

# Presencia de contaminantes químicos en diferentes procesos industriales.

**Realizado por:** José María Ramos Caro

Ldo. en CC. Químicas

Coordinador de Higiene Industrial

Servicio Prevención IBERMUTUAMUR

**Correspondencia:**

C/ Condesa de Venadito, 1 - 3º

28027 MADRID

## Resumen:

En los principales procesos y operaciones industriales, es frecuente encontrar numerosos casos de exposición de los trabajadores a los agentes químicos que se generan en los mismos. Hemos tratado por lo tanto de aportar en este artículo, una relación no exhaustiva de los contaminantes de naturaleza química que son inherentes a procesos como el tratamiento y acabado superficial de metales, soldadura, industrial del plástico, de la madera, etc.

## Palabras claves:

Enfermedad profesional, Higiene Industrial, Agentes Químicos, Toxicología Laboral.

medio ambiente desfavorable y que, puedan en consecuencia, modificar sus propiedades funcionales.

Los agentes exteriores (químicos, atmosféricos, etc.) atacan vivamente la superficie de los metales formando óxidos, hidróxidos, carbonatos, etc., los cuales, junto al metal y en un medio conductor, forman una pila en que éste es el ánodo mientras que la película de óxido forma el cátodo, cuya acción es simplemente la descomposición del electrolito.

Para evitar esta acción destructora de los metales se acude al tratamiento de la superficie metálica mediante la aplicación de una película de pintura o de otro metal.

## CONTAMINANTES QUÍMICOS EN PROCESOS INDUSTRIALES.

En el presente artículo hemos tratado de describir de una manera genérica, y al mismo tiempo lo suficientemente representativa, los principales riesgos higiénicos inherentes a algunos procesos industriales, destacando de entre todos ellos los referentes a la posible presencia de contaminantes químicos en el medio ambiente laboral.

## CONTAMINANTES QUÍMICOS EN EL TRATAMIENTO Y ACABADO SUPERFICIAL DE METALES.

Todos los metales tienen como característica fundamental su capacidad para oxidarse, factor éste relacionado con el mayor o menor grado de deterioro que puedan sufrir éstos frente a un



Tanto en un caso como en otro, lo que se busca es hacer a la vez mejor y más atractivo el producto fabricado para su posterior venta.

La necesidad de realizar esta protección, ha hecho evolucionar mucho las técnicas del tratamiento superficial, pero no ha ocurrido lo mismo en relación a la prevención de riesgos que estos tratamientos llevan consigo y que son elevados por la diversidad y peligrosidad de las sustancias empleadas.

Antes del acabado final que supone el recubrimiento de la superficie metálica, se lleva a cabo la preparación de la superficie que puede efectuarse mecánica y/o químicamente.

#### Preparación mecánica:

El objeto de esta etapa es el dar la rugosidad y el estado superficial adecuado a las piezas que posteriormente serán tratadas.

Los principales procesos de preparación de superficies son los siguientes:

- Desbarbado.
- Pulido.
- Chorreado.
- Cepillado.

Los riesgos higiénicos más importantes derivados de estas operaciones, en lo que a contaminantes químicos se refiere, son la posible inducción a la silicosis debida a la  $\text{SiO}_2$  que contienen todos los abrasivos y los potenciales efectos tóxicos producidos por algunos metales contenidos en ellos.

#### Preparación química:

Puede realizarse de dos formas distintas:

- a) **El decapado químico:** que consiste en la eliminación de los óxidos de la superficie del metal mediante su disolución química o electrolítica.

Los riesgos higiénicos de este proceso vienen relacionados con el desprendimiento de nieblas ácidas y vapores de  $\text{NO}_2$ , muy nocivos.

- b) **El desengrase:** como su nombre indica, es un proceso para la eliminación de aceites y grasas minerales y vegetales de la superficie del metal.

En estos procesos tiene particular importancia desde el punto de vista del riesgo la intoxicación por vapores de hidrocarburos clorados, así como la causticidad de las nieblas alcalinas cuando en el desengrase se utilicen soluciones de esta naturaleza.

