



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE EMPLEO
Y SEGURIDAD SOCIAL



INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

FORMALDEHÍDO EN LA INDUSTRIA DE FABRICACIÓN DE TABLEROS

Título:

Formaldehído en la industria de fabricación de tableros

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:

Bernaola Alonso, Manuel
Gálvez Pérez, Virginia
Gil Iglesias, Eduardo
Sousa Rodriguez, M^a Encarnación

Colaboradores:

Asociación Nacional de Fabricantes de Tableros (ANFTA)
Asociación Española de Fabricantes de Tablero Contrachapado (AEFCON)

Edita:

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT)
C/ Torrelaguna, 73 - 28027 Madrid
Tel. 91 363 41 00, fax 91 363 43 27
www.insht.es

Composición:

Servicio de Ediciones y Publicaciones del INSHT

Edición:

Madrid, diciembre 2016

NIPO (en línea): 272-16-044-8

NIPO (papel): 272-16-043-2

Depósito Legal: M-33496-2016

Hipervínculos:

El INSHT no es responsable ni garantiza la exactitud de la información en los sitios web que no son de su propiedad. Asimismo la inclusión de un hipervínculo no implica aprobación por parte del INSHT del sitio web, del propietario del mismo o de cualquier contenido específico al que aquel redirija

Catálogo general de publicaciones oficiales:

<http://publicacionesoficiales.boe.es>

Catálogo de publicaciones del INSHT:

<http://www.insht.es/catalogopublicaciones/>





FORMALDEHÍDO EN LA INDUSTRIA DE FABRICACIÓN DE TABLEROS

ÍNDICE

Introducción	5
Formaldehído y aplicaciones en el sector	7
Riesgos para la salud	9
Implicaciones normativas que supone su reclasificación como cancerígeno	14
Exposición a formaldehído en la fabricación de tableros	19
Medidas de control	23
Propuestas de mejora	30
Bibliografía	32



INTRODUCCIÓN

Este documento está dirigido a las empresas fabricantes de tableros de madera (de fibras, de partículas y contrachapado) con objeto de orientarlas en la reducción de la exposición a formaldehído de sus trabajadores. Este agente químico está presente en el ambiente laboral, principalmente, por su empleo en las resinas que se utilizan para elaborar las colas de los tableros. Una vez en el ambiente, el formaldehído puede ser inhalado por el trabajador y dar lugar a efectos adversos para su salud; por ello, es muy importante tener bien identificados los puestos de trabajo de mayor riesgo y establecer unas medidas de prevención y protección eficaces para su control. Los procesos de fabricación de los distintos tipos de tablero presentan unas peculiaridades en cuanto a instalaciones, nivel de automatización, tareas, etc. que influyen en gran medida en el grado de exposición, por ello, estos aspectos también se tratarán a lo largo del documento.

La reciente reclasificación del formaldehído por parte de la Unión Europea como cancerígeno de categoría 1B ha supuesto un cambio en la legislación que le es de aplicación a este tipo de industrias. En la actualidad deben dar



cumplimiento, no solo al Real Decreto 374/2001 sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo, sino también al Real Decreto 665/1997 sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.

En este documento se dan pautas para ayudar a las empresas a cumplir con los requisitos establecidos por la legislación ante las nuevas exigencias normativas.

Es importante destacar que, aunque en este tipo de industria se puede dar también exposición a otros agentes químicos, este documento se centra exclusivamente en estudiar la exposición a formaldehído en el sector. Es de esperar que documentos como el que se presenta sirvan para la mejora de las condiciones de trabajo y la protección de los trabajadores expuestos.



FORMALDEHÍDO Y APLICACIONES EN EL SECTOR

El formaldehído es un compuesto químico orgánico perteneciente al grupo de los aldehídos, altamente inflamable y muy volátil. En condiciones normales de presión y temperatura es un gas, de olor fuerte y penetrante, muy soluble en agua. La disolución acuosa, que se conoce con el nombre de formol o formalina, es líquida e incolora y puede contener alcohol metílico como estabilizante. El umbral olfativo está entre 0,1 y 1 ppm.

