



# Riesgos en el empleo de Resinas Epoxi

**D. Fco. Javier Coderch Carbonell**  
Ingeniero Técnico Industrial,  
Técnico superior en Prevención  
de Ibermutuamur

**Correspondencia:**  
Servicio de Prevención de Ibermutuamur  
C/ Alfonso X El Sabio, 41  
03001- ALICANTE

## PALABRAS CLAVE

Resina Epoxi

Polimerización

Curado y endurecido

Anillo Oxirano/Alkileno

Pot-life

Equivalente Epoxi

Cloro Reactivo

## RESUMEN DEL CONTENIDO:

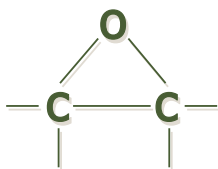
La utilización de nuevos materiales de gran resistencia y manejabilidad, unidos a la falta de experiencia e información de los operarios que los manejan, trae como consecuencia la aparición de riesgos para la salud, que se manifiestan en una serie de dolencias hasta ahora no relacionadas.

En el presente artículo se descubre a las resinas Epoxi, composición, preparación y aplicación, así como los riesgos derivados de su empleo, las medidas preventivas y protecciones adecuadas para evitarlo en los sectores de industria y construcción donde su utilización está más generalizada y la normativa aplicable.

## INTRODUCCIÓN

Los compuestos de resinas epoxídicas han tenido amplia aceptación y su uso se ha extendido a las actividades donde se requiere un polímero de mucha resistencia mecánica. Son materiales termofraguables que se tornan duros y no fusibles bajo la acción de agentes acelerantes.

Los compuestos epoxi son un grupo de éteres cíclicos u óxidos de alqueno (alqueno) que poseen un átomo de oxígeno unido a dos átomos de carbono adyacentes (estructura oxirano). Estos éteres reaccionan con los grupos amino, oxhidrilo y carboxilo (endurecedores), así como con los ácidos inorgánicos, para dar compuestos relativamente estables



Cuando en 1946 la firma CIBA adquirió la licencia de explotación de las resinas derivadas de la Epiclorhidrina y Bisfenol A, comenzó el espectacular desarrollo que han experimentado los compuestos epoxídicos. Actualmente con el elevado número de las distintas resina básicas y el avance conseguido en los sistemas de aplicación, es muy difícil imaginar un área tecnológica donde las resinas epoxi no estén siendo utilizadas.

Un endurecedor o agente de curado es pues, un producto químico puro, una mezcla o un polímero complejo que, cuando se añade a una sustancia macromolecular determinada en cantidades superiores a las catalíticas, reacciona con ésta y la convierte en un polímero irreversible que poseerá una serie de características perfectamente definidas, de las que antes carecía. [La modificación típica es la transformación de un prepolímero lineal en una macromolécula tridimensional tras el establecimiento de puentes entre las cadenas.]

Entre los sistemas de importancia industrial que utilizan endurecedores se encuentran los sistemas de resinas epoxídicas.

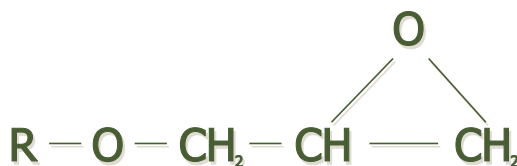
Así pues, el conocimiento de la química de los compuestos epoxídicos, de sus componentes y sus características va a permitir un mayor control de los riesgos que se deriven de su empleo.

La tensión de enlace del anillo oxirano es muy elevada, siendo por ello de una alta reactividad

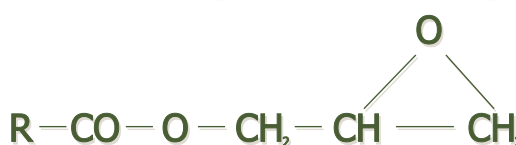
tanto química como bioquímica, por lo que es fácilmente atacado por la mayoría de las sustancias nucleófilas, para dar compuestos de adición.

