

CIU COMPRENDIDOS

CIU r 2	DESCRIPCIÓN
410128	Generación de electricidad.
410136	Transmisión de electricidad.
410144	Distribución de electricidad.

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

Se trata de la producción de electricidad a partir de fuentes energéticas combustibles (petróleo, gas natural, carbón mineral), del agua (hidroeléctrica), del viento (eólica), de las mareas (mareomotriz) o nuclear. No tratamos aquí de las fuentes electroquímicas ni de otro origen estático.

Profesiones asociadas

- Operario electricista
- Operario general / de línea / de cuadrilla
- Ingeniero (varias especialidades)
- Operador de maquinaria pesada
- Operario de mantenimiento de planta física y de maquinaria

RIESGOS

Riesgos químicos

- El amianto es muy utilizado como aislante. Si bien su utilización se encuentra prohibida, lo encontramos actualmente en muchas industrias. Se observa mayor exposición en las tareas de mantenimiento eléctrico y mecánico. Expone a los trabajadores a padecer cáncer de pulmón y asbestosis pulmonar (Código ESOP 40031).
- El polvo del carbón utilizado en la generación de energía eléctrica produce una enfermedad respiratoria por depósito de polvo denominada neumoconiosis (Código ESOP 40048).
- El contacto habitual con petróleo o con cualquiera de sus derivados se produce en las tareas de carga de combustible, desengrase, mantenimiento, pintado y lubricación.
- Los gases de escape de los motores y turbinas tienen una composición compleja: entre los productos químicos más relevantes podemos destacar el monóxido de carbono (Código ESOP 40128); es un gas no irritante, inodoro e insípido, resultante de la

4 1. Producción y distribución de energía eléctrica

combustión incompleta de materia orgánica. Las muertes por monóxido de carbono son causadas por mal funcionamiento o mala ventilación de maquinarias de combustión interna (en las panaderías la fuente de monóxido son los hornos), estufas, calefones, automóviles e incendios. El monóxido de carbono es un asfixiante químico porque se une a la hemoglobina (en el glóbulo rojo), siendo 220 veces más afín a la hemoglobina que el oxígeno. Los síntomas de intoxicación aguda son dolor de cabeza, debilidad, mareos visión borrosa, náuseas, vómitos, convulsiones, coma, depresión cardíaca y respiratoria. A nivel laboral en la exposición crónica podemos observar insomnio, cefaleas, falta de apetito y cardiopatías.

- Otros gases de escapes son los óxidos de nitrógeno (Código ESOP 40079), el dióxido de azufre, así como diversos compuestos orgánicos volátiles e hidrocarburos aromáticos policíclicos (Código ESOP 40101), los cuales son cancerígenos.
- El cloro es utilizado para el tratamiento del agua de consumo. Es un gas irritante y muy peligroso, que puede causar cuadros respiratorios severos (Código ESOP 40053).
- El ozono es producido por chispazos en los sistemas electromecánicos de producción y distribución de energía eléctrica. Es un gas irritante del aparato respiratorio (no codificado, puede incluirse en sustancias sensibilizantes de las vías respiratorias Código ESOP 40160).
- Plomo, como componente de pigmentos, en pinturas antiguas (Código ESOP 40146).
- Bifenilos policlorados (PCB): (Código ESOP 40043) puede hallarse en transformadores antiguos. Si se produce un incendio puede liberar furanos y dioxinas. Desde el punto de vista laboral es una sustancia que puede causar cloracné (una forma de acné producida por el PCB) y alteraciones del hepatograma. No está considerado cancerígeno Clase I para el hombre por la IARC ni se encuentra incluido como cancerígeno en la Resolución N° 415/03 de la SRT.
- Humos de soldadura: exponen a la inhalación de gases con cadmio, plomo y vapores complejos, dependiendo de los metales y del tipo de revestimientos utilizados para diversas clases de soldadura (sensibilizante de las vías respiratorias Código ESOP 40159).