Es una sustancia orgánica natural que está presente en la mayoría de los organismos vivos, incluido el cuerpo humano, generándose en pequeñas cantidades como parte de los procesos metabólicos normales. Se encuentra de forma natural en el aire que respiramos; se metaboliza rápidamente por lo que no se acumula en el cuerpo.

El formaldehído es uno de los compuestos orgánicos básicos más importantes de la industria química y su producción mundial anual es de unos 21 millones de toneladas. Alrededor de la mitad se emplea para hacer las resinas de formaldehído que son extremadamente fuertes y que, entre otros usos, se emplean como adhesivos permanentes en la mayoría de los tableros.





RIESGOS PARA LA SALUD

En el medio laboral, la principal vía de exposición es la inhalatoria, ya que la sustancia es muy volátil. Más del 90% del formaldehído inhalado se absorbe en el tracto respiratorio superior. Una vez absorbido, se metaboliza rápidamente en el lugar de contacto, donde puede oxidarse a formiato y dióxido de carbono o puede integrarse a macromoléculas biológicas, como proteínas o ácidos nucleicos. Su alta solubilidad en agua y su reactividad explican que los efectos adversos de este agente químico se produzcan a nivel local en el lugar de contacto. Ni el formaldehído ni sus metabolitos se acumulan en los tejidos en un grado apreciable. El formaldehído se elimina como ácido fórmico por excreción urinaria o como dióxido de carbono en el aire exhalado.

La exposición aguda a formaldehído puede provocar cefaleas e irritación de las vías respiratorias, de la piel y de los ojos. La exposición crónica, a niveles bajos de concentración en el aire, puede causar problemas respiratorios similares al asma, y el contacto con la piel puede ocasionar irritaciones de la piel como dermatitis y picores.

En la Unión Europea tras la aprobación, en diciembre de 2013, de la sexta adaptación al progreso técnico (ATP)



del Reglamento CE nº 1272/2008 (Reglamento CLP), el formaldehído ha sido clasificado como cancerígeno (categoría 1B), pues se supone que es un cancerígeno para el hombre, en base a la existencia de pruebas en animales. La nueva clasificación, que entró en vigor el 1 de enero de 2016, es la que se indica a continuación:

Peligro	Peligro	Peligro
		

	Categoría	Clasificación
Carcinogenicidad	1B	Peligro (CLP: Carc. 1B) H350
Mutagenicidad en células germinales	2	Atención (CLP: Muta. 2) H341
Toxicidad aguda, oral	3	Peligro (CLP : AcuteTox. 3) H301
Toxicidad aguda, cutánea	3	Peligro (CLP: AcuteTox. 3) H311
Toxicidad aguda, por inhalación	3	Peligro (CLP: AcuteTox. 3) H331
Corrosivo cutáneo	1B	Peligro (CLP: Skin Corr. 1B) H314
Sensibilización cutánea	1	Atención (CLP: Skin Sens. 1) H317



H350 Puede provocar cáncer
H341 Se sospecha que provoca defectos genéticos
H301 Tóxico en caso de ingestión
H311 Tóxico en contacto con la piel
H331 Tóxico en caso de inhalación
H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves
H317 Puede provocar una reacción alérgica en la piel

Los efectos que se han considerado más relevantes para el establecimiento del valor límite de exposición profesional son la capacidad de la sustancia para producir irritación respiratoria tanto en humanos como en animales y la carcinogenicidad local demostrada en estudios con animales de experimentación.

El Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL), asesor de la Comisión Europea sobre los límites de exposición para agentes químicos en el lugar de trabajo, ha definido cuatro grupos de compuestos cancerígenos en función de los distintos mecanismos de carcinogenicidad. El formaldehído está dentro del grupo C, es decir, cancerígeno genotóxico con un umbral práctico, basado en estudios sobre mecanismos o toxicocinética. Para estos compuestos es posible establecer un valor límite basado en efectos sobre la salud, derivado de un nivel sin efecto adverso observado (NOAEL). Uno de los criterios para poder justificar el establecimiento de un valor límite basado en efectos para la salud y poder clasificarlo dentro del grupo C es que previamente se dé proliferación celular o daño crónico en tejidos en el lugar donde con posterioridad se formarían tumores. Este es el caso del formaldehído ya que, previniendo efectos como la irritación o



la inflamación y la respuesta celular regenerativa causada por una irritación citotóxica, se podrían prevenir efectos como el cáncer nasal.