Según el origen de los grupos oxiranos, la familia de las resinas epoxi se dividen en cinco grupos fundamentales:

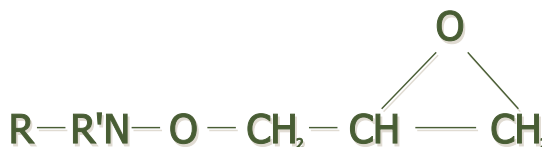
a)- Eteres glicéricos



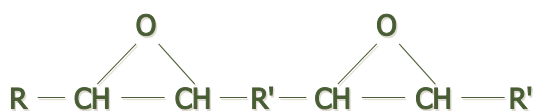
b)- Esteres glicéricos



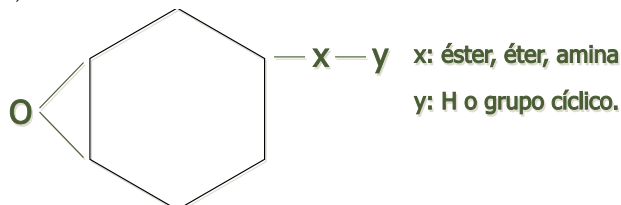
c)- Aminas glicéricas



d)- Alifáticas lineales



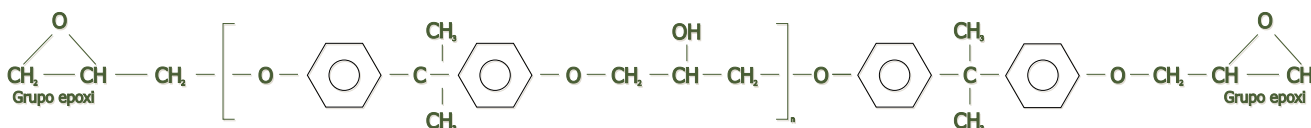
e)- Ciclo alifáticas



Comercialmente, son sin duda los éteres los más importantes, ya que el 95% de las resinas utilizadas son glicidil-éteres obtenidos por reacción de la Epiclorhidrina con el Bisfenol A (2-2-bis[*p*-hidroxifenil]propano) con formación de una molécula de diglicidil éter de Bisfenol . La razón del uso de estas materias primas son por una parte la alta reactividad de la Epiclorhidrina que permite su combinación con cualquier molécula portadora de

hidrógenos activos, así como su fácil obtención por Petrolquímica. El Bisfenol A es comparativamente barato al serlo los productos de partida para su síntesis: acetona y fenol.

Variando las reacciones estequiométricas entre la Epiclorhidrina y el Bisfenol A, se obtiene una molécula del tipo:



siendo  $n$  el grado de polimerización y que puede variar desde  $n = 1$  hasta  $n = 12$ . Según la proporción de reaccionantes, se forman mezclas variables de resina de alto y bajo peso molecular. La parte repetida de la molécula  $[H]$ , tiene un peso molecular de 284. De ahí, los pesos de las moléculas sucesivas serán:

$$n = 0 \text{ p.m.} = 340$$

$$n = 1 \text{ p.m.} = 624$$

$$n = 2 \text{ p.m.} = 908$$

etc..

lo que confiere a las resinas distintas características. Cuando el peso molecular es superior a 908, son sólidas, mientras que resinas con menor peso molecular son líquidas o semisólidas.

Las resinas comerciales son mezclas de diferentes pesos, de manera que suele conocerse el peso molecular promedio pero no la distribución de los oligómeros en la muestra.

Además del peso molecular, hay otros parámetros que caracterizan las resinas epoxi:

- Equivalente epoxi: Peso de resina que contiene un equivalente gramo de epoxi. Suele considerarse como la mitad del peso molecular medio.
- Índice de hidroxilo: Peso de resina que contiene un equivalente gramo de hidroxilo.
- Contenido de cloro reactivo: Es el cloro presente en forma de cloruro hidrolizable, como consecuencia de la presencia de trazas clorhídricas en el proceso de síntesis.

- Color de la resina: como resultado de los grupos fenólicos libres y que por oxidación forman quinonas coloreadas.
- Punto de fusión: que al ser de una mezcla no se presenta en un intervalo muy estrecho, adoptándose la temperatura a la cual la resina alcanza un grado de fluidez arbitrario.
- Viscosidad y contenido en volátiles.