Riesgos físicos

- Ruido: puede ser significativo en áreas cercanas a las turbinas generadoras de electricidad. También se producen chirridos persistentes por fallas del instrumental de transmisión, pero en general se debe a problemas de mantenimiento (Código Esop 90001).
- Calor y frío
En climas de altas o de muy bajas temperaturas, resulta afectada la capacidad del trabajador; asimismo existen nuevas tecnologías con utilización de temperaturas extremadamente bajas. Calor tiene código Esop 80001.
- Vibración de cuerpo entero
Se debe tener en aquellos puestos de trabajo cercanos a las grandes turbinas de generación eléctrica, código Esop 90008.
- Radiación ionizante
Es exclusivo en centrales nucleares; puede ocurrir con uranio o plutonio, principalmente en los procedimientos de mantenimiento o durante accidentes graves y no controlados del reactor. Código Esop 90002.

4 1. Producción y distribución de energía eléctrica

- Radiación no ionizante

Con la nueva resolución SRT N° 295/03, este agente comienza a ser tenido en cuenta, ya que hasta ese momento no existían valores límites de referencia. Considerarla en torno de líneas de transmisión de media y alta tensión, las estaciones y subestaciones transformadoras o generadoras, etc.

EXÁMENES MÉDICOS OCUPACIONALES

Es aconsejable en esta actividad industrial el examen clínico con orientación respiratoria (asma, bronquitis, enfisema, neumoconiosis), dermatológica (dermatitis, cloracné), neurológica (cefalea, ataxia, alteraciones del comportamiento por exposición a solventes orgánicos o monóxido de carbono), cardiovascular en trabajadores expuestos al monóxido de carbono (cardiopatía) y osteoarticular.

Los exámenes periódicos recomendados para esta actividad son:

- Radiografía de tórax y espirometría para los trabajadores expuestos a sustancias sensibilizantes del pulmón y las vías respiratorias, principalmente en los trabajadores expuestos a polvos y gases.
- Hidroxipireno en orina para los trabajadores expuestos a los hidrocarburos aromáticos policíclicos, principalmente en los trabajos expuestos a aceites de recambio o derivados del petróleo (alquitrán, asfaltos, hollín, aceites minerales no tratados).
- Carboxihemoglobinemia en el sector de los hornos, por exposición al monóxido de carbono.
- Ácido hipúrico y ortocresol (de elección) en orina para los trabajadores expuestos al tolueno.
- Fenoles y ácido transmucónico (de elección) en orina para los trabajadores expuestos al benceno, junto con un hemograma y un recuento de plaquetas.
- Ácido metilhipúrico en orina para trabajadores expuestos al Xileno.
- Se recomienda realizar un hemograma con recuento de plaquetas, una función renal y una función hepática en personal expuesto a radiaciones ionizantes, junto con la dosimetría personal.

Podrían existir puestos de trabajo con exposición a una o más sustancias, no mencionados anteriormente. La diversidad tecnológica utilizada en los diferentes sectores de un proceso industrial, vuelve a esta orientación médica insuficiente. Es necesario realizar una visita al lugar de producción, para un completo relevamiento de contaminantes por puesto de trabajo.

Importante: Los exámenes médicos periódicos deben ser indicados de acuerdo con el riesgo físico, químico, biológico y ergonómico presente en cada puesto de trabajo de cada empresa. Los exámenes médicos que se mencionan deben ser considerados a modo de guía para los riesgos más frecuentes dentro de cada CIU o agrupación de CIU

Información adicional

Bifenilos policlorados, PCB ó BPCs (EHC 140, 1992, 2nd edition)

INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY

ENVIRONMENTAL HEALTH CRITERIA 140

RESUMEN Y EVALUACION, CONCLUSIONES Y RECOMMENDACIONES
(Se han seleccionado los puntos relevantes para la salud ocupacional)

1. Resumen y evaluación

1.1 Introducción

Los bifenilos policlorados (BPCs) se descubrieron a finales del siglo pasado y se reconoció pronto su utilidad para la industria, debido a sus propiedades físicas. Se utilizan comercialmente desde 1930 como fluidos dieléctricos e intercambiadores de calor y en otras aplicaciones. Se encuentran ampliamente distribuidos en el medio ambiente de todo el mundo, son persistentes y se acumulan en la cadena alimentaria. La exposición humana a los BPCs se debe fundamentalmente al consumo de alimentos contaminados, pero también a la inhalación y a la absorción cutánea en los lugares de trabajo. Los BPCs se acumulan en el tejido adiposo de los seres humanos y de los animales, causando efectos tóxicos a ambos, particularmente en el caso de exposiciones repetidas. La patología se manifiesta sobre todo en la piel y el hígado, aunque también están expuestos el tracto gastrointestinal, el sistema inmunitario y el sistema nervioso. Los dibenzofuranos policlorados (BFPCs), que se encuentran como contaminantes en mezclas comerciales de BPCs, contribuyen de manera significativa a su toxicidad. Los resultados de los estudios realizados en roedores indican que algunos compuestos parecidos a los BPCs pueden ser carcinógenos y fomentar la carcinogenicidad de otros compuestos químicos.