#### Tratamiento de la superficies por recubrimiento:

Varias son las formas con que se pueden tratar las superficies metálicas, entre las que destacamos:

- a) **Recubrimiento electrolítico:** este proceso se basa en la deposición en el cátodo de un ión metálico, al ser introducida una pieza en una solución que contiene un electrolito.

Los riesgos higiénicos se derivan, en este caso, de la naturaleza del baño electrolítico utilizado.

- b) **Recubrimiento por inmersión en baños de metal fundido:** en este caso, se realiza mediante la inmersión de la pieza en metal fundido, constituyéndose un depósito de éste sobre la pieza a tratar.

Los principales riesgos proceden de la inhalación de humos de cinc (galvanizado) y de gases procedentes de los quemadores ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ).

Existe un proceso particular denominado fosfatado, en el cual el tratamiento químico se realiza por contacto de las piezas ya desengrasadas con ácido fosfórico.

Los riesgos inherentes a la fosfatación son la liberación de óxidos de nitrógeno y de nieblas de ácido fosfórico.

#### c) Recubrimientos por oxidación:

- Pavonado: Este proceso es aplicable únicamente en hierros y aceros, y tiene como fin la creación de una capa protectora de óxido de hierro ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ).

Riesgos: nieblas ácidas y vapores nitrosos.

- **Anodizado:** Es un tratamiento de oxidación controlada del aluminio, para evitar la corrosión del mismo. Esta oxidación se realiza electrolíticamente.

Riesgos higiénicos: nieblas de ácido sulfúrico.

- d) **Pintado:** La pintura es una mezcla de sustancias capaces de recubrir una superficie mediante capas sucesivas, con el fin de proteger y decorar.

Los riesgos higiénicos en las operaciones de pintado provienen en general de la inhalación de polvos, aerosoles, gases y vapores, del contacto de la piel con las pinturas y disolventes, así como de la posible ingestión de los mismos. Este riesgo de intoxicación aumenta considerablemente al utilizarse el pintado por pulverización.

#### CONTAMINANTES QUÍMICOS EN OPERACIONES DE SOLDADURA.

Soldar es la acción de unir, por diferentes operaciones, dos piezas de igual o distinta naturaleza, mediante la transformación de la



superficie de contacto al estado líquido, utilizando calor y/o presión.

Se han desarrollado múltiples técnicas de soldeo lo cual, unido a la gran cantidad de metales existentes y las sustancias que unas veces como protectores, otras como aislantes o aglutinantes, se utilizan con ellos, hace que se complique extraordinariamente el examen de los riesgos higiénicos inherentes a este proceso industrial.

Para realizar el estudio higiénico en puestos de soldadura debemos tener en cuenta:

- El material base que, en ocasiones, va recubierto con sustancias protectoras contra la corrosión.
- El material de aportación con sus correspondientes sustancias protectoras de soldaduras (gases, escorias, fundentes, desoxidantes, etc.).

Al aplicar el foco calorífico sobre el material base, se originan óxidos correspondientes que pasan al ambiente en forma de humos.

Aunque la definición anteriormente citada no diferencia los materiales que son soldables y no se especifica qué elementos o sustancias se pueden soldar, nos referiremos únicamente a soldaduras de metales.

Vamos a continuación a describir brevemente los tipos de soldadura más corriente:



Soldadura con aportación de metal.

1. **Soldadura blanda:** es aquella cuyo material de aportación funde a una temperatura inferior a 425° C.

2. **Soldadura con soplete:** este tipo de soldadura se fundamenta en la unión de cuerpos metálicos por fusión de los mismos. El aporte calórico se realiza por medio de un soplete en donde se mezclan dos gases, entre los que destacaremos por su mayor utilización:

- Aire-gas natural.
- Aire-acetileno.
- Oxígeno-acetileno.
- Oxígeno-hidrógeno.

3. **Soldadura con arco:** en este tipo de soldadura, la fusión del metal de las piezas a soldar se realiza por medio de un arco voltaico que alcanza temperaturas de 4.000° C aproximadamente. La soldadura puede ser mediante la fusión del propio electrodo o bien por electrodo no consumible.