En los estudios realizados en animales de experimentación se han obtenido datos de concentración sin efecto adverso observado de 1 ppm para los efectos en los tejidos y de 2 ppm para la proliferación celular (aumento del número de células por división celular). El control de la proliferación celular es esencial para el correcto funcionamiento del organismo. La pérdida de esta regulación es la causa de enfermedades como puede ser el cáncer, donde una célula forma una línea celular con capacidad de proliferación celular ilimitada e incontrolada debido a mutaciones genéticas.

Por este motivo, el SCOEL, en su informe SCOEL/REC/125 Formaldehyde de 2016, establece un valor límite de exposición de 0,3 ppm para un período de 8 horas y un valor de 0,6 ppm para un período de exposición de 15 minutos, pues considera que un factor de seguridad superior a 3 es altamente protector. Para establecer este valor límite también considera los numerosos estudios, que comprenden un total de más de 400 voluntarios, sobre irritación sensorial. En dos estudios recientes se observó que exposiciones de 0,3 ppm con picos de 0,6 ppm no dan lugar a síntomas objetivos de irritación.

En España el VLA-EC[®] del formaldehído es de 0,3 ppm (0,37 mg/m³) y está vigente desde el año 1999. Este valor límite está establecido para proteger a los trabajadores de la potencial irritación sensorial, principalmente de los ojos y del tracto respiratorio superior. La irritación sen-



sorial aparece a concentraciones inferiores a la irritación citotóxica y por lo tanto cumpliendo con el valor límite el margen de seguridad para proteger frente a la aparición de tumores es bastante amplio. A este agente químico se le asigna la notación “Sen” por ser un sensibilizante de la piel.



IMPLICACIONES NORMATIVAS QUE SUPONE SU RECLASIFICACIÓN COMO CANCERÍGENO

Antes de la reclasificación del formaldehído como sustancia cancerígena de categoría 1B, el empresario debía cumplir con el RD 374/2001 sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. Con la nueva clasificación, al formaldehído le es de aplicación también el RD 665/1997 sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos o mutágenos durante el trabajo.

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo ha elaborado una Guía Técnica para facilitar la aplicación del RD 665/1997. En esta guía se proporcionan criterios y aclaraciones de gran ayuda para empresarios, técnicos y delegados de prevención.

En relación con la presencia de agentes cancerígenos en el lugar de trabajo, la guía indica que existen algunos agentes cancerígenos que pueden estar presentes de forma