## REACCIONES DE ENDURECIMIENTO Y CURADO

Las resinas, por sí mismas, no presentan ninguna propiedad técnica útil hasta que son endurecidas efectivamente mediante reacciones químicas de doble enlace. Su estructura química ha de ser transformada en un entramado o red tridimensional, constituida por enlaces covalentes en todas las direcciones. Puesto que las resinas base son lineales, es preciso, normalmente en el momento de la aplicación, añadir un agente de entrecruzamiento adecuado que transforme el polímero lineal soluble en un polímero entrecruzado insoluble e infusible. Este proceso se conoce con el nombre de curado, entrecruzamiento o endurecimiento de la resina.

El conjunto de resina epoxi y los productos con los que ha de reaccionar para endurecer es denominado formulación epoxi.

El mecanismo de curado implica la interacción del anillo oxirano, fundamentalmente con hidrógenos activos, dando como resultado la apertura del ciclo. El mecanismo de esta reacción es de tipo iónico.

Sin duda la fase de curado es el punto más crítico de la tecnología epoxi.

El mecanismo principal de las reacciones de curación se puede resumir a continuación:

- Polimerización por los grupos epoxi: esta reacción está facilitada por la acción catalítica de las aminas terciarias, es decir compuestos que no poseen hidrógeno reactivo.
- Reacción de adición con aminas primarias, en la cual reacciona un grupo epoxi con una

amina que contenga un átomo de hidrógeno reactivo.

- c) Esterificación de los ácidos grasos (ácidos monocarboxílicos), que primordialmente son reacciones de adición y condensación.
- d) Reacción con anhídridos ácidos (por ejemplo ácido ftálico), en la que el grupo oxhidrilo de la resina reacciona con el grupo CO del anhídrido.
- e) Reacción con resinas de fenol formaldehído (sobresolar), en la que los grupos oxhidrilo fenólicos y METILOL de las resinas fenólicas reaccionan con los grupos epoxi.
- f) Reacción con amino-resinas (urea formaldehído, melamina-formaldehído), en la que los grupos metilol ( $\text{-CH}_2\text{OH}$ ) o metilol-butílicos reaccionan con los grupos epoxi y con la resina; grupos OH (oxhidrilo), como en e), junto con la reacción de una amina primaria y secundaria ( $\text{RNH}_2$  y  $\text{-NH-}$ ), como en b).
- g) Reacción de los grupos oxhidrilo con isocianatos, en la que el grupo-OH de la resina reacciona con el grupo N:C:O del isocianato.

Todas las reacciones con los grupos epoxi son exotérmicas, siendo la temperatura un factor decisivo en la velocidad de estas reacciones aumentándola al hacerlo la temperatura, de ahí que sea necesario un preciso control de la misma para evitar la degradación del material. Las reacciones a), b) y g) pueden realizarse a temperatura ambiente, pero las demás requieren aplicación de calor para que se realicen los dobles enlaces. Los productos de reacción c) -ésteres epoxídicos- son resinas útiles y requieren curación, mediante oxidación con aire seco o mediante dobles enlaces (condensación), con amino-resinas (urea formaldehído, melamino-formaldehído) a elevadas temperaturas. La naturaleza exotérmica de las reacciones incrementa el riesgo de los componentes volátiles.

Hay agentes de curado que actúan a temperatura ambiente aunque algunos en forma tan lenta que un entrecruzamiento efectivo podría requerir años. En la práctica, el tiempo de gel o pot-life, esto es, el período en el cual la resina es manejable, puede variar en un amplio intervalo, lo cual es muy útil por la posibilidad que presenta de elegir la formulación más idónea en cada caso.

## TIPOS DE AGENTES CURANTES O ENDURECEDORES DE RESINAS.

Los endurecedores pueden clasificarse en dos grandes grupos: catálicos y polifuncionales.

Los catálicos actúan como iniciadores de una homopolimerización de las resinas, mientras que los polifuncionales, en cantidades estequiométricas, actúan como reactivos o comonómeros dando lugar al entrecruzamiento de las moléculas de resina a través de ellos mismos.

