoroetano (CFC 113) (uso importante); su utilización en Estados Unidos pasó del 21% en 1970 al 50% en el 2000.</li> <li>• Como solvente limpiador en la industria textil y en metales (uso importante); en Estados Unidos, entre 1970 y 1997 el 58% del tricloroetileno se utilizaba en la industria del lavado en seco; para el año 2000 se redujo al 21% por las regulaciones gubernamentales.</li> <li>• Para limpiadores en frío y desengrasantes líquidos y al vapor de metales</li> <li>• Como un solvente general industrial (fotografía) y para remover el hollín de ollas industriales</li> <li>• En la industria textil como un solvente desengrasante y desmanchador, para remover lubricantes, aceite y tizne de tejidos o telas y como un solvente para coloración y acabado de tejidos o telas</li> <li>• Usado en removedores de pinturas, tintas de impresión, formulaciones de adhesivos, revestimientos de papel, tratamientos de cuero, como lubricante para siliconas y en formulaciones de aerosoles como repelente de agua                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Como agente antihelmíntico (anteriormente)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción de fluorocarbonados</li> <li>• Lavanderías y limpieza en seco                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Industria textil</li> <li>• Industria automotriz</li> </ul> </li> <li>• Industria de tratamiento de metales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Industria automotriz: durante el uso de desengrasantes, revestimientos de protección, espuma de uretano y poliuretano                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desengrase de equipo médico, platinas impresas y máquinas                                 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manufactura y desengrase de cuchillos</li> </ul> </li> <li>• Proceso de llenado de latas de aerosol con limpiador carburador</li> <li>• Empacado especializado, moldeado de caucho, procesado de películas, electroplateado, pintura en spray, artes gráficas, fundición, fábricas de pintura en polvo y taxidermia</li> </ul> </li> </ul>
Q30	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intermediarios químicos en la síntesis de pigmentos: azul directo (1, 8, 15, 76, 98 y 218) y naranja 16</li> <li>• Intermediarios químicos para la síntesis de tintas para seda, papel, telas y cuero</li> <li>• Está prohibido su uso en la Unión Europea como componente de productos que tengan contacto con la piel, inclusive textiles y cuero.</li> </ul>	<p>Manufactura de pigmentos para ser usados en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pinturas</li> <li>• Imprentas</li> <li>• Textiles</li> <li>• Protectores</li> <li>• Caucho</li> <li>• Cuero</li> <li>• Papel</li> <li>• Plástico</li> </ul>	<p>Operarios de manufactura de estos pigmentos, anteriormente en procesos abiertos</p> <p>Pintores que utilizan pinturas a base de bencidina como el negro 38, azul 6, café 95, rojo 28, azul de Evans, azul de tripano. El negro 38 puede contener pequeñas cantidades de 4-aminobifenilo y 2,4-diaminobenceno; mayor exposición en pintores de casas. En Alemania, anteriormente los pintores preparaban las pinturas.</p>
Q31	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como intermediario químico para la manufactura de: peróxido de benzoilo, herbicidas, colorantes, plásticos, medicamentos y para la introducción del grupo benzoilo en alcoholes, fenoles y aminas                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• En la manufactura de benzofenona, en perfumes y jabones                                 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Usado en el laboratorio como reactivo químico</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• El cloruro de benzoilo se usa para la producción de cloruro de benzoil, alcohol benzoil y benzaldehído. Su uso industrial incluye la manufactura de plásticos, colorantes, tainino sintético, perfumes, resinas y productos farmacéuticos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Industria química</li> <li>• Empresas fabricantes de herbicidas</li> <li>• Cloruro de benzoilo: fabricación de aditivos para gasolina, perfumería, plásticos, colorantes, germicidas, hules, resinas y reveladores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Manufactura y uso del cloruro de benzoilo</li> <li>b) En la producción de peróxido de benzoilo</li> <li>c) Para fabricar herbicidas, colorantes y otros derivados del cloruro de benzoil</li> <li>d) Producción de pftalatos de benzoilo, alcoholbenzoilo, sales de amonio cuaternario, sales farmacéuticas y ésteres de benzoilo a base de cloruro de benzoilo</li> </ul>
Q32	<p>Como intermediario en la manufactura de colorantes, pigmentos, productos farmacéuticos, pesticidas y químicos del caucho</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fabricación de colorantes</li> <li>• Industria farmacéutica</li> <li>• Industria del caucho</li> <li>• Industria de plaguicidas</li> </ul>	<p>Se produce comercialmente desde 1880.</p> <p>Exposición derivada de la información sobre usos: durante la producción de colorantes como la fucsina y safranina T y químicos del caucho</p> <p>Se encuentra como impureza en algunas formulaciones de inhibidores de la corrosión. Se encuentra en el humo del cigarrillo.</p>

Tabla 5c. Agentes carcinógenos químicos de interés ocupacional, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Usos	Principales industrias	Exposición ocupacional
Q33	<ul style="list-style-type: none"> <li>Principalmente, como agente para desengrasar partes metálicas</li> <li>Operaciones de desengrase en frío o al vapor de: muebles, productos fabricados en metal, partes metálicas en la industria automotriz, productos eléctricos y electrónicos y equipos de transporte</li> <li>Como solvente de extracción de: grasas naturales y aceites (palma, coco y soya), especias, lúpulo de la cerveza, y cafeína del café (en el proceso de descafeinado) <ul style="list-style-type: none"> <li>Para limpieza en seco de tejidos</li> <li>Para síntesis de compuestos orgánicos</li> <li>Como componente de adhesivos y pinturas</li> </ul> </li> <li>Como disolventes de pintura, lacas, barnices, adhesivos, tintas de impresión, lubricantes, insecticidas, limpiadores de metales en frío, cauchos, elastómeros y en líquidos correctores de tinta</li> <li>Como químico intermedio en la producción de productos farmacéuticos y químicos que limitan la propagación de la llama</li> <li>En sistemas de fosfatizado metálico, procesamiento textil y producción de cloruro de polivinilo (PVC)</li> <li>Usado en plásticos, electrodomésticos, joyería, automóviles, fontanería, textiles, papel, vidrio e impresión</li> <li>Antiguamente fue usado como anestésico y analgésico en obstetricia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Industria o instalaciones con trabajo metálico</li> <li>Operaciones de mantenimiento de maquinaria <ul style="list-style-type: none"> <li>Tratamientos de superficie</li> </ul> </li> <li>Industria con equipo eléctrico y electrónico</li> <li>Industria del transporte</li> <li>Industria del plástico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantenimiento: uso de desengrasantes al vapor para metales, aviones, buses y equipo médico <ul style="list-style-type: none"> <li>Restauración de textiles</li> </ul> </li> <li>Limpieza y desengrase de equipos electrónicos y de semiconductores <ul style="list-style-type: none"> <li>Industria de muebles</li> </ul> </li> <li>Pegado y desengrase del caucho</li> </ul> <p>Nota: por ser un contaminante ambiental, el 10% de la población tiene niveles detectables en sangre.</p>
Q34	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solvente</li> <li>Agente de extracción</li> <li>Removedor de pinturas y barnices</li> <li>Agente de limpieza y para desengrasar</li> <li>Intermediario químico en la producción de polímeros líquidos polisulfonados, dicloropropano y hexafluoropropileno, y agente de enlace en la síntesis de polisulfuros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Industria química</li> <li>Industria metalmeccánica</li> <li>Industria de limpieza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exposición derivada de la información sobre usos</li> <li>Durante su uso como agente para desengrasar y de limpieza</li> <li>Producción de polímeros líquidos</li> </ul> <p>Detectado en el suelo y en el agua, incluso en el agua de consumo, como un resultado de su presencia como impureza de un nematocido comercial.</p>
Q35	<p>Antes de 1979 fue usado en Estados Unidos como un aditivo para limitar la propagación de la llama para plásticos, textiles y fibras sintéticas (tejidos de poliéster, acetato celulósico y acrílico).</p> <p>Estados Unidos lo prohibió en 1977 para ser usado en ropa, pero en 1978 lo encontraron en 22 productos. No hay datos posteriores a 1979, aunque en el 2001 se identificaron 5 distribuidores en Estados Unidos. No hay datos de importación o exportación en Estados Unidos.</p> <p>Fue usado en Estados Unidos para la producción de resinas fenólicas, pinturas, revestimientos de papel y caucho.</p> <p>En Estados Unidos se adicionó a espumas rígidas y de poliuretano flexible (cojinería para automóviles, aviones, camas y muebles tapizados).</p> <p>En Estados Unidos se ha encontrado en ropa para niños, uniformes industriales, paños, tela de carpa, automóviles, resinas epóxicas para la industria electrónica, decoraciones navideñas e hilos de poliéster.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Industria del plástico</li> <li>Industria textil (terminado con poliéster) <ul style="list-style-type: none"> <li>Lavanderías</li> </ul> </li> <li>Fábricas de espumas</li> <li>Industria química</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Industria del terminado textil con poliéster</li> <li>Producción y uso de cables empleados para la comunicación telefónica <ul style="list-style-type: none"> <li>Lavandería</li> </ul> </li> </ul> <p>No es un producto natural y es poco biopersistente</p>

Tabla 6. Características de las mezclas carcinógenas seleccionadas, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Mezcla	Nº CAS	Grupo IARC	Ruta de exposición	Cáncer asociado	Sinónimos o grupos	Origen	Descripción física
M1	Aceites minerales sin tratar y medianamente tratados	No tiene	1	Inhalación, ingestión y contacto dérmico	En humanos: carcinoma escamocelular, principalmente, de escroto; carcinomas de senos paranasales, vejiga, estómago, colon y pulmón; en animales: de piel	No tiene.	Proceso de refinamiento del aceite crudo del petróleo	Los aceites se clasifican en clases según el proceso de refinación. En las clases 1, 2 y 3, las etapas finales de tratamiento pueden ser por neutralización caústica, desparafinización, tratamiento con arcilla o hidrotatamiento térmico mediano. Clase 1 o proceso de destilado al vacío: no reciben tratamiento con ácido ni por extracción con solventes. Clase 2 o aceite tratado con ácido: no reciben tratamiento por extracción con solventes. Clase 3 o aceite refinado con solventes. Clase 4 o aceites hidrotratados. Clase 5 o aceite blanco y petrolato, altamente refinados. Clase 6 o aceites aromáticos: extraídos con solventes y aceites procesados catalíticamente. Clase 7 o materiales misceláneos: productos formulados y aceites usados, que contienen aditivos químicos no identificados. Clase 8: materiales derivados del petróleo aún no clasificados. Para todos los aceites minerales, a mayor peso molecular, mayor es su viscosidad.
M2	Alquitrán de carbón (en inglés coal tar) a) Alquitrán de carbón b) Alquitrán de carbón de alta temperatura c) Alquitrán de carbón de baja temperatura	a) 8007-45-2 b) 65996-89-6 c) 65996-90-9	1	Inhalación y contacto dérmico	En humanos: de piel, pulmón, laringe, leucemia, vejiga y pelvis renal; en animales: de piel y pulmón.	a) Alquitrán de carbón crudo; b) Alquitrán residual decantado; c) Aceite de carbón	a) Alquitrán de carbón: subproducto de la destilación destructiva del carbón, llamada carbonización, para producir coque o gas. b) Alquitrán de carbón de alta temperatura: condensación de los gases de alta temperatura, mayor de 700°C, producidos en la carbonización del carbón. c) Alquitrán de carbón de baja temperatura: condensación de los gases de baja temperatura, menor de 700°C, producidos en la carbonización del carbón.	a) Alquitrán de carbón: líquidos viscosos o semiduros de color negro o casi negro y con olor a naftaleno, ligeramente solubles en agua y solubles en solventes orgánicos. b) Alquitrán de carbón de alta temperatura: según la temperatura del proceso se obtienen dos tipos: los de horno con temperatura hasta de 1.350°C y los de sistema de retorta vertical continua, con temperatura hasta de 1.100°C para la manufactura de carbón y gas de uso doméstico. c) Alquitrán de carbón de baja temperatura: líquidos viscosos negros, más densos que el agua y con menor contenido de compuestos aromáticos (40% a 50%) que los alquitranes de alta temperatura.