Entre los procesos de electrodos consumibles (los más utilizados) y electrodos no consumibles podemos destacar:

- Soldadura con electrodo revestido.
- Soldadura por arco eléctrico con flujo de CO<sub>2</sub>.
- Soldadura por arco sumergido.
- Soldadura al arco bajo gas inerte (TIG, MIG, o por plasma).
- Soldadura al arco por electrodo de carbón.

Una vez descritos someramente los principales tipos de soldadura vamos a centrarnos en los riesgos higiénicos generados en ellos:

En casi todos los procesos de soldadura nos encontramos fundamentalmente:

a) Humos metálicos que dependerán de una serie de factores como son el punto de fusión y el de vaporización. El plomo, cinc y cadmio tienen bajos estos parámetros por lo que se forman fácilmente humos metálicos al soldar estos metales.

Así mismo hay que tener en cuenta el tipo de soldadura a emplear, siendo aquella que alcance mayor temperatura la que con más facilidad producirá humos metálicos.

Entre los humos metálicos que nos podemos encontrar en los procesos de soldeo, distinguiremos aquellos que son:

- Tóxicos o irritantes como el cadmio, cromo, manganeso, cinc, mercurio, níquel, titanio, vanadio, plomo y molibdeno.
- Neumoconióticos poco peligrosos como el aluminio, hierro, estaño y carbón.
- Neumoconióticos muy peligrosos: Asbestos, sílice y berilio.

b) Gases que se desprenden al soldar, bien porque se utilice para proteger la soldadura (CO<sub>2</sub>, argón, helio, etc.) o bien porque se desprenden de los revestimientos de electrodos o piezas a soldar.

Así, encontramos vapores nitrosos, siendo el NO<sub>2</sub> el que en mayor concentración nos encontramos. Las operaciones realizadas al arco con electrodo revestidos son las que dan una mayor concentración de estos vapores y por consiguiente el más peligroso es el corte al arco con electrodo de Tungsteno. Cuando el soplete quema al vacío, las concentraciones de NO<sub>2</sub> son mayores que durante el proceso de soldeo.

El mayor peligro de los óxidos de nitrógeno consiste en que su presencia pasa inadvertida, hasta que sobreviene la intoxicación.

El ozono (O<sub>3</sub>) es otro de los gases que nos vamos a encontrar, producido por la emisión de rayos ultravioleta que generan las operaciones de soldadura. La producción de O<sub>3</sub> es menor cuando el gas protector es argón que cuando es helio. En cuanto al proceso de soldadura, a mayor densidad de corriente, mayor concentración de ozono, siendo la soldadura al plasma la que mayor concentración de ozono produce.

El argón, helio y CO<sub>2</sub> son gases no tóxicos pero que pueden crear problemas de asfixia por desplazamiento del oxígeno del recinto si éste es

cerrado, pequeño e insuficientemente ventilado. El dióxido de carbono puede pasar a CO en el arco, siendo muy peligroso pues impide el proceso de oxigenación de la sangre.

Cuando las piezas contienen restos de disolventes clorados, como tricloroetileno, percloroetileno, etc., por acción de la radiación ultravioleta, se pueden descomponer, originando gases fuertemente tóxicos e irritantes como el fosgeno, por lo que se pondrá especial cuidado en no soldar en presencia de estos disolventes.

También podemos encontrar fluoruros procedentes de los humos de los fundentes, así como acroleína al aplicar altas temperaturas sobre glicéridos (aceites, grasas) que recubren las piezas a soldar.

Por último podemos destacar que es muy importante la posición en que el operario se encuentra con respecto a los humos de soldadura, así como la distancia de éste al electrodo y el grado de ventilación que exista en el recinto donde se efectúe el soldeo.

Con respecto a los humos, el operario se puede colocar paralelamente a los mismos (posición correcta), perpendicular a ellos, o intermedia.

La relación entre las cantidades inhaladas según la posición perpendicular/paralela puede llegar a ser de 10/1.

Algo similar ocurre si la distancia entre el operario y el electrodo es más pequeña. Ello puede estar motivado por utilizar cristales protectores incorrectos contra la radiación ultravioleta, (demasiado oscuros) o bien por malos hábitos.