Los agentes polifuncionales son de estructura química diversa, caracterizándose por la presencia de hidrocarburos activos. Los de mas amplia utilización incluyen aminas alifáticas primarias y secundarias, poliaminas primarias y secundarias, ácidos polibásicos y anhídridos.

Pueden clasificarse también en función de su temperatura de trabajo: agentes de curado en frío y agentes de curado en caliente. El primer grupo actúa a temperaturas ordinarias incluso en atmósferas húmedas. Los agentes de curado en caliente no reaccionan a temperatura ambiente, pudiendo por consiguiente trabajar con mezclas estables de resina y endurecedor. Sólo cuando la temperatura se eleva alrededor de  $120\text{ }^\circ\text{C}$  se produce el entrecruzamiento.

Si la operación de curado ha sido correcta no deberán quedar grupos epoxi ni exceso de reactivos. Es sin duda un curado incorrecto el origen de muchas de las patologías profesionales asociadas al empleo de las resinas epoxi. De aquí, la importancia de métodos analíticos que permitan la identificación de los oligómeros más reactivos, de bajo peso molecular, y en su caso la distribución por tamaño de los mismos.

Los agentes endurecedores mas comunes pueden clasificarse de la siguiente forma:

- Aminas: Estas pueden ser aminas alifáticas primarias, secundarias o terciarias, poliaminas aromáticas o aminas cicloalifáticas.

En general, las aminas líquidas reaccionan a temperatura ambiente y todas ellas son irritantes para la piel y mucosas. Las aminas primarias y secundarias son más irritantes que las aminas terciarias, y las alifáticas más que las aromáticas. Las poliaminas alifáticas son las que se usan mas frecuentemente como agentes de curación a temperatura ambiente, siendo las mas importantes de ellas la etilendiamina, la dietilendiamina y la trietilendiamina.

Todos estos productos son líquidos volátiles y pueden producir irritación cutánea en las áreas del organismo que contacten con ellas e incluso quemaduras cutáneas de tipo corrosivo cuando se producen contactos prolongados, o lesiones corneales cuando se contaminan los ojos a causa de salpicaduras. Los vapores, de igual forma, pueden irritar la piel (cara y párpados) y las mucosas (conjuntiva y vías respiratorias altas) cuando la exposición es prolongada. Todos ellos, además, son sensibilizantes cutáneos y en ocasiones pueden producir asma.

Las siguientes poliaminas son ejemplos de sólidos o polvos a temperatura ambiente: diaminodifenilmetano, metafenilenodiamina, diciandiamina. Estos productos necesitan aplicación de calor para reaccionar. Los miembros de este grupo son menos irritantes que las aminas líquidas y poseen presiones de vapor bajas, pero, al igual que sucede con todas las aminas pueden absorberse por vía percutánea y también son tóxicas cuando se ingieren.

Algunas de las aminas aromáticas pueden causar metahemoglobinemia o carcinoma del aparato urinario cuando penetran en el organismo. La metafenilenodiamina es un sensibilizante cutáneo y puede causar asma bronquial alérgica.

- **Aductos de aminas:** Son mezclas de resinas que han reaccionado parcialmente y que tiene un exceso de amina.

Estos productos tienen la ventaja de diluir el potencial irritativo de la mezcla y ser muy poco volátiles.

- **Poliamidas:** Estos compuestos actúan de forma similar que las poliaminas alifáticas, pero tienen una presión de vapor baja, reaccionan a temperatura ambiente y son menos irritantes para la piel y mucosas.
- **Anhídridos aromáticos y cicloalifáticos:** Estas sustancias requieren temperaturas elevadas para reaccionar. El agente más común es el anhídrido ftálico, un producto sólido que cuando se calienta sublima, dando un humo irritante. La capacidad irritativa de los anhídridos en estado seco es baja, pero se incrementa con la humedad y el calor, pudiendo producirse quemaduras por ácidos en piel y ojos.
- **Varios:** Los compuestos de trifluoruro de boro pueden ser líquidos o sólidos, precisan de la aplicación de calor para reaccionar y, a elevadas temperaturas, desprenden humos de

trifluoruro de boro, que son irritantes. Las sales aminadas poseen menos propiedades irritantes y sensibilizantes que las aminas. En este grupo de compuestos tenemos que considerar también: las ketilaminas, las aminas modificadas y los imidazoles.

