

Residuos sólidos urbanos. Riesgos laborales en plantas de tratamiento de frigoríficos (I)

Municipal solid waste. Occupational risks in refrigerator treatment plants (I)
Déchets solides urbains. Risques du travail dans les plantes de traitement de réfrigérateurs (I)

Redactores:

Agustí Gil Armengol
Diplomado en Ingeniería Técnica Química Industrial
GRUPO FCC ÁMBITO S.A.

Eduard Màrquez Bargalló
Licenciado en Ciencias Biológicas
AGÈNCIA DE RESIDUS DE CATALUNYA

Xavier Solans Lampurlanés
Licenciado en Ciencias Biológicas
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO

En esta Nota Técnica de Prevención (NTP) se describen el conjunto de las operaciones que se pueden realizar en una planta para el tratamiento de residuos de frigoríficos fuera de uso y los riesgos asociados a cada una de ellas. El objetivo de estas plantas es, por un lado, extraer los componentes peligrosos (CFC, aceites) de los frigoríficos y almacenarlos para su posterior tratamiento por un gestor autorizado y, por otro, el reciclado y la valorización de sus materiales.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

Desde inicios del siglo XX, los clorofluorocarbonos (CFC) se habían utilizado en múltiples aplicaciones (refrigerantes, agentes extintores, disolventes, propelentes, etc.) ya que, aparte de su bajo coste, eran inocuos, no inflamables y relativamente inertes. Sin embargo, a finales de los años 60 se encontraron moléculas de CFC en las capas altas de la atmósfera y durante los años 70 se estudiaron sus efectos. En los años 80 se supo que estos gases eran los causantes de la destrucción de la capa de ozono y que, en consecuencia, se debería prevenir su difusión sin control. También se supo que los CFC son gases con efecto invernadero y que, por tanto, contribuyen al cambio climático. Finalmente, en los años 90 se empezó a regular y restringir su uso.

La mayor parte de los frigoríficos y congeladores (en adelante frigoríficos de forma conjunta) fabricados hasta mediados de los años 90 contienen CFC, tanto en el circuito de refrigeración como en las espumas aislantes de las paredes que los forman. En el circuito de refrigeración, los CFC, gracias a sus propiedades especiales, y a los cambios inducidos por el motor, absorben calor del interior de los frigoríficos, lo liberan al exterior y, por tanto, lo enfrían; además, estos gases también se encuentran en las espumas aislantes por haber sido utilizados para expandir el poliuretano que forma sus paredes.

El Reglamento (CE) nº 1005/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de septiembre de 2009 sobre las sustancias que agotan la capa de ozono es el instrumento legislativo de la Unión Europea que regula los CFC y que adopta el Protocolo de Montreal, tratado internacional diseñado para proteger la capa de ozono reduciendo

la producción y el consumo de numerosas sustancias que se ha estudiado que reaccionan con el ozono y que son responsables del agotamiento de la capa de ozono.

La industria se vio obligada a cambiar la tecnología y sustituir la utilización de los CFC por la de gases inocuos para el medio ambiente. Los primeros sustitutos de los CFC fueron los hidroclorofluorocarbonos (HCFC), que tenían un potencial destructor de la capa de ozono menor. Posteriormente fueron reemplazados por los hidrofluorocarbonos (HFC) e isobutano en el circuito de refrigeración, y por ciclopentano en las espumas aislantes. Estos últimos hidrocarburos, el isobutano y el ciclopentano, son compuestos orgánicos volátiles (COV) que no contribuyen a la destrucción de la capa de ozono y su efecto sobre el calentamiento global del planeta es muy pequeño; sin embargo, bajo determinadas condiciones pueden dar lugar a incendios o explosiones.

Debido a su contenido en CFC y aceites, los residuos de frigoríficos se han de considerar como residuos peligrosos (o especiales) y están incluidos en el ámbito de aplicación del Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos, que traspone las Directivas 2002/96/CE y 2003/108/CE.

Este Real Decreto establece las medidas a aplicar tanto en la fabricación de los productos como en su gestión cuando se convierten en residuos. Entre las medidas para la gestión de estos residuos, se pueden señalar:

- Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos que contengan materiales o elementos peligrosos, entre los que se incluyen los frigoríficos fuera de uso, han de ser descontaminados y los sistemas de tratamiento de estos residuos deben incluir como mínimo la extrac-

ción de los CFC, HCFC o HFC para su eliminación o valorización de conformidad con lo estipulado en la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.