La ventilación es necesaria siempre, en los sitios donde se suelda continuamente, ya que los humos se van acumulando. Esta necesidad se hace mayor cuando los locales son reducidos o se suelda dentro de tanques, depósitos, etc.

## RIESGOS HIGIÉNICOS EN LOS PROCESOS DE FUNDICIÓN.

Los procesos de fundición son aquellos por los que se obtienen piezas metálicas de dimensiones

variadas, mediante la fusión de un metal que, vertido en un molde, adquiere la forma deseada. Para conseguir zonas huecas o cavidades, se dispone de machos o noyos que atraviesan estas piezas. Gran parte de estos procesos tienen una antigüedad próxima al comienzo de nuestra era histórica y la evolución tecnológica presenta graves deficiencias de Seguridad e Higiene, resultando necesario un replanteamiento de esta actividad en cuanto a modernización y automatización de los procesos.

En este apartado, sólo nos vamos a referir a los trabajos de fundiciones férreas, ya que los problemas higiénicos son similares, si bien en algunos casos, y debido a la toxicidad de los mismos, el problema higiénico con metales no férricos puede ser mayor.

### Esquema de los procesos de fundición.

#### Operaciones básicas de fundición en molde de arena:

Básicamente las fases del proceso de fundición son las siguientes:

- Preparación de las arenas y tierras de moldeo.
- Preparación de moldes. Moldeo.
- Preparación de machos o noyos.
- Fusión de los metales.
- Colada de moldes.
- Desmoldeo.
- Acabado:
  - . Corte de bebederos y mazarotas.
  - . Desarenado, granallado.
  - . Rebarbado.

#### 1. Preparación de las arenas y tierras de moldeo:

Los riesgos higiénicos que podemos detectar en estas operaciones son:

- Polvo silíceo, en las operaciones de manipulado, transporte y demás trabajos (molienda, cribado, etc.).
- Vapores orgánicos si se utilizan como aglomerantes sustancias orgánicas para el moldeo.

## 2. Preparación de moldes (moldeo):

El moldeo de las sierras puede conformarse a mano o a máquina, y puede realizarse mediante moldeo en seco y moldeo en verde. Otros tipos de moldeo pueden ser:

- Al CO<sub>2</sub>
- Con aglomerante
- En cáscara
- Magnético
- Mercast (Mercurio)
- A presión
- A la cera
- Al vacío.

Los principales riesgos higiénicos son:

- Polvo silíceo debido a que la arena empleada en estos procesos es generalmente nueva, por lo que su contenido en sílice es alto. El momento de mayor emisión de polvo es el de la carga de la mezcladora.

- Vapores orgánicos debido a los aglomerantes empleados en la confección de los machos.

Cuando se emplean resinas furánicas como aglomerantes orgánicos, sólo el formol pasa a la atmósfera en concentraciones apreciables y más raramente el fenol, siendo proporcionales estas concentraciones a la temperatura de trabajo en la arena. En las resinas fenol-isocianato (uretano) entra a formar parte el MDI (metilen-bisfenil-isocianato), que actúa como irritante primario sobre las vías respiratorias.

- En cuanto a los problemas creados por las resinas furánicas en contacto con la piel, se ha demostrado que pueden producir dermatitis, lo que obliga al uso de guantes protectores.

- En el moldeo al CO<sub>2</sub> en machos grandes, donde se aplica el CO a través de una ventosa, pueden existir concentraciones elevadas instantáneas de estos gases.

## 3. Preparación de machos.

Los posibles problemas higiénicos derivados de estas operaciones suelen ser la inhalación de vapores de disolvente donde pueden alcanzarse concentraciones muy elevadas durante cortos periodos de tiempo. Aquí hemos de tener presente los valores de referencia higiénicos para cortos periodos de exposición.

## 4. Fusión de los metales.

El tipo de horno empleado puede ser muy variado. En la fusión de los metales féreos es característico el empleo de cubilote (horno de eje vertical), usando como combustible carbón de CoK.

La temperatura del horno viene a ser de 1.600° C y la de la colada de 1.300° C.