De los datos disponibles de los bifenilos policlorados (BPCs) y los terfenilos policlorados (TPCs) es evidente que, en una situación ideal, sería preferible no tener en absoluto estos compuestos en los alimentos. Sin embargo, es igualmente claro que la reducción a cero o a un nivel próximo de la exposición a los BPCs o los TPCs en fuentes alimentarias significaría la eliminación (prohibición del consumo) de grandes cantidades de alimentos importantes, como el pescado, pero sobre todo la leche materna. Son los comités científicos nacionales e internacionales los que deben establecer el debido equilibrio entre lo que se ha de hacer para conseguir un grado apropiado de protección de la salud pública y evitar pérdidas excesivas de alimentos.

A partir de los datos disponibles, no se pueden establecer niveles de exposición a los BPCs o los TPCs que puedan considerarse de garantía absoluta de inocuidad.

1.2 Identidad y propiedades físicas y químicas

Los BPCs son mezclas de productos químicos aromáticos, que se obtienen por cloración del bifenilo en presencia de un catalizador adecuado. La fórmula química de estos compuestos se representa como $C_{12}H_{10-n}Cl_n$, donde n es un número de átomos de cloro comprendido entre 1 y 10.

En teoría existen 209 compuestos análogos, pero sólo 130 tienen probabilidad de aparecer en productos comerciales. Además, los BPCs pueden contener dibenzofuranos policlorados (DFPCs) y cuarterfenilos clorados como impurezas. En condiciones normales, estas impurezas son relativamente estables y resistentes a las reacciones químicas. Todos los compuestos afines a los BPCs son lipófilos y tienen una solubilidad en agua muy baja. En consecuencia, se introducen fácilmente en la cadena

4 1. Producción y distribución de energía eléctrica

alimentaria y se acumulan en el tejido adiposo.

Las mezclas comerciales de BPCs contienen DFPCs en concentraciones que oscilan entre unos pocos mg/kg y 40 mg/kg. En los BPCs comerciales no se encuentran dibenzo-p-dioxinas policloradas (DDPCs). Sin embargo, en casos de incendios accidentales y durante la incineración se pueden encontrar DDPCs cuando están mezcladas con otros compuestos clorados, como los clorobenzenos utilizados en los transformadores.

Las mezclas comerciales de BPC tienen un color que va del amarillo claro al oscuro. No cristalizan, ni siquiera a baja temperatura, sino que se convierten en resinas sólidas. Los BPCs son prácticamente pirorresistentes, con una temperatura de inflamabilidad bastante elevada. Forman vapores más densos que el aire, pero no dan lugar a mezclas explosivas con éste. Su conductividad eléctrica es muy baja, la térmica es bastante alta y tienen una resistencia muy elevada a la degradación térmica. En condiciones normales, los BPCs son químicamente muy estables, pero cuando se calientan pueden producir otros compuestos tóxicos, como los DFPCs.

1.3 Efectos en el ser humano

La evaluación toxicológica de los BPCs presenta muchos problemas. Los BPCs normalmente se encuentran como mezclas de numerosos compuestos distintos, y muchos de los datos sobre su toxicidad se basan en las pruebas de estas mezclas. Algunos de los componentes de la mezcla se degradan más fácilmente que otros en el medio ambiente. Así, la población general puede estar expuesta a mezclas que son diferentes de las que soportan las personas que trabajan con BPCs.

La población general está expuesta a BPCs fundamentalmente a través de alimentos contaminados (organismos acuáticos, carne y productos lácteos). La ingesta diaria de BPCs en la mayoría de los países industrializados es del orden de unos microgramos por persona. Tales exposiciones no se han asociado con enfermedades. Los lactantes están expuestos a través de la leche materna. La ingesta diaria de BPCs puede ser de unos microgramos/kg de peso corporal.