Tabla 6. Características de las mezclas carcinógenas seleccionadas, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Composición	Usos	Principales industrias	Exposición ocupacional
M1	<p>a) En los aceites lubricantes, la composición depende de la sustancia cruda original (hidrocarburos aromáticos, naftenos o cicloparafinas y parafinas) y del proceso seguido en la refinación. La proporción de hidrocarburos define las características del aceite. Pueden contener compuestos orgánicos como: nitrógeno, azufre, oxígeno y trazas de compuestos metálicos. b) El aceite blanco es altamente refinado y libre de compuestos insaturados. Contienen compuestos aromáticos polinucleares como benzo(a)pireno. Los compuestos aromáticos y otros constituyentes determinan el olor, el color, el sabor y el grado de aceptabilidad como material para alimentos y uso farmacéutico. c) El aceite blanco grado técnico es menos refinado que el medicinal.</p>	<p>Los aceites minerales sirven como materia prima para la síntesis de otros productos de aceites refinados, tales como: aceite de motor, aceite de maquinaria en general, aceite de engranaje para automotores e industria, fluidos de transmisión, fluidos hidráulicos, aceite hidráulico y circulante, aceite de fricción, aceite de compresión y refrigeración, aceite de máquinas de aire comprimido, aceite para trabajo con metal (corte, enrollado, formado, arrastre), aceite anticorrosivo, aceite para tratamiento en calor, aceite de transformadores, grasas, aceite blanco grado técnico, aceite blanco medicinal, aceites para procesamiento (transportadores y diluyentes, repelentes de agua, agente activador de superficie, aceites bactericidas, aceite para desmoldar, aceite para lavado).</p>	<p>Manufactura de: automóviles, aviones y sus partes, destornilladores, tornillos y productos de acero, partes de tubería de precisión, transformadores; producción de aluminio y latón; minería de cobre; reparación de motores; imprenta comercial y de periódico</p>	<p>1. Aceite para corte: pulido de cuchillas de motor de aviones, maquinado de moldes de hierro en partes de autos, producción de metal perforado de alta calidad, partes metálicas de precisión, manufactura de acoples de tubería para aceite y conductos eléctricos, componentes de aviación, partes para industria automotriz con máquinas de tornillos automáticas, molienda y maquinado                  2. Aceite transformador: en minas de carbón, manufactura y mantenimiento de transformadores                  3. Impresión de periódicos: nieblas de tintas de imprenta o aerosoles de negro de humo en aceite mineral en los cuartos de imprenta, operador y ayudante</p>
M2	<p>Son combinaciones complejas de alrededor de 400 componentes, entre ellos, los hidrocarburos alifáticos y aromáticos, fenoles, compuestos heterocíclicos de oxígeno, sulfuro, nitrógeno y compuestos aromáticos polinucleares. Al aumentar la temperatura de carbonización, aumenta el porcentaje de hidrocarburos policíclicos aromáticos presentes en los alquitranes, en tanto que el contenido de parafinas y fenoles disminuye. Algunos de los compuestos carcinógenos son: el benceno, el naftaleno y la creosota.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la industria del acero, como combustible en hornos abiertos y altos hornos, por su gran disponibilidad, bajo contenido de azufre y alto grado de calentamiento.</li> <li>• En la industria farmacéutica, los alquitranes de alta y baja temperatura se utilizan en ungüentos para el tratamiento de enfermedades crónicas de la piel, como psoriasis, dermatitis seborreica, caspa y eccemas; como vehículo de cremas, pastas, lociones, pomadas, aceites, champú, jabones, geles y en pomadas tópicas de sulfato de neomicina-hidrocortisona. El alquitrán de grado farmacéutico se usa en el alcohol desnaturalizado.</li> <li>• En formulaciones de recubrimientos de superficie actúa como modificador, enlace y relleno.</li> <li>• Para la producción de compuestos químicos refinados como la creosota, las breas, el naftaleno crudo y el aceite de antraceno, a la vez que para la recuperación de benceno, producción de pasta de antraceno, combustible para encendedor y manufactura de electrodos de grafito, se utilizan fracciones de la destilación y residuos de alquitrán de alta temperatura.</li> <li>• Como modificador de las resinas epóxicas, en los cubrimientos de superficie.</li> <li>• Ingrediente activo de algunos plaguicidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destilación del carbón</li> <li>• Hornos de coque</li> <li>• Construcción</li> <li>• Farmacéutica</li> <li>• Fundición</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cerca a las fuentes asociadas al uso de alquitranes; en operaciones y áreas durante el trabajo con pavimento alquitranado o con breas; durante la construcción y remoción de techos alquitranados</li> <li>• No se dispone de datos para la exposición ocupacional en el área farmacéutica y en hornos en la industria de acero (es la principal fuente de producción).</li> </ul>

Tabla 6. Características de las mezclas carcinógenas seleccionadas, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Mezcla	Nº CAS	Grupo IARC	Ruta de exposición	Cáncer asociado	Sinónimos o grupos	Origen	Descripción física
M3	Bifenilos policlorados (PCB)	1336-36-3	2A	Ingestión, inhalación y contacto dérmico	En humanos: evidencia inadecuada; sistema digestivo y hematopoyético; melanoma con Aroclor 1254; en animales: administrado en la dieta produce tumores hepáticos (particularmente, con clorinación mayor de 50%: Aroclor 1260, Aroclor 1254, Kaneclor 500); en otros PCB, inducción por N-nitrosodietilamina o 2-acetilaminofluoreno; listado en el segundo reporte anual de carcinógenos en 1981.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aroclor</li> <li>• Aroclor-bifenilos policlorados</li> <li>• Bifenilos, clorados</li> <li>• Bifenilos policlorados (PCB)</li> <li>• Clorados bifenilos</li> <li>• Clorados difenilos</li> <li>• Clorobifenilos</li> <li>• Derivados cloro-bifenilos</li> <li>• Derivados 1,1' cloro-bifenilos</li> <li>• PCB</li> <li>• Policlorobifenilos</li> </ul>	No se conocen fuentes naturales de PCB. Existen 209 posibles isómeros. Se preparan industrialmente por la cloración del bifenilo con anhídrido clorhídrico, en presencia de un catalizador tal como limaduras de hierro o cloruro férrico. Los bifenilos policlorados pueden contener desde 1 hasta 10 átomos de cloro en diferentes posiciones de los anillos del bifenilo; la ubicación de la sustitución se indica con el nombre de cada compuesto.	Los PCB son líquidos, aceitosos o sólidos, aunque algunos pueden existir como vapor en el aire; de incoloros a amarillo claro. No tienen olor ni sabor especial. En mezclas complejas de clorobifenilos, el grado de cloración depende principalmente del tiempo de contacto del bifenilo con el anhídrido clorhídrico. Los productos comerciales son líquidos porque el punto de fundición se disminuye cuando se mezclan los PCB. Son prácticamente insolubles en aguas y solubles en aceites y solventes orgánicos. Son térmicamente estables, resistentes a la oxidación, ácidos o bases y con excelentes propiedades dieléctricas.
M4	Breas (en inglés coal tar pitches): a) Breas de alquitrán de carbón b) Breas de alquitrán de carbón de alta temperatura c) Breas de alquitrán de carbón de baja temperatura d) Otras	65996-93-2	1	Inhalación, ingestión y contacto dérmico	En humanos: de piel, escroto, pulmón, vejiga, leucemia, laringe, cavidad oral, esófago, estómago y pelvis renal; en animales: de piel	No tiene.	Residuo producido durante la destilación del alquitrán de carbón	Residuo amorfo, brillante, negro o café oscuro

Tabla 6. Características de las mezclas carcinógenas seleccionadas, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Composición	Usos	Principales industrias	Exposición ocupacional
M3	<p>a) Principalmente alquilnaftalenos, naftaleno, difenilacenafteno, fluoreno, óxido de difenileno, derivados de fenoles (2%) y base de quinolina (4% a 6%).</p> <p>b) Compuestos polinucleares, principalmente antraceno, fenantreno y carbazol, con pequeñas cantidades de fluoreno y pireno.</p> <p>c) Compuestos aromáticos polinucleares de alto peso molecular.</p>	<p>En Estados Unidos, antes de 1972, se usaron en aplicaciones abiertas como en plastificantes, recubrimientos superficiales, tintas, adhesivos, diluyentes de plaguicidas y combinados con formulaciones de insecticidas y de bactericidas; en microencapsulación de colorantes para papel carbón y en inmersión aceitosas para microscopios, como catalizadores en la polimerización de olefinas y en la conversión de sólidos permeables a no permeables.</p> <p>Usados en Estados Unidos desde 1974, en aplicaciones nominalmente cerradas" tales como refrigerantes y lubricantes en transformadores, condensadores y otros equipos eléctricos, en transferencia de calor y en fluidos hidráulicos. Actualmente se usan sólo por solicitud como un aceite de inmersión de microscopio de fluorescencia y como líquido óptico para investigación y desarrollo.</p> <p>Productos fabricados antes de 1977 que pueden contener PCB, incluyen tubos fluorescentes anti-guños, artefactos eléctricos con condensadores de PCB, aceite para microscopios y fluidos hidráulicos. En los Estados Unidos, la manufactura de PCB cesó en 1977 debido a la evidencia de la acumulación en el medio ambiente y de los efectos nocivos producidos por estos compuestos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transformadores de energía</li> <li>• Industria eléctrica             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plásticos</li> <li>• Adhesivos</li> <li>• Minería</li> </ul> </li> <li>• Construcción naval             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plaguicidas</li> </ul> </li> </ul>	<p>Trabajadores de producción y uso de PCB, fábrica de condensadores, incineradores comerciales, producción de papel carbón e industria eléctrica; mayor riesgo con Kaneclor 400 y Araclor 1254. Nota: los PCB son grandes contaminantes ambientales y la mayor fuente de exposición es la dieta.</p>
M4	<p>La brea de alquitrán de carbón es una combinación de diferentes compuestos que interactúan formando mezclas eutécticas, por ello no muestran un punto de ebullición o fusión definidos. Se clasifican en breas medianamente blandas y breas muy duras, según el punto de ablandamiento o temperatura a la cual se alcanza una viscosidad determinada. Las breas contienen hidrocarburos polinucleares, sus derivados metil y polimetil, y compuestos heteronucleares, entre ellos: fenantreno, antraceno, pireno, creseno y benzo(a)pireno. Los hidrocarburos polinucleares menos complejos, de cuatro anillos como pireno y benzo(a)antraceno, se encuentran en las breas de alta temperatura. Los compuestos de 5 a 7 anillos (40% a 50%) se encuentran en las breas medianamente blandas. Algunos de los componentes carcinógenos son: benceno, naftaleno y otros hidrocarburos policíclicos aromáticos.</p>	<p>Como adhesivo en la producción de electrodos de aluminio en fundición; en materiales para impermeabilizar techos y tejados; para impregnar y dar fortaleza e impermeabilizar los ladrillos refractarios para hornos industriales en línea; como cubrimiento protector de superficies, aplicado como pintura esmaltada o barniz negro para tuberías de agua, gas y aceite; para la industria siderúrgica y como pintura antisuciedad para botes.</p> <p>La brea dura es usada como adhesivo en los centros de fundición.</p> <p>La brea de los hornos de coque se utiliza como un carbono componente de electrodos, escobillas de carbono, y artículos de grafito y carbón.</p> <p>Los residuos y fracciones de la destilación del alquitrán de alta temperatura se usan para la construcción y pavimentación de calles, en la producción de naftaleno, la recuperación de benceno, la producción de pasta de antraceno, el combustible sólido para briquetas de carbón sin humo, la impregnación de electrodos y fibras y la manufactura de electrodos y grafito.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Producción de coque</li> <li>b) Fundición de hierro y acero</li> <li>c) Producción y aplicación de recubrimientos con brea para impermeabilizar (construcción)</li> <li>d) Gasificación del carbón</li> <li>e) Producción de aluminio</li> <li>f) Producción de ladrillos refractarios</li> <li>g) Producción de carburo de calcio o carburo de silicio</li> <li>h) Industria óptica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Sin detalles</li> <li>b) Destiladores de carbón</li> <li>c) Construcción: en áreas de trabajo con breas de alquitrán de carbón, durante las operaciones de corte, demolición e instalación de techos con recubrimientos a base de breas; producción y aplicación de recubrimientos, operaciones de recubrimiento de tuberías, calentamiento y aplicación del recubrimiento a base de brea; transferencia de breas desde barcas de río a barcas de mar; construcción de molinos</li> <li>d) Sin detalles</li> <li>e) Sin detalles</li> <li>f) Operación de inmersión del ladrillo en la brea caliente en baño abierto</li> <li>g) Producción de carburo de silicio a partir de cuarzo y coque, usando brea como material enlazante durante el mezclado, prensado y calentamiento</li> <li>h) Durante el fundido y moldeado de la brea en la producción y el pulido de lentes; en la remoción de la brea</li> </ul>