Existen también hornos eléctricos muy utilizados para el afino, hornos de crisol, reverbero, rotarios, etc.

Los principales riesgos higiénicos son:

- Humos metálicos, formados básicamente por óxidos de los metales fundidos. En algún tipo de hornos se añaden metales o sustancias para mejorar la calidad de la fundición, lo que puede generar concentraciones instantáneas elevadas de polvo o humos metálicos.

- Monóxido de carbono procedente de los gases de cubilote, por cuyo motivo pueden producirse intoxicaciones o mareos.

## 5. Colada.

Consiste en la recogida sobre un recipiente o cuchara del metal fundido y su vertido en los moldes. Los riesgos más importantes son:

- Humos metálicos. Frecuentemente se añaden polvos exotérmicos en el momento posterior de la colada que producen una concentración elevada de humos, pero de corta duración. Básicamente, los humos metálicos están formados por óxidos de los metales fundidos.

- Gases y vapores desprendidos en la transformación de los aglutinantes orgánicos del polvo de carbón empleados.

## 6. Desmoldeo.

Consiste en sacar la pieza del molde cuando se ha enfriado. El principal contaminante es el polvo silíceo procedente de los moldes. La operación de desmoldeo es uno de los focos pulvígenos más considerables dentro de la nave de fundición, no sólo para los puestos próximos sino para el ambiente en general del taller, ya que esta caída libre provoca una cantidad de polvo imposible de controlar. También el arrastre de las piezas por el suelo, desde la desmoldeadora hasta el puesto de cortes de mazarotas, genera elevadas concentraciones de polvo. Se recomienda el uso de un polipasto para piezas grandes y ganchos o tridentes para piezas pequeñas.

## 7. Acabado.

Una vez que las piezas fundidas se han desmoldeado, se producen una serie de operaciones de acabado como la eliminación de bebederos, mazarotas, por medio de un martillo, la eliminación de arena por medio de un cepillo o por chorreado de arena, operaciones de acabado superficial como el esmerilado, pulido, abrillantado, etc.

Los riesgos higiénicos más significativos son:

- Polvo silíceo en el desarenado, granallado y rebarbado, tanto en piedra esmeril fija como portátil. El uso de arena silíceo en las operaciones de desarenado está totalmente contraindicado. Técnicamente es posible la sustitución de la arena por otros abrasivos menos peligrosos. La granalla metálica es superior técnica y económicamente a la arena. Dentro de ésta, la granalla de acero se desgasta muchísimo menos que la de fundición, produciendo por ello menor cantidad de polvo. Además gran parte de estos procesos se realizan en cabinas automáticas, donde el diseño del sistema de aspiración y la estanqueidad son esenciales. Si se realiza por un operario adquiere gran importancia la correcta protección personal.

En cuanto al rebarbado, el contenido de sílice del polvo generado depende del grado de desarenado que se haya dado a la pieza.

## RIESGOS HIGIÉNICOS EN LA INDUSTRIA DE LA MADERA.



### 1. Riesgos generados en la fabricación de muebles.

En la fabricación de muebles, industria en donde se trabaja con madera, existen tres tipos de riesgos higiénicos fundamentales y a los que nos vamos a referir a continuación:

#### a) Polvo:

El polvo que se genera en la industria de la madera puede ser de dos clases:

- Polvo de madera: generado en las operaciones de mecanizado de la misma.

- Polvo de poliuretano: generado en el proceso de lijado final.

Los riesgos higiénicos y reacciones fisiológicas más frecuentes son:

.Obtención de los alveolos pulmonares por efecto de la inhalación de polvos inertes de madera o de resinas, y las consiguientes dificultades respiratorias para el trabajador expuesto.

.Reacciones alérgicas ocasionadas por la inhalación de maderas (generalmente exóticas) así como algunas resinas. Generalmente no ocurren estas alergias a la totalidad de los operarios sino a aquellos que tienen una predisposición o hipersensibilidad a estas sustancias. Muchas de estas alergias vienen producidas por agentes químicos con que se trata la madera para su conservación desde el lugar de origen.

b) Disolventes: para proteger la madera se suelen aplicar varias capas de tinte, lacas y/o barnices. Estos productos llevan como componentes mayoritarios diferentes tipos de disolventes.