- El reciclado del 75%, en peso, de los componentes, materiales y sustancias que los forman.
- Adopción del principio «quien contamina paga» según el cual los fabricantes de los aparatos eléctricos y electrónicos, en general, y de los equipos frigoríficos en particular, están obligados a financiar los sistemas de gestión de estos residuos.

Gracias a este sistema de gestión, se consigue, por un lado, evitar la contaminación atmosférica con los gases contaminantes y, por otro, aprovechar para su valorización más del 80% de los componentes del frigorífico.

2. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

Las operaciones realizadas para el tratamiento de los residuos de frigoríficos son las siguientes (figura 1):

- Recepción de los frigoríficos.
- Retirada de los componentes no triturables.
- Descontaminación del circuito de refrigeración (extracción de gases y aceite).
- Retirada de los compresores, cables eléctricos, cobre y otros elementos no triturables.
- Trituración del frigorífico, con aspiración de gas.
- Separación de los materiales recuperables.
- Expedición de los materiales a valorización o tratamiento.

En resumen, las operaciones que se realizan en estas plantas tienen por objeto la extracción de los gases que contienen los frigoríficos (en el interior del circuito de frío y en las espumas aislantes de poliuretano de sus paredes) y la recuperación para su valorización de los distintos materiales (hierro, plástico, aluminio, cobre, aceite desgasificado, vidrio, cables eléctricos, fluorescentes y espumas aislantes) que forman parte del mismo.

Recepción de los frigoríficos

En primer lugar, se realiza el proceso de recepción de los frigoríficos, con el control de entrada y registro de los datos, pasando a continuación a la zona de descarga.

La descarga se realiza mediante una carretilla hidráulica equipada con unas pinzas especiales (figura 2), que permite manipular los frigoríficos sin dañar el circuito de frío ni las paredes del mismo, que lo traslada a la zona de almacenamiento. Este almacenamiento se realiza según tipología distinguiendo entre frigoríficos y congeladores.

Retirada de componentes no triturables

Mediante la carretilla se acercan los frigoríficos desde la zona de almacenamiento a la de proceso donde, de forma manual, se realiza la retirada de las bandejas de cristal y cualquier objeto que pueda interferir en el proceso posterior. Los elementos recuperables -piezas de aluminio, hierro y vidrio- son depositados en contenedores intermedios habilitados al efecto.

Posteriormente, el frigorífico se dirige a las siguientes fases del proceso (por ejemplo mediante un sistema de cinta o camino de rodillos).

Extracción del gas/aceite del compresor

Para realizar el vaciado del gas del circuito de refrigeración se utiliza un equipo de aspiración compacto, que



Figura 2. Carretilla para la manipulación de los frigoríficos

dispone de una mesa basculante que permite situar el frigorífico en la posición más favorable para la realización de esta operación.

La extracción se realiza mediante un cabezal con junta hermética. Se perfora el compresor y se aspira su contenido, compuesto por una mezcla de aceite y gases refrigerantes (en algunos casos también se pueden utilizar para esta operación unas pinzas especiales que perforan los tubos de circulación). Un sistema de ultrasonidos permite la separación del aceite y el gas; el aceite se envía a un contenedor donde se almacena, mientras que el gas se impulsa mediante un compresor a una trampa de frío.

En la trampa de frío, el gas extraído, que además puede contener aire, se enfría hasta -40°C a una presión de 8 bares. En estas condiciones de temperatura y presión el gas se encuentra en estado líquido. Por otro lado, la trampa de frío también tiene la función de venteo, que permite eliminar el aire que pudiera quedar.

Finalmente, los gases se recogen en botellas a presión, como gas licuado, que una vez llenas se almacenan hasta su envío a un gestor autorizado.

Desguace del frigorífico

Una vez extraído el gas y el aceite del circuito de refrigeración, un operario se encarga de retirar del frigorífico las partes recuperables; se separan el compresor descontaminado, los cables eléctricos y tubos de cobre del circuito. Estos materiales se depositan de forma selectiva en distintos contenedores. Para realizar estas operaciones se emplean destornilladores eléctricos, tenazas hidráulicas y neumáticas, u otras herramientas manuales.

Una vez retiradas las partes recuperables, se conduce el frigorífico a la máquina trituradora.