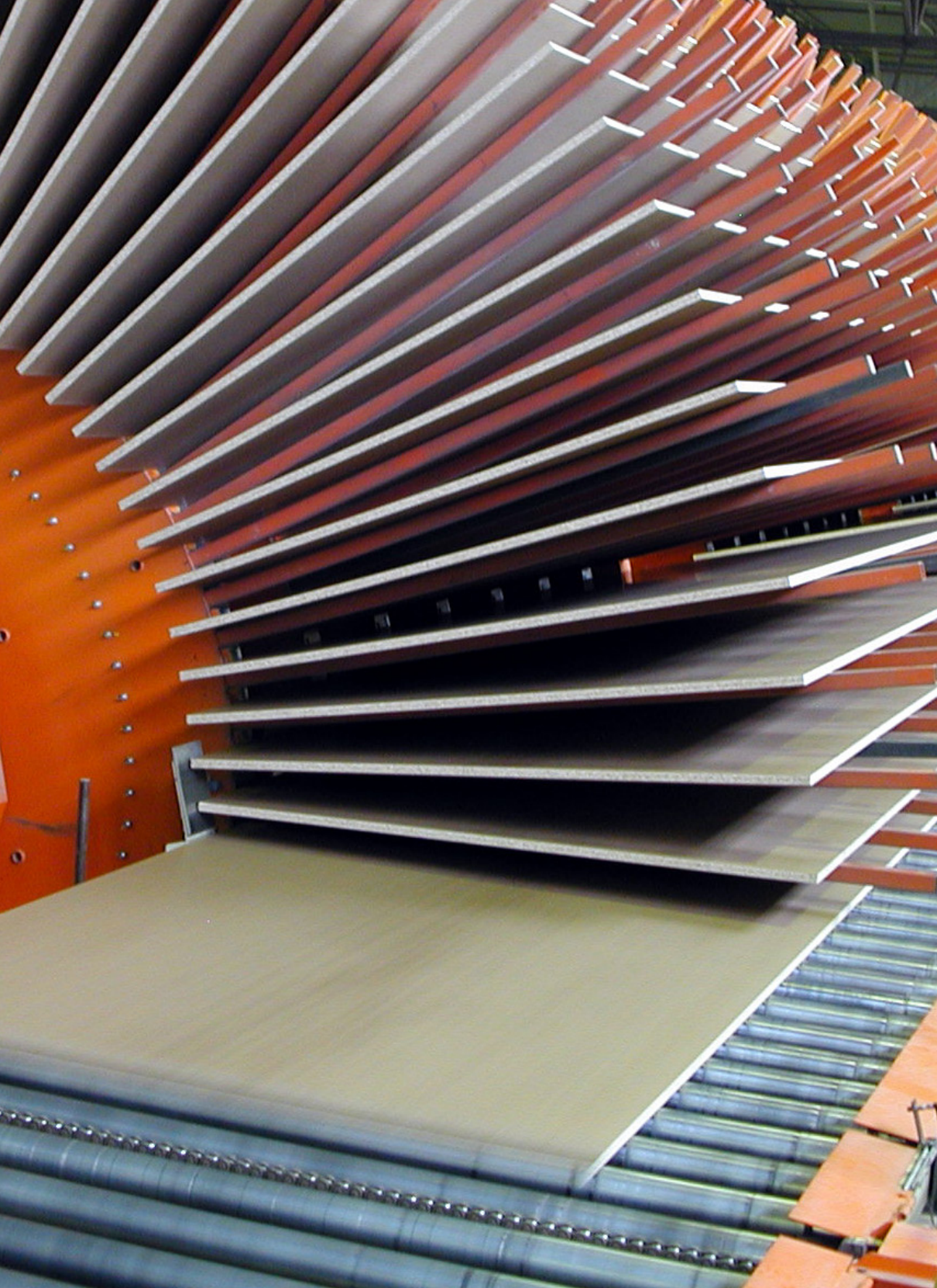


natural, en el aire exterior (urbano y rural) con unos valores de concentración muy bajos.

Dado que el formaldehído puede tener un origen natural, su presencia en el lugar de trabajo se debe entender cuando su concentración presenta unos niveles significativamente superiores a los que son normales en el aire exterior.

Ambas normativas describen medidas preventivas similares como limitación de cantidades, niveles de exposición y trabajadores expuestos, procedimientos de trabajos seguros, higiene personal y vigilancia de la salud, siendo el RD 665/1997 más riguroso y exigente en varios aspectos:

- Principio de sustitución: el RD 665/1997 establece como principio general, independientemente de la evaluación de riesgos, eliminar o reducir el riesgo siempre que sea técnicamente posible, bien por la sustitución del agente cancerígeno o bien por la modificación del proceso o procedimiento de trabajo. Se podría considerar como principio de mejora continua (art. 4). El empresario que no lleve a cabo acciones para conseguir su sustitución, deberá justificar dicha imposibilidad y contemplar la posibilidad de implantar un sistema cerrado (art 5.2).
- En cuanto a las medidas a desarrollar siempre que se utilice un agente cancerígeno o mutágeno (art 5.5), entre otras medidas equiparables a las del RD 374/2001, el RD 665/1997 añade la instalación de dispositivos de alerta para los casos de emergencia.
- Cuando exista un riesgo de contaminación por agentes cancerígenos o mutágenos, el empresario deberá adop-





tar las medidas necesarias para vigilar que se cumple la prohibición de que los trabajadores coman, beban o fumen en las zonas de trabajo en las que exista dicho riesgo. Deberá además proveer a los trabajadores de ropa de protección apropiada o de otro tipo de ropa especial adecuada y disponer de lugares separados para guardar de manera separada las ropas de trabajo o de protección y las ropas de vestir. En cualquier caso el empresario se responsabilizará del lavado y descontaminación de la ropa de trabajo, quedando rigurosamente prohibido que los trabajadores se lleven dicha ropa a su domicilio para tal fin (art.6.1).