Los disolventes orgánicos son líquidos volátiles con una alta presión de vapor, la cual es responsable de la gran concentración de vapores que se generan durante la manipulación y pintado.

Los disolventes se encuentran generalmente como mezclas de hidrocarburos. Cada uno de ellos actúa sobre el organismo independientemente, aunque casi todos ejercen una acción narcótica o anestésica.

Algunos, como los hidrocarburos aromáticos, producen irritación sobre la piel y mucosas y en algunos casos, pueden producir dermatitis por contacto prolongado con la piel -limpieza de pistolas- o alergias.

c) Pigmentos y colorantes:

Los pigmentos son sustancias sólidas minerales y orgánicas que se introducen en los tintes y pinturas para dar color, así como una cierta opacidad a la pieza.

Los colorantes, por el contrario, se diluyen en los medios de suspensión, por lo que proporcionan color pero no dan opacidad. En la industria del mueble se usan mucho más los colorantes para dejar ver la madera, dándole el tinte que se desea.

Los pigmentos suelen ser óxidos de metales y por tanto pueden producir efectos tóxicos.

## 2. Riesgos generados en la fabricación de aglomerados:

Últimamente ha adquirido un gran auge la fabricación de tablero aglomerado, materia que se utiliza en gran medida como materia prima en la fabricación de muebles.

El tablero aglomerado está formado por virutas de madera de diferentes medidas unidas por resinas de tipo formol-urea o resinas fenólicas alcalinas que actúan como ligantes y que se endurecen por policondensación y polimerización.

Actualmente se están desarrollando nuevos métodos para que el material sea resistente a la acción del agua y la humedad mediante sistemas de poliadición con isocianatos.

Los riesgos que presenta el trabajar en la fabricación de estos tableros son:

- Desprendimiento de gases de amoníaco, procedentes de las colas empleadas en el proceso.

- Desprendimiento de formaldehído que se produce a consecuencia de las resinas de formol que entran en su composición.

- Isocianatos que se desprenden en estas operaciones. Como consecuencia del calentamiento y prensado, se desprende por pirólisis, monóxido de carbono y ácido cianhídrico.

- Polvo de madera, al procederse al troceado de la misma.

## CONTAMINANTES QUÍMICOS EN LA INDUSTRIA DEL PLÁSTICO.

Con el nombre genérico de "plásticos" se denomina a una mezcla heterogénea de materias



que comprenden productos orgánicos polimerizados y que se obtienen por la unión entre sí de moléculas (monómeros), dispuestas en cadena que confieren unas determinadas características, según su peso molecular, grado de polimerización y grado de funcionalidad.

Los plásticos se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- Termoestables: Caracterizados por que el polímero se solidifica irreversiblemente cuando se calienta. Entre éstos destacamos los aminoplásticos, Poliésteres, Poliuretanos, Siliconas, etc.

- Termoplásticos: Aquí el polímero se ablanda cuando se expone al calor y recupera su condición original al enfriar la temperatura ambiente. Destacan el cloruro de polivinilo, poliamidas, acrílicos celulósicos, fluoro-plásticos, policarbonatos, polietilenos, polipropileno, poliestireno, polixilenos, etc.

### 1. Industrias de fabricación de polímeros:

Para la obtención de plásticos, que se suministrarán en forma de polvo, gránulos o resinas, los riesgos son los propios debido a la

manipulación de los productos que intervienen: monómeros, cargas, pigmentos, etc. y van a depender de la técnica empleada en cada caso, del desprendimiento de gases, si se realiza en sistemas abiertos, del trasiego de estas sustancias a lo largo del proceso, para obtener al final un polímero como producto acabado.

Los efectos que pueden causar los monómeros son muy diversos y van desde productos muy poco tóxicos, como el butadieno, acetato de vinilo y cloruro de vinilo a productos altamente tóxicos, como el acrilonitrilo, aminoetileno, anilina, etc.