Trituración/Separación

La trituración de los frigoríficos y separación de sus materiales se realiza de uno en uno en una cámara cerrada

que se halla ligeramente en depresión, para minimizar la generación de polvo en el exterior y facilitar la aspiración del los gases refrigerantes liberados. Una vez triturado, la mezcla de materiales del frigorífico se ve forzada a pasar por un tamiz perforado, cayendo a una cinta transportadora, de la cual se irán separando los materiales que la componen. Mediante un sistema magnético (over-band) se extraen los metales férricos, que se recogen en un contenedor; la fracción que queda, constituida por metales no férricos (aluminio) y plásticos, es conducida a un separador por corrientes inducidas, y recogida también en un contenedor.

La extracción de los gases contenidos en las espumas aislantes del frigorífico es una tarea compleja, ya que éstos se encuentran de forma difusa en sus celdas de poliuretano o similar. La espuma procedente de la separación de la mezcla triturada del frigorífico es aspirada por un ventilador, que la arrastra hasta un silo para su almacenamiento intermedio, en espera de ser compactada. El aire aspirado pasa a través de un filtro de mangas y es devuelto a la unidad de trituración/separación. La espuma arrastrada y que no atraviesa este filtro cae también al silo.

Los trocitos de espuma almacenados en el silo, con ayuda de un agitador, son extraídos por una válvula rotativa y conducidos, por ejemplo mediante un tornillo sinfín, a la unidad de briquetado o compactación, donde se convierten en briquetas (en algunos casos se puede utilizar un sistema de peletización en lugar de la briquetadora). Este proceso de compactación se lleva a cabo en cámaras cerradas, para facilitar la aspiración y recuperación de los gases refrigerantes que se generan en el proceso.

Extracción y recuperación de los gases refrigerantes

Tanto durante el proceso de trituración como en el de compactación, que se realizan en depresión, se liberan los gases que contienen las espumas en su interior. Para la recuperación del gas se pueden emplear tres sistemas distintos:

- El gas se capta por un circuito de aspiración y se hace pasar por un sistema de crioc condensación mediante nitrógeno, donde se condensa dejando pasar el aire limpio. Finalmente, el gas ya licuado se recoge en botellas a presión.
- El aire con los gases refrigerantes se hace pasar por una batería de filtros de carbón activo en los que los gases quedan retenidos por adsorción, dejando pasar el aire limpio. Su recuperación se produce por el enfriamiento (-80°C) del aire caliente usado para la desorción de los gases en los filtros de carbón activo.
- Se emplea un sistema de compresión de la corriente gaseosa seguido de una crioc condensación. Las aguas de condensación del proceso se recogen y se envían, como residuo, a un gestor autorizado.

Gestión del gas y partes recuperables

Los gases extraídos de los frigoríficos se envían a un gestor autorizado, que procederá a su eliminación por incineración.

Por otro lado, los elementos recuperables del frigorífico (hierro, plástico, aluminio, cobre, aceite desgasificado, vidrio, cables eléctricos, fluorescentes y espumas aislantes) se envían de forma separada para su tratamiento a un gestor de residuos autorizado.