- **Resinas de formaldehído:** En este grupo están: el aminoresinol (urea y melamina-formaldehído), la resina fenólica (fenol-formaldehído), y sus reacciones se han explicado ya. Las aminoresinas están siempre disueltas (en alcohol butílico, mezclas de hidrocarburos aromáticos). Los vapores de alcohol butílico tienen un olor picante y son irritantes.

## PROPIEDADES DE LAS RESINAS Y AGENTES MODIFICADORES

El elevado número de resinas epoxi y endurecedores da lugar a una amplia gama de propiedades en los distintos productos. No obstante, se puede lograr ampliar esta gama con la incorporación de los llamados modificadores, que van a potenciar la versatilidad y utilidad de las resinas epoxi.

Los agentes modificadores más comunes son:

- **Diluyentes:** Permiten reducir la viscosidad de la formulación, facilitando su aplicación y aumentando la capacidad para el contenido de cargas inertes. Pueden ser inertes o reactivos.

Los diluyentes inertes, o no reactivos, reducen la viscosidad de forma apreciable. El disolvente permanece en el curado pero no está químicamente unido a él.

Los diluyentes reactivos son los de mayor utilización. Habitualmente son compuestos monoepoxídicos, como la misma Epiclorhidrina, que reaccionan con el sistema quedando químicamente unidos a la red.

Son especialmente importantes sus repercusiones para la salud.

- **Flexibilizadores:** Cuya misión es reducir la rigidez del sistema y permitir que éste pueda tener deformaciones bajo carga.

La flexibilización se puede conseguir introduciendo cadenas de gran longitud unidas covalentemente a la red durante el curado, o bien incorporando al polímero largas cadenas moleculares que permanezcan sin reaccionar con la resina transformada.

- **Cargas:** Utilizadas para abaratar o mejorar algunas propiedades de la formulación. Suelen ir incorporadas en la resina o en el endurecedor. En ocasiones pueden llegar a suponer hasta un 80% del producto final, de aquí estriba su importancia y la necesidad de conocer su naturaleza, granulometría y forma en las propiedades generales de la formulación.

Su naturaleza es muy diversa, puede ser sílice, cuarzo, grafito, sulfato de bario, fibra de vidrio, etc., siendo las cargas con gránulos redondeados las que suponen el mínimo consumo de formulación. Dentro de las cargas, los agentes tixotrópicos confieren a la formulación una estructura capaz de soportar elevados esfuerzos cortantes, evitando su descuelgue. Las más comunes son la mica, bentonitas o fibra de vidrio.

- **Pigmentos:** Cuya misión es mejorar el aspecto de la formulación con coloraciones diversas. Pueden emplearse pigmentos inorgánicos, tales como el óxido de titanio, negro de humo, cromatos; o colorantes, azul y verde de ftalocianina.

La modificación con otras resinas potencia las posibilidades de las resinas epoxi, al unirse las ventajas de distintos sistemas. Este es el caso de las resinas de furfurool, vinílicas, poliéster y acrílicas.

## APLICACIONES.

Las características generales de las resinas epoxi se pueden resumir en:

- **Mínima contracción durante el proceso de curado,** ya que habitualmente el proceso no implica la separación de productos secundarios volátiles.
- **Adhesividad:** Por su estructura química rica en grupos polares hidroxilos y éteres, las resinas epoxi son excelentes adhesivos, sin necesidad de tiempos de exposición largos ni de grandes presiones.
- **Excelentes propiedades mecánicas:** Superior a las de cualquier otro recubrimiento. Su bajo índice de contracción disminuye la posibilidad de tensiones.
- **Alto poder aislante eléctrico.**
- **Gran resistencia química,** que vendrá influenciada por el agente de curado.
- **Gran versatilidad:** siendo los plásticos termoestables más versátiles, ya que pueden alterarse sus propiedades sin más que variar cualquiera de los modificadores y/o los agentes de curado.

Todas estas características se han aprovechado en la construcción introduciendo las resinas epoxi como un material con múltiples aplicaciones:

- Adhesivos de gran resistencia.
- Aditivos en el fraguado del cemento.
- Recubrimientos.
- Sellados.
- Refuerzos.