- Los trabajadores deben disponer, dentro de la jornada laboral, de 10 minutos para su aseo personal antes de la comida y otros 10 minutos antes de abandonar el trabajo, entendiéndose como “trabajador” exclusivamente al trabajador con riesgo de contaminación por agentes cancerígenos o mutágenos (art. 6.2), es decir, que pueda contactar con los mismos.
- Documentación e información (art. 9 y 10): el empresario deberá conservar los historiales médicos practicados como consecuencia de la vigilancia de la salud, así como la lista actualizada de los trabajadores expuestos, durante 40 años después de terminada la exposición y si, se cesa la actividad, remitirlos a la autoridad laboral. Igualmente el empresario deberá estar en disposición de suministrar la información solicitada por las autoridades competentes, así como comunicar a la autoridad laboral todo caso de cáncer que se reconozca resultante de la exposición a un agente cancerígeno o mutágeno.



Otras normativas que se ven afectadas por la reclasificación son el RD 216/1999 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo de los trabajadores en el ámbito de las empresas de trabajo temporal, cuyo articulado imposibilita la celebración del contrato de puesta a disposición entre ETT y empresa usuaria, y el Reglamento de los Servicios de Prevención (RD 39/1997), concretamente sus anexos VII (Lista no exhaustiva de agentes, procedimientos y condiciones de trabajo que pueden influir negativamente en la salud de las trabajadoras embarazadas o en período de lactancia natural, del feto o del niño durante el período de lactancia natural) y VIII (Lista no exhaustiva de agentes y condiciones de trabajo a los cuales no podrá haber riesgo de exposición por parte de trabajadoras embarazadas o en período de lactancia natural).



EXPOSICIÓN A FORMALDEHÍDO EN LA FABRICACIÓN DE TABLEROS

El formaldehído forma parte de la composición de las resinas de urea-formol (UF), melamina-formol (MF), melamina-urea-formol (MUF) o fenol-formol (PF) ampliamente utilizadas en la fabricación de tableros de madera (de partículas, de fibras (MDF) y madera contrachapada), y también está presente en los elementos estructurales, carpintería, vigas de madera laminada y muebles.

En los tableros de aglomerado, las partículas y las fibras de madera están unidas mediante colas preparadas con resinas que a continuación se integran en la manta. El prensado en caliente, donde la manta es compactada con la densidad y grosor deseados, permite que la resina se policondense para unir las partículas o fibras y estabilizar el tablero. Las prensas son de una sola etapa, de varias etapas o continuas. Los tableros se transfieren a un sistema de refrigeración por un período de tiempo determinado para su curación. A continuación le siguen las diferentes fases de acabado, almacenamiento y envío. El tablero puede llevar un recubrimiento que implica pegar un papel lami-



nado o un papel de decoración melaminizado, seguido de un prensado en caliente.

Para tablero contrachapado las resinas a base de formaldehído se utilizan en la unión de las hojas de madera en el plano longitudinal o transversal. Las chapas de madera y las chapas laminadas consisten en diferentes capas (paneles, láminas de chapa de madera, tableros) unidas y prensadas en caliente.

La emisión de formaldehído procede principalmente de la resina cuando se calienta, en la zona de prensado, y en menor medida, en la de refrigeración del tablero. Es en estas etapas del proceso donde existe una mayor probabilidad de exposición (véase tabla 1).

La concentración de formaldehído en el ambiente laboral depende de varios factores tales como el tipo de resina, el tiempo de prensado, el espesor del tablero, el grado de encerramiento del proceso, la eficacia y eficiencia de la extracción localizada, la renovación de aire del local, etc. Los trabajadores más expuestos son los asignados a las tareas de operaciones en prensa (normalmente suelen estar en salas de control, que son zonas seguras) y a las tareas de mantenimiento asociadas a la prensa (operador de prensa, mecánico, electricista, limpieza, responsable de turno, etc.) cuando la acción no se lleva a cabo durante una avería o parada en la producción previamente planificada, pues, en estos casos, la prensa se vacía de tablero para evitar incendios por inflamación del material dentro de la prensa. La toma de muestras también puede exponer a los trabajadores a concentraciones altas durante períodos cortos.