Tabla 6. Características de las mezclas carcinógenas seleccionadas, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Mezcla	Nº CAS	Grupo IARC	Ruta de exposición	Cáncer asociado	Sinónimos o grupos	Origen	Descripción física
M5	Creosotas	8001-58-9	2A	Inhalación y contacto dérmico	En humanos: de piel, tipo carcinoma y epitelomas malignos (de escroto); en animales: de piel y de pulmón	a) Aceite de creosota/aceite de lavado b) Aceite ligero de antraceno c) Aceite pesado de antraceno/base de aceite	Fracción destilada, obtenida por destilación en fracciones de alquitrán crudo y carbón	Líquido aceitoso, de color amarillo brillante oscuro a café
M6	Escape de motores diesel	No tiene	2A	Inhalación	En humanos: pulmón, vejiga, leucemia linfocítica crónica y mieloma múltiple; en animales: pulmón y de piel	Gases de combustión	Combustión intermitente e interna de motores, en los que el combustible se autoenciende por la inyección en aire caliente por condensación.	Emisión gaseosa y particulada, proveniente de la combustión completa e incompleta de un combustible, tipo diesel, en un motor.

Tabla 6. Características de las mezclas carcinógenas seleccionadas, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Composición	Usos	Principales industrias	Exposición ocupacional
M5	<p>Los hidrocarburos policíclicos aromáticos constituyen el 75% de la creosota. a) Fase gaseosa: ácidos cianhídrico, fórmico, nítrico, nítrico y sulfúrico; acroleína, amoniaco, benceno, 1,3-butadieno, dióxido de sulfuro, formaldehído; compuestos heterocíclicos y derivados, hidrocarburos alifáticos (C1-C18) y derivados; hidrocarburos aromáticos policíclicos y derivados; metanol; tolueno; óxidos de nitrógeno.</p> <p>b) Fase particulada: compuestos heterocíclicos y derivados, hidrocarburos alifáticos (C14-C35) y derivados, hidrocarburos aromáticos policíclicos y derivados (antraceno, naftaleno y derivados del fenantreno), metales (plomo y platino), sulfatos y nitratos inorgánicos. Los derivados mencionados incluyen: ácidos, alcoholes, aldehídos, anhídridos, cetonas, compuestos sulfonados, nitrados y halogenados, ésteres, nitrilos, quinonas y derivados multifuncionales.</p>	<p>En Estados Unidos, más del 97% de la producción actual de creosota es usada primariamente para la preservación de la madera. En Europa y en Estados Unidos es usada en el tratamiento de traviesas o durmientes de los ferrocarriles, postes para cercos, pilotes, maderos y otros productos de la madera. Está registrada para usos, en cantidades limitadas, como repelente de aves y animales, baños de inmersión para animales (garrapaticida), insecticida (ovicida), fungicida, herbicida e insecticida de uso no agrícola. La creosota es también utilizada para cerrar los hornos refractarios con tapas de cemento, como un agente espumante en minerales de flotación y como materia prima en la producción de negro de carbón. Aplicación como antiséptico, astringente, antipirético, desinfectante y para la caspa. Los usos orales sugeridos incluyen medicamentos para la tos, influenza, diarrea e infecciones del tracto urinario.</p>	<p>a) Industria de la madera b) Industria farmacéutica c) Otros usos fueron abandonados antes de 1970</p>	<p>a) Importante exposición dérmica en la industria de la madera, por tratamiento de la misma a presión o por inmersión. b) En la producción de coque o gasificación del carbón: exposición indirecta en el horno de coque (subproducto) c) Sin detalles</p>
M6	<p>a) La fracción gaseosa está constituida principalmente por dióxido de carbono y agua; en menor porcentaje, por monóxido de carbono, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos de bajo peso molecular y sus derivados. b) El material particulado está formado por micropartículas de carbón elemental que ha adsorbido material orgánico tal como: hidrocarburos policíclicos aromáticos, entre ellos, los nitroarenos, los compuestos heterocíclicos, los fenoles y otros derivados que contienen nitrógeno y oxígeno, y trazas de compuestos metálicos (básicamente, plomo).</p>	<p>No se conocen usos de estos subproductos.</p>	<p>a) Automotriz b) Minería c) Transporte d) En cualquier industria en la que se utilicen equipos a motor que funcionan con combustible diesel.</p>	<p>La intensidad de la exposición y el contenido de estos gases y humos de combustión de los motores dependen del tipo y las condiciones del motor, del tipo de combustible y de los aditivos, de las condiciones de operación y de las medidas de control. El diesel genera 40 veces más partículas, 20 veces más nitroarenos y 10 veces más hidrocarburos policíclicos aromáticos que los motores a gasolina. Las exposiciones ocupacionales más frecuentes a los escapes de motores diesel son: a) mantenimiento y revisión de vehículos; trabajadores de garajes y talleres de reparación; b) operación de vehículos, taladros, bombas y otros equipos con motores diesel en minas de subsuelo; c) conductores de buses, camiones y equipos pesados; control de tránsito (policías) d) ferrocarriles, bomberos, operadores de carga, durante el paso a través de túneles y operación de carga, empleados de estaciones de servicio, electricistas, maquinistas y supervisores en áreas en las que se utilicen equipos de motor.</p>

Tabla 6. Características de las mezclas carcinógenas seleccionadas, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Mezcla	Nº CAS	Grupo IARC	Ruta de exposición	Cáncer asociado	Sinónimos o grupos	Origen	Descripción física
M7	Hollín, familias (en inglés soots): a) Carbonos aciniformes b) Partículas carbonáceas xerogel c) Carbón tipo xenósfera d) Coque y fragmentos carbonizados	No tiene	1	Inhalación, ingestión y contacto dérmico	En humanos: reconocidos, escroto, de piel y pulmón; según otros estudios, además, cáncer hepático, próstata, vejiga, linfomato-poyético y esofágo; en animales: pulmón y de piel. Incluido desde 1980 en el primer listado anual de reporte de carcinógenos.	Partículas de emisión de carbonáceos primarios	Subproductos de la combustión incompleta o pirólisis de cualquier clase de material que contenga carbono, como sobrantes de aceite, combustibles, gasolina, carbón, alquitrán de carbón, breas, aceite de esquisto, madera, papel, caucho, plástico, resinas o desechos domésticos.	Material particulado fino, de color negro opaco, que presenta propiedades muy variables y frecuentemente desconocidas. Se clasifica en familias según los componentes mayoritarios. Hay cuatro formas de partículas de carbono morfológicamente diferentes: a) Carbono aciniforme coloidal: partículas esféricas formadas por unión de núcleos y depósito de la fase de vapor, presentes en poca cantidad en hollines de chimenea b) Partículas carbonáceas xerogel: se producen por la carbonización de depósitos de material orgánico del carbón aciniforme c) Carbono xenósfera: duro, brillante, esferas porosas o huecas, se forma de la carbonización de gotas líquidas y está presente en muchos hollines d) Coque y fragmentos carbonizados de madera o carbón: forman la mayor parte del hollín de las chimeneas domésticas.
Código	Composición	Usos	Principales industrias	Exposición ocupacional				
M7	El 60% del hollín es carbón y contiene fracciones de materiales orgánicos, principalmente, hidrocarburos aromáticos polinucleares (PHA) e inorgánicos solubles (óxidos, sales, metales, sulfuros y compuestos nitrogenados), y otros líquidos y gases adsorbentes. Contiene resinas, alquitrán orgánico absorbido y numerosos agentes reconocidos como carcinógenos, tales como: cadmio, arsénico, cromo, níquel y PHA, entre ellos, benzo(a)antraceno y benzo(a)pireno.	De poco uso industrial, principalmente, en metalurgia en la recuperación de trazas de metales. En horticultura para eliminar lechos ácidos o neutralizarlos con compuestos de amonio y otras bases, para disolver babosas, para acondicionamiento de suelos, para mantener el suelo tibio dado que por su color negro absorbe radiación solar, como fertilizante para suministrar trazas de nitrógeno y metales, básicos para el metabolismo de las plantas y la pigmentación de las flores.	a) Metalurgia b) Horticultura c) Otros donde existan procesos de combustión	a) Trabajadores metalúrgicos b) Horticultores c) Operaciones de limpieza de chimeneas industriales y residenciales, calentadores industriales y pequeños, personal de servicio de la unidad de calderas, trabajadores en fábricas de ladrillos, bombos, trabajadores en incineradores o expuestos a la quema de cualquier material orgánico				