Suelen penetrar por vías respiratoria y dérmica. Los hay que son alergénicos, como el formaldehído, isocianatos, metacrilatos. Otros son irritantes, como el clorosilano y el etoxysilano. Los hay incluso con riesgo potencial de producir cáncer. Hay que añadir que los adyuvantes también pueden producir alergias, neumoconiosis, irritaciones de las vías respiratorias, dermatosis y sensibilizaciones.

Las medidas de prevención en la fabricación de plásticos van desde el encerramiento de los procesos de producción, trasvases y adición de los productos que entran en su composición, una adecuada ventilación, mediante el diseño de



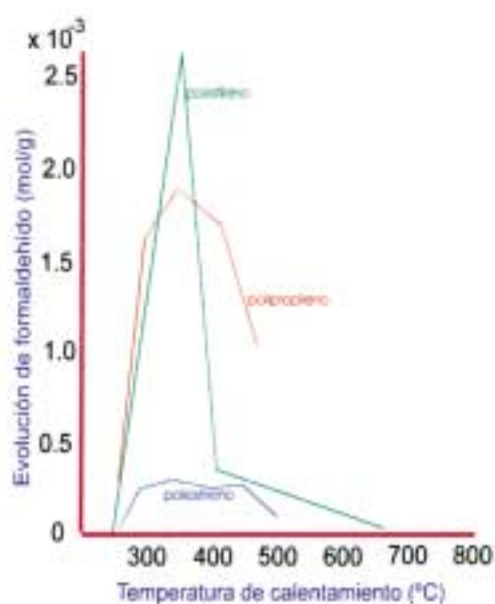


Figura 1

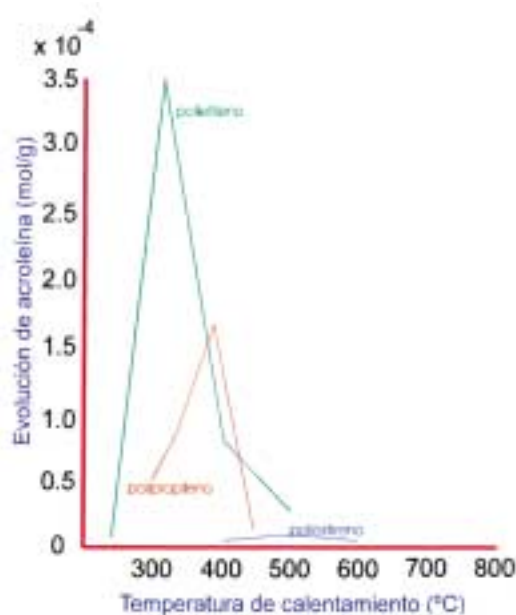


Figura 2

sistemas de extracción en los focos contaminantes, la utilización de ropa de trabajo adecuada y material de protección personal en las operaciones especiales (carga de aditivos), evitando los riesgos en ojos, vías respiratorias, manos, brazos, etc., y una perfecta limpieza de los puestos de trabajo.

La limpieza de tanques, autoclaves, agitadores, etc., se deberá efectuar automáticamente y en caso de ser necesaria la intervención de los trabajadores, éstos irán provistos de aparatos de respiración autónomos o semiautónomos.

## 2. Industrias de transformación de plásticos:

### II. Termoplásticos:

#### a) Cloruro de polivinilo.

Aunque tiene una gran estabilidad química, la utilización de aditivos puede aumentar los riesgos de utilización.

El trabajo a temperaturas superiores a 170° C supone una degradación con emisión de ácidos clorhídrico y carbónico, y monóxido de carbono. A partir de 300° C el 30 por 100 del cloro contenido en la molécula se transforma en ácido clorhídrico, y también se desprende benceno. Como productos menos importantes, en cuanto a cantidades se refiere, podemos encontrar hidrocarburos alifáticos, cíclicos y aromáticos.

Entre los plastificantes podemos encontrar el tricresil fosfato, el éster del ácido fosfórico y algunos derivados clorados, como cloruro de difenilo y cloruro de naftaleno.

Entre los disolventes destacan los hidrocarburos y el sulfato de carbono.

Entre las cargas sobresalen la sílice, el talco y el sulfato cálcico; si bien, este riesgo se presenta en el momento de descarga para efectuar la mezcla.