Tabla 1. Fuentes de exposición en la fabricación de tableros de madera

Producto	Fases del proceso	Exposición potencial
Tablero aglomerado de partículas y tablero de fibras de madera	Encolado	No existe una exposición directa a las resinas pues se aplican mediante sistemas cerrados. Estas son bombeadas desde los tanques de almacenamiento y se aplican sobre las partículas de madera de forma automatizada en el interior de encoladoras cerradas. Las operaciones de mantenimiento requieren un vaciado previo de los circuitos y equipos dosificadores de cola.
	Prensado	Procesos automatizados sin manipulación del tablero. Supervisión de fabricación y toma de muestras de tablero, especialmente en zonas de salida de prensa. Las operaciones de mantenimiento se realizan necesariamente con la línea parada y sin tablero en el interior de la prensa, pues esto supondría un elevado riesgo de incendio.
	Estabilizado y enfriado a la salida de prensa	Operaciones de supervisión puntual y control de calidad de producto.
Contrachapado	Alimentación manual	Cuando la alimentación no está automatizada los operarios introducen el tablero en prensa. No hay emisión de formaldehído en esta etapa al no estar sometido el tablero a presión y temperatura.
	Prensado	Se producen emisiones de formaldehído.
	Salida/apilamiento	En el proceso de producción de tablero contrachapado el enfriamiento posterior al prensado es muy rápido, por lo que al proceder a apilar, el tablero está frío y los operarios encargados no se ven sometidos a emisiones de formaldehído.
	Reparación y mantenimiento	Las operaciones de reparación y mantenimiento se llevan a cabo con la prensa vacía de tablero. Por tanto no se produce emisión de formaldehído y los operarios encargados del mantenimiento no se ven afectados.



En lo referente al nivel potencial de exposición de los trabajadores, ello dependerá del tipo y momento de la intervención a realizar en la zona caliente de prensas o sus proximidades, de la distancia a las fuentes de emisión, del tiempo de permanencia, de la eficacia de retención de los equipos de protección individual, etc.

En caso necesario, la cuantificación de la concentración de formaldehído en la atmósfera de los lugares de trabajo puede llevarse a cabo mediante el método MTA/MA-062/A08 “Determinación de formaldehído en aire – Método de captación en sílica gel impregnada con 2,4-dinitrofenilhidrazina/cromatografía líquida de alta resolución”, del INSHT. De acuerdo con este método, las muestras se obtienen haciendo pasar, con la ayuda de una bomba de muestreo personal, un volumen de tres litros de aire durante 15 minutos a través de un tubo relleno de sílica gel impregnada con 2,4-dinitrofenilhidracina.





MEDIDAS DE CONTROL

En general, el proceso de fabricación de tableros de aglomerado y MDF es un proceso automatizado que requiere pocos trabajadores que solo intervendrán en situaciones previstas, aunque sean accidentales, y de carácter puntual. Por el contrario, la producción de tableros de contrachapado, al estar menos automatizado por las exigencias del proceso, requiere una mayor intervención personal.

Por las características de la fabricación de tableros de madera existen una serie de medidas preventivas que habitualmente se aplican y en muchos de los casos ya están implantadas y funcionan con eficacia y suficiencia probada. A continuación se presenta una lista no exhaustiva de las medidas aplicables, ordenadas de mayor a menor eficacia:

1. Limitar cantidades de agentes:

Se constata una continua evolución en las resinas empleadas con un contenido cada vez menor en formaldehído libre. Complementariamente a esta medida, se emplean aditivos captadores de formaldehído, que reaccionan químicamente con el formaldehído fijándolo y evitando su emisión.