Tabla 7. Características de las circunstancias de exposición carcinógenas, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Circunstancia de exposición	Grupo IARC	Cáncer asociado	Procesos industriales	Exposición ocupacional
C1	Fabricación de muebles y gabinetes	1	En humanos: adenocarcinoma nasal, carcinoma escamocelular nasal y pulmón; menor relación con el linfomatomopoyético y el gastrointestinal; en animales: nasal.	<p>Procesos generales: preservación de la madera, aserrado, secado artificial, enchapado, elaboración de paneles, trabajo mecánico (lijar, resanar, enmasillar y aislar); desengrasado, blanqueado, entintado; brillanteo, barnizado y lijado; ensamble y terminado.</p> <p>Químicos utilizados:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conservantes: arsenicales, boratos, cromatos y dicromatos alcalinos, sulfato de cobre, fluorosilicatos, mercuriales, cloruro de zinc, clorobenceno, fenol, fosfatos alquílicos, DDT y dieldrin</li> <li>2. Adhesivos: silicato de sodio; colas vegetales; colas de amilasa, gelatina, pescado, sangre, caseína; resinas de urea-formaldehído, melamina-formaldehído, resorcinol; resinas vinílicas, celulosa, caucho clorado, neopreno, formaldehído y formol-cresol</li> <li>3. Barnices: con solubilizantes volátiles, de celulosa, de vinilo, aceites, gliceroftálicos, urea-formaldehído, epóxidos, poliuretano y poliéster</li> </ol>	<p>1. Polvo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polvo de madera en operaciones de aserrado, enchapado, cepillado, recorte, moldeado, lijado, ensamble. Son trabajos rutinarios. Existe mayor contenido de polvo alrededor de las máquinas para aserrar o pulir, en las lijadoras, sierras y bolsas de filtros. Las maderas duras (roble, haya, arce, fresno, abedul, lima) tienen mayor riesgo de generar cáncer que las maderas blandas.</li> <li>• Polvo de minerales de silicatos: por el uso de papel de lija o de materiales abrasivos a base de silicatos minerales.</li> </ul> <p>2. Solventes: durante la preparación de barnices y su aplicación por aspersión (spray). Los solventes pueden ser cetonas, ésteres, alcoholes e hidrocarburos aromáticos. El benceno se encuentra como contaminante de estos últimos.</p> <p>3. Isocianatos: en zonas cercanas a la caseta de barnizado y en el cuarto de secado; sin riesgo para cáncer (tolueno-dilisocianato, hexametileno-dilisocianato)</p> <p>4. Factores biológicos: insectos y parásitos, sin riesgo para cáncer</p>
C2	Fundición de hierro y acero	1	En humanos: pulmón, gastrointestinal, riñón, próstata. No hay datos en animales.	<p>Operaciones generales:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) elaboración de patrones</li> <li>2) moldeo y elaboración de núcleos</li> <li>3) fundición y vaciado</li> <li>4) acondicionamiento y terminado</li> </ol> <p>Materia prima: arena (de cuarzo, principalmente) y materiales de unión</p>	<p>a) Sílice y polvos de minerales (asbestos) en las fundiciones de hierro y acero, donde se usa arena para moldear y elaborar los núcleos. Existe exposición en el área de hornos por: preparación manual, mecánica o automatizada de arena, moldeado, elaboración de núcleos, trabajo general de fundición, vaciado, extracción de moldes y de núcleos; limpieza de patrones e instalaciones, reparación de hornos y mantenimiento.</p> <p>b) Humos y polvos metálicos (son de interés los compuestos de cromo y níquel) durante la fusión, moldeado, vaciado y esmaltado. Los acondicionadores están expuestos durante la molienda, soldadura y operaciones de corte con llama; exposición a polvos metálicos en procesos de lijado con abrasivos.</p> <p>c) Resinas tipo urea-formaldehído o fenol-formaldehído, aminas e isocianatos: se utilizan como compuestos de unión en moldes y núcleos de arena. Los compuestos se pueden volatilizar durante las operaciones de mezclado, soplado, empujado, secado y cocción.</p> <p>d) Polinucleares (PAC) como el benzo(a)pireno, se producen por descomposición térmica de los ingredientes carbonáceos de la arena de fundición durante las operaciones de fusión, moldeado, vaciado, desmolde, acondicionamiento y transporte. Al calentarse los compuestos de unión se liberan compuestos alifáticos, aromáticos (benceno) y compuestos aromáticos polinucleares como el benzo(a)pireno. Los compuestos polinucleares se forman y vaporizan por las condiciones extremas de calor en la interfase molde-metal; son adsorbidos por el hollín, humo y arena, y luego son esparcidos durante la remoción de moldes y operaciones formadoras de polvos.</p>

Tabla 7. Características de las circunstancias de exposición carcinógenas, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Circunstancia de exposición	Grupo IARC	Cáncer asociado	Procesos industriales	Exposición ocupacional
C3	Gasificación del carbón	1	En humanos: de pulmón, vejiga, piel (más de escroto); en animales: piel (papilomas y carcinomas)	<p>1. Retortas de gas - sistema antiguo:</p> <p>a) Destilación del carbón: dos tipos de retorta, horizontal y vertical, o estructuras refractarias cerradas, con cámara de combustión con capacidad para calentar 2 o 3 toneladas de carbón a 1.200°C por 10 horas</p> <p>b) Purificación de gas: el gas producido en la retorta se purifica por condensación, precipitación electrostática de alta eficiencia, lavado con agua para la remoción de amoniaco y, finalmente, eliminación de ácido sulfídrico. El vapor se pasa luego sobre carbono al rojo vivo para agregar monóxido de carbono e hidrógeno.</p> <p>2. Sistemas modernos de gasificación de carbón-gasificadores comerciales:</p> <p>a) lecho de entrada, proceso a alta temperatura</p> <p>b) lecho fijo, proceso a contracorriente</p> <p>c) lecho fluido</p> <p>3. Alquitrane producidos por gasificación del carbón: en los alquitrane se han identificado muchos compuestos aromáticos (benceno, tolueno, etilbenceno, xileno y fenol) e hidrocarburos polinucleares (antraceno, benzo(a)pireno, cresoles). No hay datos disponibles recientemente.</p>	<p>1. Retortas de gas doméstico-sistema antiguo:</p> <p>a. Exposición a humos y polvos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidrocarburos polinucleares como el benzo(a)pireno y compuestos de 4 a 6 anillos</li> <li>• 1- y 2-naftilaminas</li> </ul> <p>b. Oficios: el operador de retorta está expuesto durante las operaciones de carga y descarga de la retorta. En los sistemas verticales, la descarga del coque se hace por la parte inferior por gravedad:</p> <p>2. Sistemas modernos de gasificación de carbón:</p> <p>a. Exposición a compuestos aromáticos polinucleares, incluidas las aminas.</p> <p>b. Oficios o áreas: áreas de combustión del gasificador, reductor del gasificador, ducto del gas, ventilación inducida, cuarto de controles, gasificador, separador de aceites, bomba de alquitrán, compresor de gas, filtros; en operadores de equipos, personal de mantenimiento, soldadores, calderista, técnico químico, técnico instrumental, electricista y mezclador.</p> <p>3. Alquitrane producidos por gasificación: se han realizado mediciones cuantitativas de seis hidrocarburos aromáticos polinucleares y aminas aromáticas polinucleares, en sistemas de retorta verticales, gasificadores a baja temperatura, gasificadores tipo Lurgi.</p> <p>El gas también puede contener arsénico, radón, formaldehído, cloruro de vinilo y PCB.</p> <p>El alquitrán proveniente de las retortas horizontales era más carcinógeno que el proveniente de las retortas verticales, en los estudios con animales de experimentación.</p>
C4	Industria del caucho	1	En humanos: de vejiga, leucemia linfocítica, estómago y pulmón; cáncer de piel en la manufactura de llantas	<p>Industrias del caucho:</p> <p>1. Llantas, tubos</p> <p>2. Cables, cinturones, mangueras, calzado de caucho, equipo para proceso de alimentos, equipo para aviones, partes de automóviles, equipo deportivo y juguetes, equipo médico y quirúrgico</p> <p>3. Fábrica de impermeabilizantes de caucho, adhesivos y sellantes</p> <p>4. Productos de látex y espumas</p> <p>Se relacionan las operaciones del proceso de producción de llantas y tubos. Las otras manufacturas siguen un esquema similar con algunas variaciones según el proceso:</p> <p>a) manejo de materia prima</p> <p>b) pesado y mezclado</p> <p>c) operación de equipos de molienda, extrusión, elaboración de planchas de caucho o proceso de calandra</p> <p>d) elaboración de componentes, ensamble y reconstrucción</p> <p>e) moldeado, autoclavado, curado</p> <p>f) inspección, terminado, recortes y pintura</p> <p>g) almacenamiento y despacho</p>	<p>Exposición combinada a múltiples agentes químicos, entre ellos: solventes orgánicos (pueden contener benceno), aminas aromáticas, compuestos de cadmio en los baños de caucho, aceites minerales, negro de humo, humos de curado, compuestos nitrosos, compuestos de ditiocarbamato, etilentiourea, agua oxigenada, hidrocarburos aromáticos polinucleares, di(2-etilhexil)ftalato, di(2-etilhexil)adipato. Anteriormente, algunos antioxidantes contenían 2-naftilamina.</p>

Tabla 7. Características de las circunstancias de exposición carcinógenas, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Circunstancia de exposición	Grupo IARC	Cáncer asociado	Procesos industriales	Exposición ocupacional
C5	Manufactura de vidrio, recipientes de vidrio y cristal prensado	2A	En humanos: de pulmón, estómago y colon	<ol style="list-style-type: none"> <li>Mezcla de arena y otras materias primas</li> <li>Fundición de materiales mezclados</li> <li>Fabricación por soplado, prensado, enrollado, moldeado                             <ol style="list-style-type: none"> <li>Temple</li> <li>Inspección</li> </ol> </li> <li>Procesos de decoración, plateado, endurecimiento, según necesidades                             <ol style="list-style-type: none"> <li>Almacenamiento</li> <li>Empaque</li> <li>Despacho</li> </ol> </li> </ol>	<p>Contaminantes químicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Metales y óxidos metálicos de: antimonio, arsénico (en terminado), cadmio, cromo, níquel (como colorante y decolorante), manganeso, plomo y selenio                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Ácidos: sulfúrico y fluorhídrico</li> </ul> </li> <li>Humos y neblinas de hidrocarburos aromáticos policíclicos, provenientes de hornos y aceites minerales usados para la lubricación de moldes</li> <li>Silíce: es la principal materia prima; el polvo se encuentra en baja proporción y el tamaño de las partículas es grande, por lo cual el riesgo de efectos sobre la salud es bajo.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Asbesto</li> </ul> </li> </ul> <p>Áreas de interés:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>pesaje y mezcla de componentes</li> <li>hornos de fundición</li> <li>pulido y esmerilado de superficies de vidrio</li> </ol>
C6	Manufactura y reparación de calzado y botas	1	En humanos: nasal (tipo adenocarcinoma y carcinoma escamocelular), laringe, pulmón, vejiga, leucemia (eritroleucemia, principalmente), cavidad oral, faringe (adenocarcinoma), estómago, linfoma; todos estos casos fueron descritos antes de 1960 y en la monografía de la IARC no reportan datos recientes.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Fabricación de calzado:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Preparación de materiales del zapato y suela</li> <li>Corte, ribeteado, preparación y ensamble de componentes superiores</li> <li>Preparación de la unidad de molde de suela                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>Preparación de componentes</li> </ul> </li> <li>Armado final de la parte superior y ensamble del zapato                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>Terminado</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>Revisión, limpieza, polichado y despacho</li> <li>Reparación de calzado (remonta o cambio de suela, con corte y ribeteado); generalmente en la reparación, es el mismo operador quien realiza todas las operaciones.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Preparación de materiales</li> <li>Aplicación de pegante y pegado de suelas</li> <li>Reparación y colocación de tacones                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>Parchado</li> <li>Tintura</li> <li>Terminado</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>Revisión, limpieza, polichado y despacho</li> </ol>	<p>Fabricación y reparación:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Material particulado: partículas de cuero, plástico, caucho y textil, en los departamentos de preparación, pulido y terminado manual; durante el tratamiento para dar textura áspera al cuero, recorte de bordes y orillos, manejo y corte de materiales, moldeado sobre caucho no vulcanizado tratado con esteato de zinc como antiadherente; las máquinas de pulido de alta velocidad producen gran cantidad de partículas, las cuales pueden contener sales de cromo que se utilizaron en la tintura del cuero.</li> <li>Vapores: productos utilizados en la limpieza, aplicación de adhesivos (en forma manual o con máquina), aplicación de recubrimientos transparentes y coloreados, uso de tintas y colorantes; algunos tintes contienen aminas aromáticas como la 2-naftilamina. Los vapores pueden ser de benceno (contaminante de solventes y pegantes), tolueno, xileno, tricloroetileno, tetracloroetileno, resinas de urea-formaldehído y tetracloruro de carbono.</li> <li>Mezclas de otros contaminantes químicos: siliconas y ceras, cloruro de vinilo, isocianatos, acrilonitrilo y humos del calentamiento del caucho vulcanizado (destilados de petróleo, agentes curantes, retardantes, aminas, azufre compuestos N-nitroso)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Disolventes y pegantes en forma líquida</li> </ul> </li> </ol>
C7	Minería de hematita bajo tierra, con exposición a radón	1	En humanos y animales: de pulmón	Explotación de minas subterráneas de hematita (mineral de óxido de hierro)	<p>Por inadecuada ventilación de las minas subterráneas se presenta exposición a: radón, sílice cristalina y escapes de motores de diesel. Aunque en Colombia existen minas de óxido de hierro, se desconoce si existe exposición a radón. No hay más datos disponibles en la literatura.</p>