OPERACIONES	RIESGOS
Descarga de los frigoríficos	<ul style="list-style-type: none"> Caída de personas a distinto nivel. Caída de objetos por derrumbe o desplome. Caída de objetos en manipulación. Caída de objetos desprendidos. Golpes / cortes por objetos o herramientas. Proyección de fragmentos o partículas. Sobreesfuerzos. Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.
Retirada elementos móviles	<ul style="list-style-type: none"> Caída de objetos en manipulación. Caída de objetos desprendidos. Golpes / cortes por objetos o herramientas. Proyección de fragmentos o partículas. Sobreesfuerzos. Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
Alimentación de la cinta o camino de rodillos	<ul style="list-style-type: none"> Caída de objetos en manipulación. Caída de objetos desprendidos. Choques contra objetos inmóviles. Golpes / cortes por objetos o herramientas. Proyección de fragmentos o partículas. Sobreesfuerzos.
Carretilla elevadora	<ul style="list-style-type: none"> Caída de objetos en manipulación. Caída de objetos desprendidos. Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos. Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.
Extracción del gas del circuito de frío/aceite del compresor	<ul style="list-style-type: none"> Caída de objetos por derrumbe o desplome. Golpes / cortes por objetos o herramientas. Proyección de fragmentos o partículas. Contactos térmicos. Exposición a sustancias nocivas o tóxicas (aceite, gas). Explosiones. Exposición a ruido.
Desguace del frigorífico	<ul style="list-style-type: none"> Caída de objetos en manipulación. Golpes / cortes por objetos o herramientas. Proyección de fragmentos o partículas. Sobreesfuerzos. Contactos eléctricos.
Trituración del frigorífico	<ul style="list-style-type: none"> Explosiones. Incendios.
Retirada de materiales recuperados	<ul style="list-style-type: none"> Proyección de fragmentos o partículas. Sobreesfuerzos. Exposición a agentes químicos (polvo). Exposición a ruido.
Operaciones de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> Caída de personas a distinto nivel. Caída de personas al mismo nivel. Caída de objetos en manipulación. Choques contra objetos inmóviles. Choque contra objetos móviles. Golpes / cortes por objetos o herramientas. Proyección de fragmentos o partículas. Atrapamiento por o entre objetos. Sobreesfuerzos. Contactos térmicos. Contactos eléctricos. Exposición a sustancias nocivas o tóxicas. Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas. Exposición a ruido. Exposición a agentes químicos.
Operaciones de limpieza	<ul style="list-style-type: none"> Caída de personas a distinto nivel. Caída de objetos en manipulación. Proyección de fragmentos o partículas. Exposición a agentes químicos (polvo). Sobreesfuerzos.
Inespecíficos	<ul style="list-style-type: none"> Caída de personas al mismo nivel. Pisadas sobre objetos. Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.

Tabla 1. Principales riesgos laborales identificados en una planta de tratamiento de residuos de frigoríficos

Operaciones de mantenimiento

Incluye, entre otros, la realización de los siguientes trabajos:

- Mantenimiento preventivo de los equipos de trabajo.
 - Reposición de aceites, engrases de partes móviles.
 - Equipos de cuchillas.
 - Equipo de peletizado y briquetadora.
 - Circuitos de refrigeración y compresor.
 - Iluminación, cuadros eléctricos y control de mediciones, seguimiento de parámetros, funcionamiento de las máquinas.
 - Comprobación de los sistemas de seguridad de los equipos de trabajo.
- Mantenimiento preventivo de la carretilla.
- Reparación de pequeñas averías.

Operaciones de limpieza

Los trabajos de limpieza que se pueden realizar en este tipo de plantas consisten en:

- Limpieza general de la planta.
- Limpieza de los equipos y lugares de trabajo.
- Limpieza de la zona de materiales.
- Limpieza diaria de la zona de separación de materiales.

3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Una vez conocidas las distintas operaciones que se realizan en una planta de tratamiento de residuos de frigoríficos, se deben identificar los riesgos a los que pueden estar expuestos los trabajadores en el desarrollo de estas

operaciones (tabla 1). La relación de riesgos en los lugares de trabajo considerados se describen de acuerdo con la guía "Evaluación de las Condiciones de Trabajo en la PYME" publicada por el INSHT.

Esta identificación de riesgos pretende ser general, de forma que puedan hallarse en cualquier tipo de planta de tratamiento de frigoríficos; es evidente que atendiendo a las características propias de cada planta, y la forma cómo se realicen las distintas operaciones, puede haber variaciones de estos riesgos.

Asimismo, también se consideran aquellos riesgos que no se pueden asociar a un área u operación concreta, sino que pueden afectar al conjunto de la instalación de forma general (riesgos inespecíficos). Por lo tanto, se entiende que estos riesgos pueden presentarse independientemente de la operación que se realice y pueden afectar tanto al conjunto de los trabajadores de la planta como a cualquier otra persona (conductores, subcontratas, visitas, etc.) que pueda acceder a la misma. Además, debido a la presencia en este tipo de instalaciones de trabajadores de empresas externas (conductores de camiones) que circulan y realizan actividades concretas, es importante tener en cuenta la correspondiente coordinación de actividades empresariales (RD. 171/2004, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales).

Finalmente, hay que indicar que no se hace referencia a los riesgos derivados de actividades no propias o específicas de este tipo de instalaciones, como por ejemplo: oficinas, operaciones concretas de mantenimiento como soldadura, etc., ni las operaciones en laboratorio; en este caso, los riesgos potenciales a considerar serían los típicos de estas operaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.
- (2) Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos.
- (3) Real Decreto 400/1996, de 1 de marzo, por el que se dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.
- (4) Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.