Es muy difícil evaluar por separado los efectos para la salud humana de los BPCs, DFPCs o DDPCs, puesto que con mucha frecuencia las mezclas de BPCs contienen DFPCs. Ocasionalmente se ha detectado también la presencia de DDPCs en accidentes con ciertas mezclas. Se ha demostrado que los BPCs comerciales están contaminados con DFPCs y, por consiguiente, en muchos casos no está claro qué efectos son atribuibles a los BPCs y cuáles a los DFPCs, mucho más tóxicos. Así pues, muchos de los datos procedentes de casos importantes de intoxicaciones en el ser humano, por ejemplo las de Yusho, Yu-Cheng y otras, probablemente reflejan los efectos de la exposición tanto a los DFPCs como a los BPCs.

Los síntomas de la intoxicación en los pacientes de Yusho y de Yu-Cheng fueron hipersecreción de las glándulas meibomianas de los ojos, inflamación de los párpados y pigmentación de las uñas y de las membranas mucosas, ocasionalmente acompañados de cansancio, náuseas y vómitos. Estos efectos normalmente iban seguidos de hiperqueratosis y oscurecimiento de la piel, con agrandamiento folicular y erupción acneiforme. Además, se observaron edemas en brazos y piernas, aumento del tamaño del hígado y trastornos hepáticos, alteraciones del sistema nervioso central, problemas respiratorios, por ejemplo alteraciones del tipo de la bronquitis, y cambios en el estado inmunitario de los pacientes. En los hijos de pacientes de Yusho y Yu-Cheng se detectó disminución del crecimiento, pigmentación oscura de la piel y las membranas mucosas, hiperplasia gingival, edema xeroftálmico ocular, dentición al nacer, calcificación anormal del cráneo, curva del talón más baja y una alta frecuencia de escasez de peso al nacer. No se pudo concluir de manera definitiva si existía o no correlación entre la exposición y la formación de neoplasmas malignos en esos pacientes, porque el número de muertes fue demasiado pequeño. Sin embargo, en pacientes varones se observó un aumento estadísticamente significativo de la mortalidad producida por todos los neoplasmas, el cáncer de hígado y el de pulmón.

En condiciones profesionales, tras unas horas de exposición aguda se produjo una erupción cutánea. Además, después de una exposición a altas concentraciones de BPC se observó prurito, escozor, irritación conjuntival, pigmentación de dedos y uñas y

4 1. Producción y distribución de energía eléctrica

y cloracné. La cloracné es uno de los resultados predominantes entre los trabajadores expuestos a BPCs.

Además de estos signos cutáneos de intoxicación, diferentes autores han encontrado trastornos hepáticos, cambios en la inmunosupresión, irritación transitoria de las membranas mucosas del tracto respiratorio y efectos neurológicos y psicológicos o psicosomáticos inespecíficos, como dolor de cabeza, mareos, depresión, trastornos del sueño y de la memoria, nerviosismo, cansancio e impotencia. La conclusión general es que la exposición profesional constante a altas concentraciones de BPCs y dibenzo-p-dioxinas policloradas DFPCs puede tener consecuencias en el hígado y la piel.

Se han llevado a cabo dos amplios estudios de mortalidad en cohortes de trabajadores. Tras la exposición a Aroclor 1254, 1242 y 1016, en un estudio se observó un aumento de la mortalidad por cáncer de hígado y de vesícula biliar, y en el otro por neoplasmas y cáncer del tracto gastrointestinal. Ninguno de los estudios epidemiológicos disponibles aporta pruebas concluyentes de una asociación entre la exposición a BPCs y el aumento de la mortalidad por cáncer, debido al pequeño número de muertes en las poblaciones expuestas, la falta de relación dosis-respuesta y el problema de los contaminantes en las mezclas de BPCs.

2. Conclusiones

2.1 Distribución

Debido a sus propiedades físicas y químicas, los BPCs se han dispersado en el medio ambiente de todo el mundo.

Los BPCs están casi universalmente presentes en los organismos del medio ambiente y se bioacumulan fácilmente. También se ha demostrado una bioamplificación en las cadenas alimentarias.

Se acumulan preferentemente los compuestos más clorados.

2.2 Efectos en animales de experimentación

Los resultados de los estudios en animales indican que los BPCs tienen una actividad inmunosupresora, evaluada por alteraciones importantes de la función inmunitaria (peso del bazo, peso del timo y recuento de linfocitos). En monos, se han estimado unos NOELs de 100 µg/kg para el Aroclor 1248 y < 100 g/kg de peso corporal para el Aroclor 1254. La inmunosupresión parece ser un efecto específico de cada compuesto.