Tabla 7. Características de las circunstancias de exposición carcinógenas, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Circunstancia de exposición	Grupo IARC	Cáncer asociado	Procesos industriales	Exposición ocupacional
C8	Nieblas y vapores de ácido sulfúrico, con contenido de otros ácidos inorgánicos fuertes (nitrato, clorhídrico y fosfórico) Nieblas y vapores de ácido sulfúrico, con contenido de otros ácidos inorgánicos fuertes (nitrato, clorhídrico y fosfórico) (cont.)	1	En humanos: de pulmón y laringe (senos paranasales en proceso de producción de isopropanol con ácidos fuertes); no hay estudios disponibles en animales (1992).	<p>a) Ácido sulfúrico:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• manufactura de isopropanol y etanol sintético</li> <li>• enchapado, moteado, electroplateado y tratamiento ácido de metales</li> <li>• manufactura de ácido sulfúrico y ácido nítrico</li> <li>• fábrica de detergentes, jabones y fertilizantes a base de fosfatos                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• manufactura de baterías de plomo</li> <li>• producción de pigmentos, textiles, explosivos</li> <li>• petroquímica y manufacturas químicas</li> </ul> </li> <li>• Ácido nítrico:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• tratamiento de metales</li> </ul> </li> <li>• manufactura de ácido fosfórico y fertilizantes a base de fosfato</li> <li>• manufactura de plásticos, fibras, explosivos y colorantes</li> <li>• Ácido clorhídrico:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• tratamiento de metales</li> </ul> </li> <li>• procesos de oxi-hidrólisis como producción de cloruro de vinilo y solventes clorados</li> <li>• Ácido fosfórico:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• tratamiento de metales</li> <li>• producción de fertilizantes a base de fosfato, detergentes, suplementos alimenticios para animales, producción de agentes para tratamiento de metales, ablandadores de agua y retardantes de llama</li> </ul> </li> </ul>	<p>1. Manufactura de ácido sulfúrico: plantas de manufactura de ácido sulfúrico y en plantas de esmaltado de cobre; exposición a ácido sulfúrico, dióxido de azufre, disulfuro de hierro, óxido férrico, trióxido de azufre, pentóxido de vanadio, óxido de arsénico y cuarzo</p> <p>2. Manufactura de isopropanol: exposición a propano, ácido sulfúrico, sulfato de isopropilo, sulfato de diisopropilo, isopropanol, aceite y éter isopropílico y benceno; riesgo en la operación de apertura de recipientes de reacción; no se han publicado datos de exposición a ácido sulfúrico en estas plantas.</p> <p>3. Manufactura de etanol sintético: exposición a etileno, ácido sulfúrico, sulfato de dietilo y sulfato de etilo, etanol, éter dietílico, ácido fosfórico, benceno, ciclohexano y etilenglicol; se presentan nieblas en forma general en toda la planta y en la operación de enfriamiento de ácidos. No se han publicado datos de exposición a ácido sulfúrico en estas plantas. La exposición a sulfato de dietilo se presenta en la reparación de fugas de bombas, mantenimiento y limpieza de absorbentes y de extractos de remojo.</p> <p>4. Manufactura de jabones y detergentes: en las plantas de producción de jabones, en las áreas de saponificación e hidrólisis; exposición a ácido sulfúrico, jabón en polvo, glicerol, ácidos grasos, níquel y sus compuestos y aceites minerales</p> <p>5. Tratamientos ácidos de metales: la mayoría de los datos de exposición a aerosoles ácidos se ha obtenido de la industria de chapado de metales y representan las mediciones más altas.</p> <p>a) Moteado: operador de grúa y de ganchos: área de tanques, cabina de grúa, enfriamiento final y área de molinos</p> <p>b) Limpieza: desgaste de metales con ácido crómico, cabina de grúa</p> <p>c) Grabado: aplicación de titanio y aluminio</p> <p>d) Refinación electrolítica: operaciones de disolución, electrolisis, incineración, refinación, sulfatización y tostado, remoción de escoria; depósito</p> <p>e) Enchapado: galvanoplastia, cubrimiento con cadmio y cobre, tanque de enchapado, áreas generales, baño de ácidos y anodizado. 6. Manufactura de baterías de plomo: exposición a nieblas de ácido sulfúrico en el proceso de elaboración de placas de plomo por inmersión en ácido sulfúrico y aplicación de corriente eléctrica; generación de burbujas de gas y nieblas ácidas encima de los tanques; operaciones de formación, carga, ensamble y reparación de baterías</p> <p>7. Manufactura de ácido nítrico: no se conocen datos de exposición ocupacional.</p> <p>8. Manufactura de fertilizantes de fosfatos: áreas generales de la planta de producción; áreas de tanques de ácidos, compresores y precipitación; operaciones de limpieza de recipientes del reactor del ácido fosfórico; proceso de evaporación y agitación de ácido fosfórico.</p>

Tabla 7. Características de las circunstancias de exposición carcinógenas, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Circunstancia de exposición	Grupo IARC	Cáncer asociado	Procesos industriales	Exposición ocupacional
C9	Peluquero o barbero	2A	<p>En humanos: de vejiga; inconsistente para cáncer: de pulmón, linfoma no Hodgkin, ovario, cavidad oral, faringe, próstata, mieloma múltiple, cerebro, mama, ovario</p> <p>En ratas: la aplicación tópica de tintes para el cabello sólo fue positiva en un estudio para adenoma pituitario.</p>	<p>El peluquero o barbero realizan diferentes actividades sobre el cabello y la barba, entre ellos: champú y tratamientos para el cabello (lo más frecuente), seguidos por tinturados y luego por los ondulados y las permanentes. Además, realizan corte del cabello o la barba y peinado.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La ocupación como peluquero o barbero ocasiona exposiciones que son probablemente carcinogénicas (grupo 2A).</li> <li>El uso personal de colorantes para el cabello no puede ser evaluado en cuanto a su capacidad de causar cáncer (grupo 3).</li> </ul>	<p>Productos para el cabello:</p> <p>1) Colorantes y tintes: algunos componentes de estos productos son: aminas aromáticas, amino fenoles, peróxido de hidrógeno, aminoantroquinonas, tintes azo, sales de níquel, mezclas de sales metálicas como acetato de plomo o de compuestos insolubles o de alto peso molecular, aceites minerales, alquitrán de hulla, cloruro de vinilo, fenacetina, formaldehído e hidroquinona; tintes como el PPD y 2,4-diaminotolueno están en el grupo 2B de la IARC.</p> <p>2) Productos de limpieza (champú) y agentes acondicionadores: algunos de estos productos contienen etanol, formaldehído, isopropanol, óxidos de cromo y de hierro, titanio, tolueno y xileno.</p> <p>3) Fijadores para el cabello (brillantina, geles); la p-dimetilamino-azobenceno, componente de algunas brillantinas, está catalogada en el grupo 2B de la IARC. Otros compuestos son: etanol, metilmetacrilato y óxido de titanio.</p> <p>Productos para uñas: formaldehído como desinfectante, metacrilatos y algunas trazas de nitrosaminas, como la N-nitrosodietanolamina</p>
C10	Pintores	1	<p>En humanos: de pulmón, esófago, estómago, vejiga, leucemia, cáncer de cavidad oral, laringe, vesícula biliar, páncreas, enfermedad de Hodgkin, mieloma múltiple, cáncer de próstata</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Aplicación de pinturas resistentes al agua y de lacas en construcciones, en exteriores e interiores de casas</li> <li>Recubrimiento de superficies en la industria de la madera: pintura, lacado y barnizado</li> <li>Pintura en la industria de metales: capa principal, terminado de capas, pintura anticorrosiva, pintura marina, recubrimiento de automóviles, pintura en aluminio, recubrimientos de cables</li> <li>Otras: pintura para tráfico, retardante del fuego, colores en aerosol, removedor de pintura y barniz</li> </ol> <p>La producción de pinturas se encuentra clasificada en el grupo 3 de la IARC. Varios productos químicos hacen parte de la pintura, entre ellos: pigmentos orgánicos e inorgánicos, ligantes, solventes orgánicos, agentes de extendido, resinas y aditivos como catalizadores tensoactivos, secantes, plastificadores y biocidas.</p>	<p>La exposición se presenta a:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Solventes: benceno (como contaminante), tolueno, xileno, tricloroetileno, tetracloroetileno, cloroformo, ésteres, tetracloruro de carbono, acetona, estireno, etanol, acetato de etilo y diclorometano; riesgos durante el llenado de canecas de pintura y de thinner; limpieza manual de recipientes; trabajo en áreas mal ventiladas y en áreas con temperatura ambiental alta; preparación de superficies y remoción de la pintura vieja; preparación y aplicación por spray de pintura, laca y barniz; pintura que contiene plomo y cromo: aplicación de pintura en spray en recubrimiento en aviones; retirar pintura de aviones, terminado de automóviles, de vagones de trenes, muebles metálicos, uso de pintura con alto contenido de sólidos, equipos pesados.</li> <li>Polvos: materia prima que contiene pigmentos, rellenos; sellantes, plastificantes, compuestos de plomo (usado en el pasado) y cromo (óxido crómico), hierro y óxido de titanio; como relleno se ha utilizado talco, asbesto (en la industria de la construcción y en astilleros); la exposición a sílice puede ocurrir en la preparación de superficies en construcción y para pintura de metales durante los procesos de pulido, lijado y limpieza con chorro de arena, con el fin de retirar la pintura vieja, concreto, plástico, madera o metales; durante la remoción de papel de colgadura, limpieza de pisos y limpieza de filtros; también durante la aplicación de pintura de spray.</li> <li>Humos orgánicos y metálicos de pigmentos de compuestos de cromo, plomo y arsénico por el uso de soplete</li> <li>Uso de removedores a base de solventes</li> <li>Uso de lacas de éster de celulosa, recubrimientos a base de resinas tipo amileno, poliuretano y poliéster</li> <li>Nieblas de pintura</li> <li>Otros: alquitranes de carbón volátiles y compuestos aromáticos polinucleares (benzo[a]pireno) en la aplicación térmica de alquitranes de carbón; compuestos epóxidos, productos de degradación (formaldehído, fenol, cresol) y resinas de poliuretano por el uso de pinturas epóxicas</li> </ol> <p>Condiciones del área de trabajo: trabajo en interiores y áreas cerradas con poca o ninguna ventilación como en la pintura de gabinetes, cuartos y baños</p>