2. Diseñar los procesos y controlar la emisión de contaminantes mediante sistemas de extracción.

- **Tablero aglomerado de partículas y fibra:**

- Los sistemas de encolado cerrados, aplicables en la fabricación de tableros aglomerados de partículas y de fibra, se basan en la pulverización a alta presión de las resinas. Con ellos, se consigue aumentar la eficacia de los procesos de encolado y así reducir la cantidad aplicada de resina. Este hecho reduce la posterior liberación de formaldehído durante el proceso de prensado de las partículas de madera.
- Los sistemas de extracción instalados en las prensas de tablero y zonas adyacentes se localizan fundamentalmente en las zonas de contacto entre los platos de la prensa y la manta de tablero, de modo que los gases liberados se captan en la zona más próxima al origen. Posteriormente, son conducidos al exterior de las naves, donde son tratados antes de ser emitidos a la atmósfera. El documento de referencia sobre las Mejores Técnicas Disponibles describe de una forma pormenorizada las medidas técnicas más eficaces en el sector.
- Sectorización y cerramientos de las prensas de tablero y zonas próximas. Se trata de una medida aplicada que aumenta la eficacia de los sistemas de extracción, al tiempo que limita la difusión del formaldehído hacia otras secciones de los centros de trabajo. Sin embargo, estos cerramientos no pueden ser completamente “estancos”, pues esto conduciría



a la formación de atmósferas explosivas y aumentaría enormemente la posibilidad de incendios en la prensa, donde las partículas de madera o fibras constituyen un material altamente inflamable y explosivo. La dotación de sistemas de detección y extinción de incendios es fundamental en esta parte del proceso productivo.

- **Contrachapado:**

- En el caso de la fabricación de este tipo de tableros, se dispone de sistemas de captación y evacuación de vapores en las zonas de prensa.
- La instalación de sistemas de extracción, tanto general en las zonas de alimentación como locales en la prensa, permiten minimizar la difusión del formaldehído durante y después del proceso de prensado del tablero.

3. Medidas organizativas y protección colectiva:

- Medidas de orden y limpieza: es práctica habitual el establecimiento de rutinas de limpieza en toda la instalación. La frecuencia de limpieza de las zonas viene determinada por distintos factores, como la propia naturaleza del proceso, el riesgo de incendio y el aseguramiento de la eficacia de los sistemas de ventilación y extracción localizada. Por ello la zona de la prensa es probablemente la sección de una fábrica de tableros donde la limpieza debe ser más frecuente y más eficiente.
- Prohibición de comer y beber en las zonas en las que existe riesgo de exposición al formaldehído. Para ello,



se deben habilitar zonas seguras (cafeterías, locales cerrados, salas de control, etc.), alejadas de las zonas de emisión de formaldehído anteriormente identificadas.

- Elaborar un programa preventivo que contemple la medición de la concentración de formaldehído en el ambiente mediante equipos de lectura directa y, si fuese necesario, mediante muestreos personales para estimar la exposición.
- Métodos de medición y dispositivos de alerta para exposiciones anormales (ver apartado de mejoras).
- Etiquetado de los depósitos y envases y, si fuera necesaria, la señalización de los conductos de acuerdo con la normativa vigente, especialmente en aquellos casos donde las resinas no se almacenan y dosifican desde tanques cerrados.
- Formación e información de los trabajadores potencialmente expuestos.
- Se debe evitar la existencia de fuentes de contaminación innecesarias, como recipientes abiertos, y eliminar rápidamente los derrames.
- Elaborar procedimientos de trabajo adecuados en aquellos procesos donde existe una manipulación directa de las resinas, evitando la evaporación y la formación de aerosoles y manteniendo los recipientes cerrados.
- Una adecuada renovación general del aire ayuda a minimizar las concentraciones residuales.
- Gestión de residuos: en el caso de la fabricación de





tableros de madera, se pueden generar residuos de las resinas derivadas del formol, cuya estado físico variará desde pastoso a completamente sólido en función del grado de polimerización que alcance la resina. Estos residuos deberán ser caracterizados en función de la normativa vigente. Sus características determinarán su envasado y etiquetado, así como la entrega a gestor autorizado por el organismo ambiental competente en cada comunidad autónoma. En cuanto a su manipulación, se respetarán las mismas medidas preventivas que se deben observar para las resinas empleadas como materia prima.

4. Protección individual:

Para prevenir la exposición a formaldehído es necesario reducir al mínimo posible su presencia en el puesto de trabajo, y proteger al trabajador frente a la exposición por vía inhalatoria y frente a salpicaduras y contactos directos con la piel. En procesos como la fabricación de tableros aglomerados de partículas y de fibra de madera, esta situación podría darse durante operaciones de limpieza de los equipos de encolado, donde se debe hacer uso de ropa de protección y equipos de protección individual (EPI) adecuados.