Todo ello ha supuesto que las resinas epoxi pasen a formar parte de los morteros especiales pertenecientes al grupo de los termoendurecibles o termoestables.

No obstante existen ciertas limitaciones ligadas a los morteros poliméricos, así llamado el conjunto de materiales a aplicar en obra formados por una o varias resinas de base y otros polímeros en unión de catalizadores, endurecedores, cargas o "fillers" y aditivos modificadores, y que habrá que tener en cuenta:

- Problemas de endurecimiento por debajo de los 10 °C.
- Necesidad de respetar el "pot life" o espacio de tiempo medido desde la mezcla de los componentes hasta el inicio de la pérdida de viscosidad y del endurecimiento.
- Necesidad de una adecuada formulación para poder ser utilizados en presencia de una determinada humedad.
- Necesidad de limitar su empleo a lugares donde la temperatura no supere los 60 °C debido a las modificaciones de sus características mecánicas que ello supone.

## RIESGOS EN EL TRABAJO CON RESINAS EPOXI.

Al evaluar los riesgos toxicológicos que conlleva la utilización y manejo de resinas epoxi, así como las medidas higiénicas que deben adoptarse para evitarlos, se ha de tener en

cuenta que éstos varían ampliamente según la fase en que se manejan. Fundamentalmente deben considerarse los riesgos potenciales de las siguientes fases:

- a) - Durante la confección de las resinas.
- b) - En las resinas básicas sin tratar.
- c) - En los agentes endurecedores o curantes.
- d) - En los plastificantes, diluyentes y disolventes.
- e) - En las cargas o "fillers" y pigmentos.
- f) - En las resinas tratadas.

Las acciones toxicológicas que pueden manifestarse en estas distintas fases son muy variadas y de distinta intensidad. Así mientras una resina ya tratada y endurecida es prácticamente inerte, las resinas básicas, y sobre todo los distintos productos utilizados en el proceso de fabricación y posteriores tratamientos: materias primas, endurecedores, cargas y pigmentos, disolventes, etc., compuestos muchos de ellos de alta toxicidad, hacen que las medidas higiénicas que deben adoptarse sean rigurosas, a fin de evitar que los trabajadores expuestos puedan verse afectados de lesiones a veces graves y difíciles de curar.

Los riesgos derivados de la utilización de las resinas epoxi en su distintas fases son:

- a) Riesgos debidos al contacto con la piel de:
  - Materiales no curados o resinas puras.
  - Endurecedores o productos de curado.
  - Disolventes, bien para aumentar la fluidez o para la limpieza.
- b) Riesgos para las vías respiratorias por exposición a:
  - Volátiles o emanaciones que se producen durante el mezclado.
  - Vapores desprendidos por disolventes orgánicos.
  - Polvo procedente de labores de mecanizado.
  - Polvo procedente de cargas añadidas a la resina, tales como sílice, caolín, etc.

c) Riesgos para los ojos, en los casos de:

- Trabajo con compuestos epoxi con agentes irritantes y sensibilizadores activos.
- Trabajos de mecanizado en los que se puedan producir proyecciones.
- Salpicaduras y proyecciones de productos líquidos.

d) Riesgo de ingestión accidental de productos tóxicos, irritantes o corrosivos.

### **MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN DURANTE EL MANEJO DE RESINAS EPOXI.**

Los compuestos de resinas epoxi encierran peligro en su uso y aplicación, sin embargo, si se conocen y practican las medidas de prevención y protección adecuadas se pueden evitar enfermedades profesionales, ya sea a través de la piel o de las vías respiratorias. Es fundamental evitar el contacto directo con los materiales no curados y que exista una buena ventilación general o adecuada extracción en los locales donde se trabaje con compuestos de resina epoxi.

El riesgo más grave se origina por el contacto directo con el endurecedor o con una resina pura, así como por volátiles y emanaciones que puedan producirse durante el mezclado, manejo y tratamiento de estos materiales. Según esto, es necesario eliminar totalmente el contacto del personal con los agentes irritantes mencionados y utilizar sistemas cerrados o captación localizada en las operaciones de mezclado.