Tabla 7. Características de las circunstancias de exposición carcinógenas, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Circunstancia de exposición	Grupo IARC	Cáncer asociado	Procesos industriales	Exposición ocupacional
C11	Producción de aluminio	1	En humanos: limitada evidencia para pulmón y vejiga; evidencia inadecuada para el linfomatomopoyético y el de páncreas; en animales: papilomas y carcinoma	<p>Principal riesgo en los procesos de Soderberg</p> <p>Los procesos generales son:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>reducción electrolítica de la alúmina: etapas de preparación de celdas de ánodo y mantenimiento del cuarto de celdas</li> <li>fundición: etapas de aleación, fluidificación y mezclado</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Fluoruros: operador de ánodo, cuarto de operaciones de celdas, reparación de celdas, fundición de metal tratado, fusión de fundentes, recuperación de escoria</li> <li>Nieblas de aceite en la producción de electrodos, cuarto de recipientes, plantas de cola y carbón</li> <li>Breas volátiles de alquitrán de carbono, presentes en pegantes de electrodos, compuestos aromáticos polinucleares, aproximadamente 100, entre ellos, el benzo(a)pireno, pueden estar presentes en aislantes eléctricos, entre los recipientes de ánodo, cátodo o tierra, alambre de termocuplas, pizarra de asbesto-cemento, espaciadores de hornos de fundición.</li> <li>Asbesto: aislamiento térmico</li> <li>Sílice: uso de arcilla refractaria, limpieza con chorro de arena</li> <li>Humos de soldadura: humos de soldadura en actividades de mantenimiento y reparación de celdas</li> </ol>
C12	Producción de coque	1	En humanos: de pulmón, vejiga, riñón y piel; en animales: pulmón y piel; aparece en el segundo listado de carcinógenos de 1981.	<p>Las plantas para producción de coque contienen de 1 a 12 baterías cada una y de 10 a 100 hornos.</p> <p>La materia prima es el carbón bituminoso de volatilidad media y baja, en mezclas de diferentes proporciones.</p> <p>Etapas del proceso:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>almacenamiento, manejo de carbón y carga de hornos</li> <li>producción de coque a temperaturas de 1.000–1.400 °C, durante 16–34 horas</li> <li>enfriamiento del coque, clasificación por tamaño y almacenamiento del mismo</li> </ol> <p>El coque se utiliza como combustible reductor y como materia prima para los altos hornos, en la fabricación del hierro (fundición), para la síntesis del carburo de calcio y para la manufactura de electrodos de grafito.</p>	<p>Las emisiones de los hornos de coque son mezclas complejas de polvos, vapores y gases. Las mediciones ambientales confirman exposición a numerosos compuestos, entre ellos: hidrocarburos aromáticos polinucleares como el benzo(a)pireno, el benzo(a)antraceno y el antraceno, formaldehído, nitrosaminas, alquitrán, acroleinas, aldehídos alifáticos, compuestos de arsénico, cadmio, mercurio, sílice, asbesto y compuestos de benceno. El gas que se desprende de los hornos de coque se utiliza como combustible y está formado por hidrocarburos, monóxido y dióxido de carbono, hidrocarburos alifáticos, amoniaco, oxígeno y nitrógeno.</p> <p>Las tareas de mayor riesgo son: las operaciones de los hornos de coque (durante la carga 60%, en la descarga el 30% y el 10% al apagar el horno) y manejo de subproductos, para los operadores de compuertas y puertas; planta de coque, emisiones de coque húmedo y torres de almacenamiento del coque; áreas de cocción del carbón, cerca a los hornos de coque en la producción de breas; baterías de carbón: centro de la batería; sección alta de la batería de coque y batería brea-coque; batería de breas: área general, tanque de descarga, estación de bombeo, reservorio dosificador, entre los reactores y rampas; trabajadores de acero: carga y descarga de máquinas, planta de amoniaco, edificio de administración, carros de transporte.</p>

Tabla 7. Características de las circunstancias de exposición carcinógenas, IARC, grupos 1 y 2A.

Código	Circunstancia de exposición	Grupo IARC	Cáncer asociado	Procesos industriales	Exposición ocupacional
C13	Refinería del petróleo	2A	En humanos: limitada evidencia para leucemia y piel; ga, riñón, próstata, pulmón y neoplasias óseas En animales: de piel	<p>1. Separación del crudo: destilación atmosférica, procesamiento del gas, destilación al vacío</p> <p>2. Procesado de hidrocarburos ligeros: polimerización, alquilación, hidrosulfuración de la nafta, isomerización catalítica, conversión catalítica y craqueo al vapor</p> <p>3. Procesado de destilados medios: suavizado químico, hidrosulfuración de kerosene, hidrosulfuración de gas, craqueo catalítico de lecho fluido, craqueo catalítico de lecho móvil e hidrocrqueo catalítico</p> <p>4. Procesado de hidrocarburos pesados: deasfaltado, ruptura de viscosidad, coquizado, hidrosulfuración de aceite residual</p>	<p>Compuestos químicos presentes en la refinería:</p> <p>a) hidrocarburos alifáticos: butano, pentano y hexano; hidrocarburos aromáticos: benceno, tolueno, xilenos, trimetilbencenos, cumeno</p> <p>b) compuestos aromáticos polinucleares: naftaleno y sus derivados, compuestos con más de dos anillos</p> <p>c) aminas aromáticas y nitrosaminas</p> <p>d) asbesto</p> <p>e) sílice</p> <p>f) alcohol terbutílico, éter metil-ter-butilo, 1,2-dibromoetano y 1,2 dicloroetano</p> <p>g) polvo de coque</p> <p>h) furfural</p> <p>i) ácido fluorhídrico</p> <p>j) cetonas</p> <p>k) humos metálicos de soldadura: óxido de hierro, cromo, níquel, plomo y manganeso</p> <p>l) neblinas de aceites</p> <p>m) plomo tetra-alkílico</p> <p>n) pentóxido de vanadio y óxidos de níquel</p> <p>Las áreas u oficios de interés son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- en la manufactura, carga y uso de gasolina</li> <li>- el proceso de conversión catalítica de naftenos y parafinas</li> <li>- el craqueo, torres de reacción y fraccionadoras</li> <li>- las unidades de craqueo catalítico, procesamiento de bitumen y coque, laminación de coque</li> <li>- el aislamiento térmico de tuberías, remoción de revestimientos, empaques y aislamientos</li> <li>- el personal de mantenimiento en general, limpieza y mantenimiento de hornos y calderas</li> <li>- los operadores de planta y de laboratorio</li> <li>- las actividades de corte y soldadura</li> <li>- las plantas de mezclado de aceite lubricante</li> </ul> <p>- la remoción o instalación de ladrillos refractarios sobre calentadores en el craqueo térmico, fraccionador del sistema de limpieza con chorro de arena</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- el descarge del tanque cisterna</li> <li>- el corte o soldadura en tanques que han contenido gasolina con plomo</li> <li>- las proximidades a válvulas de tanques, tuberías inclinadas y bombas de vacío</li> </ul>

# Bibliografía consultada

## Selección de agentes

- Finnish Institute of Occupational Health. International information system on occupational exposure to carcinogen (CAREX). Jun 2000. Disponible en URL: [www.ttl.fi/Internet/English/Organization/Collaboration/Carex/default.htm](http://www.ttl.fi/Internet/English/Organization/Collaboration/Carex/default.htm)
- Finnish Institute of Occupational Health. Definition of agents and exposure; 1999. Disponible en: [http://www.ttl.fi/NR/rdoonlyres/FD674161-CB79-4584-939A-D2416FF46494/0/Definition\\_of\\_agents\\_and\\_exposures.pdf](http://www.ttl.fi/NR/rdoonlyres/FD674161-CB79-4584-939A-D2416FF46494/0/Definition_of_agents_and_exposures.pdf)
- National Institute for Occupational Safety and Health. National Occupational Exposure Survey conducted, 1981-1983. Disponible en: [www.cdc.gov/noes/default.html](http://www.cdc.gov/noes/default.html)

## Agentes biológicos

- Autrup JL, Schimdt J, Autrup H. Exposure to aflatoxin B1 in animal-feed production plant workers. *Environ Health Perspect.* 1993;99:195-7.
- Bernal ML. Riesgos biológicos en profesionales de la salud. *Tribuna Médica* 2003; 103(2). Disponible en URL: [http://www.medilegis.com/BancoConocimiento/T/Tribuna103n2\\_pamc1/pamcriesgos.htm](http://www.medilegis.com/BancoConocimiento/T/Tribuna103n2_pamc1/pamcriesgos.htm).
- Chong J, Marshall BJ, Barkin JS, McCallum RW, Reiner DK, Hoffman SR, O'phelan C. Occupational exposure to *Helicobacter pylori* for the endoscopy professional: A seroepidemiological study. *Am J gastroenterol.* 1994;89: 1987-92.
- Desai MR, Ghosh SK. Aflatoxin related occupational exposure to maize processing workers. *Cell Mol Biol.* 2003;49:529-35.
- Desai MR, Ghosh SK. Occupational exposure to airborne fungi among rice mill workers with special reference to aflatoxin producing *A. Flavus* strains. *Ann Agric Environ Med.* 2003;10:159-62.
- International Agency for Research on Cancer. Aflatoxins (naturally occurring mixtures of). Lyon; IARC; 2002: Vol.82. Monographs database on carcinogenic risks to humans.
- International Agency for Research on Cancer. Hepatitis viruses. Lyon: IARC; 1994: Vol. 59. Monographs database on carcinogenic risks to humans.
- International Agency for Research on Cancer. Human immunodeficiency viruses and human t-cell lymphotropic viruses. Lyon: IARC; 1996: Vol.67. Monographs database on carcinogenic risks to humans.
- Lin SK, Lambert JR, Schembri MA, Nicholson L, Korman MG. *Helicobacter pylori*. Prevalence in endoscopy and medical staff. *J Gastroenterol Hepatol.* 1994;9:319-24.
- Martí MC, Alonso RM, Constans A. NTP 398: patógenos transmitidos por la sangre: un riesgo

laboral. Ministerio del Trabajo y Asuntos Sociales. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Notas técnicas de prevención; 1995. Disponible en: URL:[http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp\\_398.htm](http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_398.htm)

- Wilhoite SL, Ferguson DA Jr, Soike DR, Kalbfleisch JH, Thomas E. Increased prevalence of *Helicobacter pylori* antibodies among Nurses. *Arch Intern Med.* 1993;153:708-12.