La utilización de EPI implica el establecimiento de un programa para su adecuada gestión, desde la decisión de su utilización, hasta la formación e información a los usuarios, y deberá tenerse en cuenta especialmente la legislación existente al respecto: el Real Decreto de comercialización (RD 1407/1992) y el de disposiciones mínimas de seguridad y salud para su utilización (RD 773/1997), no



olvidando nunca el carácter de “última protección” que tienen.

Los EPI recomendados generalmente para trabajar con formaldehído son los que protegen de contacto dérmico y de salpicaduras, como guantes, delantales, gafas y máscara facial. Si se pretende evitar completamente la inhalación de vapores, debe recurrirse a la utilización de equipos de protección respiratoria incluyendo filtros químicos del tipo BP3. Hay que consultar siempre su adecuación al fabricante y leer detenidamente el folleto explicativo. Se velará por el uso de EPI siempre que sea necesario y, en particular, por el uso de la máscara facial con filtros específicos para formaldehído. Los filtros se cambiarán por nuevos cuando estén próximos a la saturación.

El formaldehído es un compuesto orgánico con un punto de ebullición inferior a 65°C. Si se considera solo la clasificación que se hace en la norma europea EN 14387 para filtros contra gases, podría llegarse a la conclusión de que lo adecuado sería emplear un filtro de tipo AX. No obstante, el formaldehído es un compuesto orgánico cuya molécula es polar, por lo que, desde el punto de vista de su retención en filtros de protección respiratoria, presenta un comportamiento similar al de un compuesto inorgánico, de ahí la recomendación de emplear filtros de tipo B. Si durante la manipulación del formaldehído se generan aerosoles, se recomienda el uso de filtros que protejan además frente a partículas.



PROPUESTAS DE MEJORA

Las medidas anteriores garantizan una amplia protección de los trabajadores en las empresas con procesos de producción que utilizan formaldehído en sus colas. Sin embargo, dependiendo de los procesos de fabricación y a medida que la tecnología avance, podrían ir implantándose algunas de las siguientes medidas de mejora:

- Protocolo de trabajo y limitación de personal en operaciones con exposiciones accidentales y exposiciones no regulares a formaldehído: únicamente se accederá a estas zonas cuando sea estrictamente necesario. Sólo podrá acceder a las mismas personal formado específicamente y autorizado por la empresa.
- Medición en continuo y sistemas de alerta. Se recomienda utilizar equipos de medición en continuo y sistemas de alerta, pero habrá que tener en cuenta que los equipos que hay en el mercado pueden tener interferencias y pueden activarse con múltiples gases.
- Una buena práctica puede ser la creación de taquillas o equivalentes, para el almacenamiento de EPI cerca de la línea de producción o zonas de exposición, favore-



ciendo así su disponibilidad en las zonas de trabajo.

Es necesario el desarrollo de soluciones dirigidas a la captura tan cerca de las fuentes de emisiones de formaldehído como sea posible, en las diferentes etapas de la fabricación de los tableros. Cada proceso debe ser estudiado en detalle caso por caso, para reducir las exposiciones potenciales. El aire limpio, con la aplicación de los medios adecuados de ventilación de aire, es un objetivo así como mejorar las campanas de captación superior en el transporte desde las prensas y la automatización hasta las etapas de medición de espesor aguas abajo. Por otra parte, es importante realizar un seguimiento de los nuevos estudios que se realicen para la posible sustitución de las resinas que contienen formaldehído.





BIBLIOGRAFÍA

REAL DECRETO 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.

REAL DECRETO 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

SCOEL SUM 125 Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for Formaldehyde.

INSHT. Método de toma de muestras y análisis. MTA/MA-062/A08 Determinación de formaldehído en aire. Método de captación en sílica gel impregnada con 2,4-dinitrofenilhidracina/Cromatografía líquida de alta resolución.

Reducción de la exposición a formaldehído en la industria de la madera. Proyecto social REF-WOOD. Febrero 2010.



DECISIÓN DE EJECUCIÓN (UE) 2015/2119 DE LA COMISIÓN, de 20 de noviembre de 2015, por la que se establecen las conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles (MTD) conforme a la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, respecto a la fabricación de tableros derivados de la madera.



F.17.1.16