Algunos compuestos epoxi contienen agentes irritantes y sensibilizadores muy activos, tanto para la piel como para los ojos, de ahí que sea necesario, en estos casos, protegerse también los ojos mediante el uso de unas gafas adecuadas.

Durante el manejo de estos productos, debe mantenerse un buen orden y limpieza del área de trabajo; el personal debe conocer los datos de identificación del producto, así como las medidas de prevención y protección que indique la etiqueta del producto. Para ello deberá rechazarse el uso de productos que no vayan convenientemente etiquetados.

El personal debe ser instruido para que no deje de tomar las precauciones básicas necesarias. No se deben descuidar el orden y la limpieza, la

adecuada ventilación y la higiene personal, ya que son factores especiales para mantener unas buenas condiciones de trabajo.

Cuando se usen disolventes para limpiar herramientas, equipos, envases u otros elementos, la tarea debe ser realizada sólo cuando pueda controlarse la emanación de vapores mediante equipos extractores, cabinas ventiladas o la ventilación general de la zona.

Los elementos de protección personal no deben ser tomados nunca como sustitutos adecuados para reemplazar un sistema de trabajo con el mayor grado de protección posible, el mantenimiento del orden y la limpieza y la instrucción del trabajo. Sin embargo, si se usan inteligentemente y se les mantiene libres de contaminantes, éstos pueden reducir las posibilidades de irritación en tareas donde no resulte posible ejercer un mejor control. Para proteger la piel deben usarse guantes de goma o de plástico (preferentemente forrados), delantales y ropa de trabajo adecuada, cerrada y de manga larga.

Deben usarse gafas de protección o protectores faciales (o ambos a la vez) durante las operaciones de mezcla, pesaje, manejo y limpieza de elementos y compuestos epoxi que no hayan curado, a fin de evitar daños a la vista y a la cara por salpicaduras.

Los procedimientos para mantener el orden y la limpieza deben ser seguidos en todos los recintos donde se trabaje con resinas epoxi, poniendo especial atención en las zonas de mezclado y moldeado. Los derrames de resinas, endurecedores y diluyentes deben limpiarse para prevenir contaminaciones.

Pueden usarse cremas protectoras para la piel, sin embargo éstas no deben ser consideradas como sustitutos de los guantes o de las medidas de higiene personal. Antes de aplicarse la crema protectora, la piel debe encontrarse perfectamente limpia; no obstante, para la aplicación de cremas deberá consultarse previamente con los Servicios Médicos.

Toda manifestación de irritación en la piel debe ser atendida inmediatamente por personal adecuado. La asignación de la tarea a desarrollar por cada trabajador debe recibir primordial atención por parte del mando superior, estableciendo procedimientos para eliminar los distintos riesgos que se puedan presentar.

En toda ocasión se observará la prohibición de fumar y de comer en el puesto de trabajo. Esta

medida será complementada con la exigencia de una adecuada y profunda limpieza e higiene personal al acabar de manejar los productos.

## EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.

Para la prevención y protección de los trabajadores, las medidas de protección que deben usarse para cada caso son:

- Protección para los ojos: Para proteger los ojos frente a salpicaduras y proyecciones de productos líquidos se emplearán pantallas faciales; para la protección de los ojos frente a proyecciones de partículas o polvo provenientes de mecanizados se emplearán gafas de seguridad.
- Protección para las vías respiratorias: Para la protección de las vías respiratorias por exposición a emanaciones, vapores o volátiles, cuando las medidas de ventilación o extracción no sean suficientes, se dotará a los trabajadores de protectores faciales con filtro químico adecuado al tipo de producto (generalmente: filtro de carbón activo o filtro químico contra vapores orgánicos, ocasionalmente: filtro químico contra gases ácidos o vapores inorgánicos) que será comprobado en las "Hojas de Seguridad de los Productos", el filtro dispondrá de prefiltro para partículas de polvo o fibras; para la protección de vías respiratorias contra el polvo proveniente de mecanizados o tratamientos de superficies se dotará a los trabajadores de mascarillas buconasales contra partículas o protectores faciales con filtro contra partículas sólidas.
- Protección para las manos: Para evitar el contacto accidental de productos con la piel se emplearán guantes de neopreno, nitrilo, PVC o teflón que garanticen una protección adecuada. Los guantes deberán estar perfectamente limpios tanto en su interior como en el exterior, preferentemente forrados en su interior para evitar el contacto de la piel con el material del guante pues se pueden producir problemas por falta de transpiración, exceso de sudoración o sensibilización al propio material de los guantes. Deberá existir la certeza, mediante una adecuada y minuciosa observación, de que no existen cortes ni perforaciones en los guantes, en cuyo caso serán desechados. Para trabajos de especial dureza los guantes deberán resistir el esfuerzo mecánico al que deban ser expuestos para lo