## Agentes físicos

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicology profile for ionizing radiation. Toxicological profiles; 2000.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicology profile for thorium-232. ToxFAQs July 1999.
- International Agency for Research on Cancer. Ionizing radiation, part 1: X- and gamma (g)-radiation, and neutrons. Lyon: IARC; 2000: Vol.75. Monographs database on carcinogenic risks to humans.
- International Agency for Research on Cancer. Some internally deposited radionuclides. Lyon: IARC; 2001: Vol.78. Monographs database on carcinogenic risks to humans.
- International Labour Office. Convenio 115. Disponible en URL: [www.ilo.org/public/spanish/](http://www.ilo.org/public/spanish/)
- International Labour Office. Recomendación 114 de 1960. Disponible en URL: [www.ilo.org/public/spanish/](http://www.ilo.org/public/spanish/)
- Reglamento de Protección y Seguridad Radiológica. Ministerio de Minas y Energía de Colombia. Resolución 1434 (5 de diciembre de 2002).
- Normas de procedimientos relacionados con el funcionamiento y operación de rayos X y otros emisores de radioactividad ionizantes. Ministerio de la Protección Social. Resolución 9031 (12 de julio de 1990).
- Tabla de enfermedades profesionales. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Decreto 1832 (3 de agosto de 1994).

## Agentes químicos

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 1,3-Butadieno. Tox FAQs. Disponible en URL: [www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts28.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts28.html)
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Arsenic. Toxicological profiles; 2000. Disponible en URL: [www.atsdr.cdc.gov/tfacts2.html](http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts2.html)
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Asbestos. Toxicological profiles; 2001. Disponible en URL: [www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts37.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts37.html)
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Asbestos. Toxicological profiles; 2001. Disponible en URL: [www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp61.html](http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp61.html)
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Benzidine. Toxicological profiles; 2000. Disponible en URL: [www.atsdr.cdc.gov/tfacts62.html](http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts62.html)

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Chromium. Toxicological profiles; 2000. Disponible en URL: [www.atsdr.cdc.gov/tfacts7.html](http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts7.html)
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Níquel. Tox FAQs. Disponible en URL: [www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts15.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts15.html)
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Polychlorinated biphenyls. Toxicological profiles; 2001. Disponible en URL: [http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts17.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts17.html)
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Chlorinated dibenzo-p-dioxins. Toxicological profiles; 1998. Disponible en URL: [www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/phs104.html](http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/phs104.html)
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Formaldehyde. Toxicological profiles; 1999. Disponible en URL: [www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp111.html](http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp111.html)
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists. TLVs and BEIs. Based on the documentation of the Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices. 11 Ed. Cincinnati: ACGIH Worldwide Signature Publications; 2005.
- Air Resources Board, Office of Environmental Health Hazard Assessment. Proposed identification of organic lead as a toxic air contaminant. Executive summary; October 1996.
- American Cancer Society. Prevention and early detection. Lead. March 2003. Disponible en URL: [http://www.cancer.org/docroot/PED/content/PED\\_1\\_3X\\_Lead.asp?sitearea=PED](http://www.cancer.org/docroot/PED/content/PED_1_3X_Lead.asp?sitearea=PED)
- Canada's National Occupational Health and Safety Resource. Health effects of lead. September 1998. Disponible en URL: [http://www.ccohs.ca/oshanswers/chemical/chem\\_profiles/lead/health\\_lead.html](http://www.ccohs.ca/oshanswers/chemical/chem_profiles/lead/health_lead.html)
- Chemicaland21.com. Arsanilic acid. Disponible en URL: <http://www.chemicaland21.com/arokorhi/lifescience/phar/ARSANILIC%20ACID.htm>
- Curso sobre uso seguro y eficaz de plaguicidas. Grupo Internacional de Asociaciones Nacionales de Fabricantes de Agroquímicos, GIFAP. Junio de 1991.
- Department of Health and Human Services, Public Health Service, National Toxicology Program. Report on Carcinogens. 11 ed. Disponible en URL: <http://ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/toc11.html>
- Department of Health and Human Services, Public Health Service, National Toxicology Program. Report on Carcinogens. 11 ed. Disponible en URL: <http://ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/toc11.html>
- Finnish Institute of Occupational Health. CAREX, International Information System on Occupational Exposure to Carcinogens. Disponible en URL: [http://www.ttl.fi/NR/rdonlyres/FD674161-CB79-4584-939A-D2416FF46494/0/Definition\\_of\\_agents\\_and\\_exposures.pdf](http://www.ttl.fi/NR/rdonlyres/FD674161-CB79-4584-939A-D2416FF46494/0/Definition_of_agents_and_exposures.pdf)
- Fu H, Boffetta P. Cancer and occupational exposure to inorganic lead compounds: a meta-analysis of published data. *Occup Environ Med.* 1995;52:73-81.
- International Agency for Research on Cancer. Beryllium, cadmium, mercury, and exposures in the glass manufacturing industry. Lyon: IARC; 1994: Vol.58. Monographs database on carcinogenic risks to humans.
- International Agency for Research on Cancer. Chromium, nickel and welding. Lyon: IARC; 1990: Vol.49. Monographs database on carcinogenic risks to humans.
- International Agency for Research on Cancer. Diesel and gasoline engine exhausts and some nitroarenes. Lyon: IARC; 1989: Vol.46. Monographs database on carcinogenic risks to humans.
- International Agency for Research on Cancer. Formaldehyde, 2-Butoxyethanol and 1-tert-Butoxy-2-propanol. Lyon: IARC; 2004; Vol.88 (en preparación). Monographs database on carcinogenic risks to humans.
- International Agency for Research on Cancer. Inorganic and organic lead compounds. Lyon: IARC; 2004; Vol.87 (en preparación). Monographs database on carcinogenic risks to humans.
- International Agency for Research on Cancer. Occupational exposures in insecticide application, and some pesticides. Monographs database on carcinogenic risks to humans. Lyon; 1991: Vol.53.
- International Agency for Research on Cancer. Occupational exposures in insecticide application, and some pesticides. Lyon: IARC; 1991: Vol.53. Monographs database on carcinogenic risks to humans.
- International Agency for Research on Cancer. Overall evaluations of carcinogenicity: an updating of IARC monographs volumes 1 to 42. Lyon: IARC; 1987:(Suppl.7). Monographs database on carcinogenic risks to humans.
- International Agency for Research on Cancer. Polychlorinated biphenyls and polybrominated biphenyls. Lyon: IARC; 1978: Vol.18. Monographs database on carcinogenic risks to humans.
- International Agency for Research on Cancer. Polychlorinated biphenyls and polybrominated biphenyls. Lyon: IARC; 1978: Vol.18. Monographs database on carcinogenic risks to humans.
- International Agency for Research on Cancer. Polynuclear aromatic compounds, part 4: bitumens, coal-tars and derived products, shale-oils and soots. Lyon: IARC; 1985: Vol.35. Monographs database on carcinogenic risks to humans.
- International Agency for Research on Cancer. Polynuclear aromatic compounds, part 2: carbon blacks, mineral oils (lubricant base oils and derived products) and some nitroarenes. Lyon: IARC; 1984: Vol.33. Monographs database on carcinogenic risks to humans.

- International Agency for Research on Cancer. Polynuclear aromatic compounds, part 1: chemical, environmental and experimental data. Lyon: IARC; 1983: Vol.32. Monographs database on carcinogenic risks to humans.
- International Agency for Research on Cancer. Re-evaluation of some organic chemicals, hydrazine and hydrogen peroxide. Lyon: IARC; 1999: Vol.71. Monographs database on carcinogenic risks to humans.
- International Agency for Research on Cancer. Some industrial chemicals and dyestuffs. Lyon: IARC; 1982: Vol.29. Monographs database on carcinogenic risks to humans.
- International Agency for Research on Cancer. Some inorganic substances, chlorinated hydrocarbons, aromatic amines, *n*-nitroso compounds, and natural products. Lyon: IARC; 1978: Vol.18. Monographs database on carcinogenic risks to humans.
- International Agency for Research on Cancer. Some inorganic substances. chlorinated hydrocarbons, aromatic amines, *n*-nitroso compounds, and natural products. Lyon: IARC; 1972: Vol.1. Monographs database on carcinogenic risks to humans.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Trichloropropane. International Chemical Safety Cards; 2003: ICSC: 0683.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Captafol. International Chemical Safety Cards; 1991: ICSC: 0119.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Spectrum Chemical Fact Sheet. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. International Chemical Safety Cards; 2000: ICSC: 0104.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Benzal chloride. International Chemical Safety Cards; 2003: ICSC: 0101.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Benzotrighloride. International Chemical Safety Cards; 2003: ICSC: 0105.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Benzoyl chloride. International Chemical Safety Cards; 2003: ICSC: 1015.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. 4-Aminobiphenyl. International Chemical Safety Cards; 2003: ICSC: 0759.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Arsenic pentoxide. International Chemical Safety Cards; 1999: ICSC: 0377.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Arsine. International Chemical Safety Cards; 1999: ICSC: 0222.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Potassium arsenate. International Chemical Safety Cards; 2000: ICSC: 1210.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Chrysotile. International Chemical Safety Cards; 2004: ICSC: 0014.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Crocidolite. International Chemical Safety Cards; 2004: ICSC: 01314.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Benzene. International Chemical Safety Cards; 2003: ICSC: 0015.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Beryllium. International Chemical Safety Cards; 2003: ICSC: 0226.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Beryllium chloride. International Chemical Safety Cards; 2003: ICSC: 1354.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Beryllium fluoride. International Chemical Safety Cards; 2003: ICSC: 1355.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Beryllium sulfate. International Chemical Safety Cards; 2003: ICSC: 1351.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Beryllium oxide. International Chemical Safety Cards; 2003: ICSC: 1325.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Beryllium carbonate. International Chemical Safety Cards; 2003: ICSC: 1353.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Beryllium nitrate. International Chemical Safety Cards; 2003: ICSC: 1352.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Cadmium. International Chemical Safety Cards; 2003: ICSC: 0020.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Cadmium acetate. International Chemical Safety Cards; 2003: ICSC: 1075.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Cadmium chloride. International Chemical Safety Cards; 2003: ICSC: 0116.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Cadmium sulphate. International Chemical Safety Cards; 2003: ICSC: 1318.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Cadmium sulphur. International Chemical Safety Cards; 2003: ICSC: 0404.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Cadmium oxide. International Chemical Safety Cards; 2003: ICSC: 0117.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Beryllium. International Chemical Safety Cards; 2003: ICSC: 0119.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Índice de nombres. fichas internacionales de seguridad química; 2004. Disponible en URL: <http://www.mtas.es/insht/ipcsnspn/nspn0000.htm>