En general, sólo se observa toxicidad en la reproducción con dosis que producen toxicidad sistémica en la madre. Los neonatos que se alimentan de leche materna contaminada (en monos y otras especies animales utilizadas como modelo) parecen ser particularmente sensibles a los BPCs, y muestran una disminución del crecimiento y otros síntomas tóxicos. El NOEL para los efectos del Aroclor 1016 en la reproducción es de 30 µg/kg de peso corporal en monos; no se pudo establecer el NOEL para los efectos en la reproducción del Aroclor 1248.

Los BPCs no son genotóxicos y no hay pruebas definitivas de su acción como desencadenantes de tumores. Los BPCs sí actúan como estimulantes de tumores. Se puede concluir que la toxicidad de las mezclas de BPCs se pueden evaluar sólo en función de su umbral.

2.3 Efectos en el ser humano

La exposición de la población general a los BPCs se produce sobre todo por los artículos alimenticios. Los lactantes están expuestos a través de la leche materna.

Se han registrado dos importantes casos de intoxicación humana en el Japón (Yusho) y en la provincia de Taiwán (Yu-Cheng).

4 1. Producción y distribución de energía eléctrica

Los principales síntomas de los pacientes de Yusho y Yu-Cheng se han atribuido con frecuencia a contaminantes de las mezclas de BPCs, en particular a las dioxinas DFPCs. Sin embargo, los causantes de algunos de los síntomas, principalmente los efectos respiratorios crónicos, pueden haber sido los metabolitos de metilsulfona de algunos compuestos del grupo de los BPCs.

2.4 Efectos en el medio ambiente

Aunque se han notificado efectos en poblaciones locales de aves, el efecto más importante de los BPCs en organismos del medio ambiente ha sido sobre la insuficiencia reproductora de los mamíferos marinos. Este efecto se ha observado principalmente en mares semicerrados, y se ha traducido en la reducción de las poblaciones locales. El pronóstico de que los residuos de BPCs en el medio ambiente se redistribuirán gradualmente hacia el entorno marino indica que hay un peligro creciente en el futuro para los mamíferos marinos.

3. Recomendaciones

- Se recomienda un acuerdo internacional sobre los procedimientos analíticos, para mejorar la comparabilidad de los resultados de los programas de vigilancia. Se debe continuar perfeccionando la metodología del análisis de los distintos compuestos, aunque se reconoce el valor de los análisis de mezclas.
- Para asegurar que los datos analíticos sean fidedignos, se recomiendan firmemente estudios de control de calidad entre laboratorios. Se recomienda asimismo el establecimiento de una red internacional de asistencia y supervisión técnica, para permitir la participación de los países en desarrollo en la vigilancia.
- Se recomiendan estudios de larga duración utilizando distintos compuestos, y estudios sobre el mecanismo de acción de los componentes de las mezclas de BPCs, prestando particular atención al estímulo de los tumores, a fin de mejorar la precisión de la evaluación del riesgo de los BPCs.
- Son necesarios estudios epidemiológicos que permitan evaluar mejor los riesgos para los neonatos, dado que los recién nacidos parecen ser el sector más vulnerable de la población general, debido a su elevada exposición a través de la leche.
- Se deben poner a punto biomarcadores sensibles y específicos para algunos de los tipos más sutiles de toxicidad de los BPCs (como la toxicidad sobre los sistemas reproductor, inmunitario y nervioso), a fin de utilizarlos en futuros estudios epidemiológicos.
- La eliminación de los BPCs se debería llevar a cabo mediante incineración en instalaciones con un diseño y un funcionamiento apropiados que puedan garantizar la temperatura alta constante (superior a 1000°C), el tiempo de permanencia y la turbulencia que se necesitan para asegurar su completa descomposición.
- Hay que investigar sistemas de eliminación de los BPCs que se encuentran ya en vertederos.
- Se ha de promover una vigilancia mundial de los BPCs en el medio ambiente y en la fauna y flora silvestres, para seguir de cerca la redistribución prevista de los residuos ya existentes.
- Los mamíferos marinos son susceptibles a una insuficiencia reproductora a causa de la contaminación con BPCs. Se deben promover estudios sobre el tamaño de las poblaciones y la eficacia reproductora de los cetáceos, además de otros estudios para identificar los compuestos causantes de estos efectos.