#### b) Polietileno.

El polietileno es un polímero muy estable y no ejerce acción alguna sobre el organismo humano. Sin embargo a temperaturas por encima de 200° C se empieza a despolimerizar y hacia los 350° C o más aparecen concentraciones apreciables de gases, hidrocarburos alifáticos saturados o no saturados, de bajo peso molecular (cadenas lineales de C1 y C6), fundamentalmente butileno.

Hay que tener especial cuidado con los disolventes con los que se puede trabajar (hidrocarburos bencénicos), sobre todo porque se trabaja a temperaturas por encima de 60° C.

Para el caso del polietileno y el polipropileno, conviene hacer referencia por su importancia toxicológica, al posible desprendimiento de formaldehído y acroleína. En este sentido, podemos observar en las siguientes figuras las

posibles cantidades generadas de estos contaminantes, en función de la temperatura de trabajo:

c) Polipropileno.

Puesto que se trabaja con temperaturas por debajo de 300° C y su degradación empieza por encima de estas temperaturas, los riesgos son muy pequeños, desprendiéndose hidrocarburos alifáticos saturados y no saturados en cadenas lineales comprendidas entre C1 y C12.

Por otro lado no se le añaden plastificantes y es insoluble a temperatura ambiente.

d) Policarbonatos.

En las operaciones de transformación de la materia plástica, es recomendable no sobrepasar los 300° C, pues se degrada el polímero a partir de esta temperatura.

Hay que tener presente la nocividad del cloruro de metileno, por ser éste un potente narcótico, muy volátil, y estar reconocido como potencialmente cancerígeno.

## II. Termoestables.

a) Poliestireno.

El mayor problema viene determinado por la inhalación del estireno, siendo necesario trabajar en un local convenientemente ventilado, teniendo en cuenta que el estireno es más pesado que el aire.

Pueden también generarse peróxidos orgánicos, que son irritantes cutáneos y sensibilizantes, pudiendo provocar dermatitis.

El posible polvo desprendido en las operaciones de lijado debe ser captado mediante extracción localizada.

b) Plásticos. Urea-formaldehído.

La resina pura de urea-formaldehído es químicamente inerte. Puede contener hasta un 10 por 100 de formaldehído y de urea no condensadas, por lo que pueden quedar libres en el desmoldeo con el riesgo de inhalación correspondiente.

La urea puede provocar irritaciones dérmicas, por ser un producto fuertemente alcalino.

El formaldehído es un producto irritante y sensibilizante, siendo responsable mayoritario de las dermatosis de contacto que se producen en los manipuladores.

c) Poliuretanos.

Se obtienen mediante la adición de isocianatos a compuestos polihidroxílicos (alcoholes de poliéster, poliéter).

Una vez polimerizado, las macromoléculas de poliuretano se pueden considerar como materia inerte.

Los isocianatos pueden producir bronquitis y síntomas asmáticos por inhalación, así como conjuntivitis; a su vez por contacto a través de la piel, pueden inducir dermatosis de carácter tóxico y alérgico.

Los disolventes también pueden ocasionar problemas higiénicos por inhalación (etil-glicol, xilenos, butil-acetato, etc.).

En caso de combustión se liberan gases tóxicos que ejercen efectos inflamatorios (corte de espuma mediante hilo candente). Por degradación, a partir de 200° C de temperatura, se desprenden humos amarillos de compuestos nitrogenados, entre los que se encuentran; acrilonitrilo, acetonitrilo, ácido cianhídrico, benzonitrilo, y piridina, así como otros no nitrogenados como benceno, tolueno e hidrocarburos de bajo contenido en carbono.

## BIBLIOGRAFÍA

- Manual de Higiene Industrial. IBERMUTUAMUR 1999.
- Manual de Higiene Industrial. FREMAP.
- Enciclopedia de riesgos profesionales de la OIT.
- Manual de Prevención de Riesgos Laborales. IBERMUTUAMUR.
- Manual de Higiene Industrial. FREMAP
- PATTY's INDUSTRIAL HYGIENE AND TOXICOLOGY. 3<sup>rd</sup> Edition. Clayton