- International Occupational Safety and Health Information Centre. Chromium. International Chemical Safety Cards; 2003: ICSC: 0029.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Strontium chromate. International Chemical Safety Cards; 2003: ICSC: 0957.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Lead chromate. International Chemical Safety Cards; 2003: ICSC: 0003.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Sodium chromate. International Chemical Safety Cards; 2003: ICSC: 1370.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Zinc chromate. International Chemical Safety Cards; 2003: ICSC: 0811.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Ammonium dichromate. International Chemical Safety Cards; 2003: ICSC: 1368.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Sodium dichromate. International Chemical Safety Cards; 2003: ICSC: 1369.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Chromium oxide. International Chemical Safety Cards; 2003: ICSC: 1194.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Dibenzanthracene. International Chemical Safety Cards; 2003: ICSC: 0431.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Arsenic trioxide. International Chemical Safety Cards; 1999: ICSC: 0378.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. Benzyl chloride. International Chemical Safety Cards; 2003: ICSC: 0016.
- International Occupational Safety and Health Information Centre. 1,2-Dibromoethane. International Chemical Safety Cards; 2003: ICSC: 0045.
- International Programme on Chemical Safety. Captafol. Disponible en URL: <http://www.inchem.org/documents/pims/chemical/pim097.htm>
- International Programme on Chemical Safety. Captafol. Health and safety guide 49. Disponible en URL: <http://www.inchem.org/documents/hsg/hsg/hsg049.htm#PartNumber>:
- Lewis, Richard J. Hazardous Chemicals Desk Reference. Second Edition. New York: Ed. Van Nostrand Reinold; 1991.
- Minerals, locations photos and data. Disponible en URL: <http://www.mindat.org/index.php>
- National Institute for Occupational Safety and Health. Health effects of occupational exposure to asphalt. Cincinnati: NIOSH; 2000. Publication N° 2001-110.
- National Institute for Occupational Safety and Health. National Occupational Exposure Survey conducted, 1981-1983. Disponible en: [www.cdc.gov/noes/default.html](http://www.cdc.gov/noes/default.html)
- National Institute for Occupational Safety and Health. NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards; Sept 2005. Disponible en URL: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgname-a.html>
- National Institutes of Standards and Technology. Dibenz[a,h]anthracene. Disponible en URL: <http://webbook.nist.gov/cgi/cbook>.
- National Institutes of Standards and Technology. Guide to OSHA/NIOSH/ASTM Air Sampling Methods. Formaldehyde. Disponible en URL: <http://webbook.nist.gov/cgi/cbook>
- Organización Panamericana de la Salud. Enfermedades ocupacionales. Guía para su diagnóstico. Washington, D.C.: OPS; 1989. Publicación científica No. 480.
- Boffetta P, Saracci R, Kogevinas M, Wilbourn J, Vainio H, Gustavsson P. Cáncer. En: Organización Internacional del Trabajo. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. 3 ed. Madrid: Chantal Dufresne; 1998.
- Programa conjunto FAO/ PNUMA para la aplicación del principio de información y consentimiento previos. Documentos de orientación para la toma de decisiones. Captafol. Roma - Ginebra; 1996.
- Rom WN. Environmental and occupational medicine. 3 ed. Philadelphia: Lippincott Raven Publishers; 1998.
- Romero Luengo A. Cerámica: glosario básico; 2003. Disponible en URL: <http://www.xtec.es/~aromero8/pagina70.htm>

#### Mezclas

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Polychlorinated biphenyls. Toxicological profiles; 2001. Disponible en URL: [http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts17.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts17.html)
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists. TLVs and BEIs. Based on the documentation of the threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. 11 Ed. Cincinnati: ACGIH- Worldwide Signature Publications; 2005.
- Department of Health and Human Services, Public Health Service, National Toxicology Program. Report on carcinogens. 11 ed. Disponible en URL: <http://ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/toc11.html>
- International Agency for Research on Cancer. Polynuclear aromatic compounds, part 4: bitumens, coal-tars and derived products, shale-oils and soots. Lyon: IARC; 1985: Vol.35. Monographs database on carcinogenic risks to humans.
- International Agency for Research on Cancer. Diesel and gasoline engine exhausts and some nitroarenes. Lyon: IARC; 1989: Vol.46. Monographs database on carcinogenic risks to humans.

- International Agency for Research on Cancer. Some inorganic substances, chlorinated hydrocarbons, aromatic amines, n-nitroso compounds, and natural products. Lyon: IARC; 1978: Vol.18. Monographs database on carcinogenic risks to humans.
  - International Agency for Research on Cancer. Occupational exposures in insecticide application, and some pesticides. Lyon: IARC; 1991: Vol.53. Monographs database on carcinogenic risks to humans.
  - International Agency for Research on Cancer. Polychlorinated Biphenyls and Polybrominated Biphenyls. Lyon: IARC; 1978: Vol.18. Monographs database on carcinogenic risks to humans.
  - International Agency for Research on Cancer. Polychlorinated Biphenyls and Polybrominated Biphenyls. Lyon: IARC; 1978: Vol.18. Monographs database on carcinogenic risks to humans.
  - International Agency for Research on Cancer. Polynuclear aromatic compounds, part 2: carbon blacks, mineral oils (lubricant base oils and derived products) and some nitroarenes. Lyon: IARC; 1984: Vol.33. Monographs database on carcinogenic risks to humans.
  - The National Institute for Occupational Safety and Health. NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards; Sept 2005. Disponible en URL: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgname-a.html>
  - Greenberg MI. Occupational, industrial, and environmental toxicology. St. Louis: Mosby; 1997.
  - National Institute for Occupational Safety and Health. Health effects of occupational exposure to asphalt. Cincinnati: NIOSH; 2000. Publication No.2001-110.
  - Boffetta P, Saracci R, Kogevinas M, Wilbourn J, Vainio H, Gustavsson P. Cáncer. En: Organización Internacional del Trabajo. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. 3 Ed. Madrid: Chantal Dufresne; 1998.
- Circunstancias de exposición**
- Austin GT. Manual de procesos químicos en la industria. 1ª ed. Ciudad de México: McGraw; 1993.
  - International Agency for Research on Cancer. Beryllium, cadmium, mercury, and exposures in the glass manufacturing industry. Lyon: IARC; 1994: Vol.58. Monographs database on carcinogenic risks to humans.
  - International Agency for Research on Cancer. Occupational exposures to mists and vapours from strong inorganic acids; and other industrial chemicals. Lyon: IARC; 1992: Vol.54. Monographs database on carcinogenic risks to humans.
  - International Agency for Research on Cancer. Occupational exposures of hairdressers and barbers and personal use of hair colourants; some hair dyes, cosmetic colourants, industrial dyestuffs and aromatic amines. Lyon; (1993): Vol. 57. Monographs database on carcinogenic risks to humans.
  - International Agency for Research on Cancer. Occupational exposures in petroleum refining; crude oil and major petroleum fuels. Lyon; (1989): Vol. 45. Monographs database on carcinogenic risks to humans.
  - International Agency for Research on Cancer. Polynuclear aromatic compounds, part 3: industrial exposures in aluminium production, coal gasification, coke production, and iron and steel founding. Lyon; (1984): Vol. 34. Monographs database on carcinogenic risks to humans.
  - International Agency for Research on Cancer. Some organic solvents, resin monomers and related compounds, pigments and occupational exposures in paint manufacture and painting.. Lyon; (1989): Vol. 47. Monographs database on carcinogenic risks to humans
  - International Agency for Research on Cancer. The rubber industry. Lyon; (1982): Vol. 28. Monographs database on carcinogenic risks to humans.
  - International Agency for Research on Cancer. Wood, leather and some associated industries. Monographs database on carcinogenic risks to humans. Lyon; 1981: Vol. 25.
  - Paolo Boffetta, Rodolfo Saracci, Manolis Kogevinas, Julian Wilbourn, Harri Vainio, Per Gustavsson. Cáncer. En: Organización Internacional del Trabajo. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. 3 Ed. Madrid: Chantal Dufresne; 1998.
  - Rom, William N. Environmental & Occupational medicine. 3 ed. Lippincott Raven Publishers. Philadelphia; 1998.

## Bibliografía referenciada

1. International Agency for Research on Cancer. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Preamble. Lyon, Francia: IARC; 2006. Disponible en URL: <http://www-cie.iarc.fr/monoeval/preamble-new-06.pdf>
2. La Dou J. Medicina laboral y ambiental. 2ª ed. México D.F.: Manual Moderno; 1999.
3. Thériault G, Infante-Rivard C, Armstrong B, Ernst P. Occupational neoplasia. En: Zenz C. Occupational Medicine. 3rd. ed. Saint Louis: Mosby; 1994. p.813-23.
4. Boffetta P, Saracci R, Kogevinas M, Wilbourn J, Vainio H, Gustavsson P. Cáncer. En: Organización Internacional del Trabajo. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. 3ª ed. Madrid: Chantal Dufresne; 1998.
5. Rom WN. Environmental and occupational medicine. 3rd. ed. Philadelphia: Lippincott Raven Publishers; 1998.
6. Boffetta P, Kogevinas M. Introduction: epidemiologic research and prevention of occupational cancer in Europe. Environ Health Perspect. 1999;107(Suppl.2):229-31.
7. Leigh J, Macaskill P, Kuosma E, Mandryk J. Global burden of disease and injury due to occupational factors. Epidemiology. 1999;10:626-31.
8. Leigh J, Macaskill P, Kuosma E, Mandryk J. Global burden of disease and injury due to occupational factors. Methods for quantifying environmental health impacts. Geneve: World Health Organization; 1999.
9. Universidad del Valle, Facultad de Salud. Registro poblacional de cáncer de Cali. Tasa de incidencia de cáncer promedio anual por 100.000 habitantes, 1992-1996. Disponible en URL: <http://rpcc.univalle.edu.co/es/incidencias/Estadisticas/index.php>
10. Parent ME, Hua Y, Siemiatycki J. Occupational risk factors for renal cell carcinoma in Montreal. Am J Ind Med. 2000;38:609-18.
11. Mundt KA, Dell LD, Austin RP, Luippold RS, Noess R, Bigelow C. Historical cohort study of 10 109 men in the North American vinyl chloride industry, 1942-72: update of cancer mortality to 31 December 1995. Occup Environ Med. 2000;57:774-81.
12. Ministerio de la Protección Social, Dirección de Riesgos Profesionales. Informe de enfermedad profesional en Colombia 2001-2002: una oportunidad para la prevención. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia; 2004.
13. Convenio sobre el cáncer profesional. Conferencia General de la Organización Internacional del Trabajo. Convenio C 139 (Ginebra 1974) Disponible en URL: <http://www.ilo.org/ilolex/cgi-lex/>

**Fotos en portada:**

Ministerio de la Protección Social - Dirección de Riesgos Profesionales  
Antonia Ojeda Blanco - [www.lasherrerias.com](http://www.lasherrerias.com)

**DISEÑO GRÁFICO**

David Rendón / Lina María Botero

**IMPRESIÓN**

PANAMERICANA FORMAS E IMPRESOS

**ISBN: 958-96892-6-4**

© Instituto Nacional de Cancerología, Bogotá, Julio de 2006

Calle 1 No. 9 - 85

Tel: (57 1) 334 1111

IMPRESO EN COLOMBIA / PRINTED IN COLOMBIA