cual serán de materiales reforzados adecuadamente con fibras textiles, cuero o kevlar.

- Protección para los pies: Cuando exista riesgo de caída de objetos o pisadas sobre elementos peligrosos, se emplearán botas de seguridad con protección adecuada. En el manejo de productos químicos o en zonas húmedas las botas serán impermeables y de caña alta.
- Protección general para el cuerpo: Se empleará ropa de trabajo del tipo mono, ésta será de uso exclusivo y deberá ser totalmente cerrada en puños y tobillos, carecerá de partes colgante o salientes, será convenientemente ajustada y cerrada mediante cremalleras o cierres tipo velcro. Cuando exista una contaminación por contacto o exposición elevada deberá ser cambiada inmediatamente. Deberá guardarse, preferentemente, en lugar aparte de la ropa corriente. Se mantendrá en perfecto estado de aseo y limpieza. Cuando el trabajo lo requiera se emplearán delantales o mandiles de piel o skay para evitar contaminaciones o contactos con los productos.

### RECONOCIMIENTOS Y CONTROLES MEDICOS.

Con el objeto de evitar que se pueda producir la exposición de trabajadores sin las adecuadas condiciones físicas o con enfermedades o lesiones que puedan agravarse por la exposición a los productos, se realizarán reconocimientos médicos previos encaminados a detectar, especialmente, la posibilidad de problemas en aparato respiratorio o de sensibilización o alergias en la piel.

Periódicamente el personal será sometido a reconocimientos médicos específicos que permitan el seguimiento de su salud y la detección precoz de posibles alteraciones con objeto de aplicar las medidas médicas, técnicas u organizativas que requiera cada situación.

### BIBLIOGRAFIA

- Enciclopedia de Medicina, Higiene y Seguridad del Trabajo. O.I.T., 1974.
- Harto Castaño, A. "Obtención, Propiedades y Aplicaciones de las Resinas Epoxi". Centro Nacional de Nuevas Tecnologías. Conferencia.
- Harto Castaño, A. ; Conde Salazar, L. "Resinas Epoxi de Bisfenol A. Identificación de sus oligómeros sensibilizantes" Med. y Seg. Trabajo. 114,90, 1981.
- Alonso, J; Casals, F; Fenoy, P; Morato, F; Moreno, T. "Plan de Medicina Preventiva en una Unidad de Procesos Especiales de manipulación de sustancias con Grupo Epoxi". Construcciones Aeronáuticas, S.A. Conferencia.
- Marquez Archilla, F. "Toxicología General y Riesgos Higiénicos en el trabajo con Resinas Epoxi". I.N.S.H.T. Conferencia.
- "Compuestos de Resinas Epoxidicas". Noticias de Seguridad. Junio 1982.
- Vera Soriano, R. "La Seguridad en los anclajes con morteros especiales en fábricas pétreas". Curso de Especialista en Seguridad e Higiene en la rehabilitación de las Construcciones. Tema 6, 1993.
- Fernández Cánovas, M. "Seguridad en la ejecución de refuerzos de elementos estructurales mediante bandas de acero adheridas con epoxi". Curso de Especialista en Seguridad e Higiene en la Rehabilitación de las Construcciones. Tema 16, 1993.
- E. R. Plunkett, M.D. "Manual de Toxicología Industrial". Enciclopedia de la Química Industrial, Tomo 12. Urmo, S.A. de Ediciones. 1974.