

136
Res.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**RECOMENDACIONES PARA LA FABRICACION DE
PIEZAS DE PLASTICO REFORZADO CON FIBRA DE
VIDRIO POR LOS PROCESOS MANUAL Y ASPERSION**



EXAMEN DE ESPECIALIDAD
FAC. DE QUÍMICA

T R A B A J O E S C R I T O
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
I N G E N I E R O Q U I M I C O

P R E S E N T A:
FERNANDO MARTIN SANCHEZ OCAMPO

MEXICO, D. F. 1995

FALLA DE ORIGEN

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO AL TEMA

PRESIDENTE: PROF. HELIO FLORES RAMIREZ.

VOCAL: PROF. JOAQUIN PALACIOS ALQUISIRA.

SECRETARIO: PROF. LEON CARLOS CORONADO MENDOZA.

1ER. SUPLENTE: PROF. JOSE AGUSTIN TEXTA MENA.

2DO. SUPLENTE: PROF. FERNANDO LEON CEDEÑO.

ASESOR:



PROF. LEON CARLOS CORONADO MENDOZA.

SUSTENTANTE:



SR. FERNANDO MARTIN SANCHEZ OCAMPO.

INDICE

CAPITULO 1	INTRODUCCION	1
CAPITULO 2	CARACTERISTICAS Y APLICACIONES DE LA FIBRA DE VIDRIO EN EL PLAS- TICO REFORZADO	5
CAPITULO 3	PROCESO MANUAL Y DE ASPERSION	16
CAPITULO 4	COSTOS	39
CAPITULO 5	PROTECCION AMBIENTAL, SEGURIDAD E HIGIENE	58
CAPITULO 6	CONCLUSIONES	83
BIBLIOGRAFIA		85

CAPITULO 1 INTRODUCCION

Todo tiene un ciclo de vida y nuevos materiales y productos están reemplazando a los ya existentes con innovadoras y revolucionarias aplicaciones, tal es el caso de la fibra de vidrio.

La fibra de vidrio desarrollada en este siglo, ha alcanzado una gran aceptación por su versatilidad y su capacidad para combinarse con un sinnúmero de plásticos.

Las aplicaciones de la fibra de vidrio van desde la más sencilla como aislante térmico, hasta los avances tecnológicos más sofisticados, como es la del caso de partes que no tienen sustituto, para la fabricación de un Jumbo Jet o de circuitos impresos.

Se emplea genéricamente el término Fibra de Vidrio para designar a los Plásticos Reforzados con Fibra de Vidrio.

Los plásticos reforzados con fibra de vidrio son usados en muchas aplicaciones, en donde reemplazan con ventajas a la madera, el aluminio y el acero.

La gran versatilidad de la fibra de vidrio también permite su uso en aplicaciones específicas en los cuales no pueden ser usados los materiales convencionales.

INTRODUCCION

Para evitar confusiones se hizo necesaria la identificación de la resina reforzada con fibra de vidrio en lugar de la denominación genérica fibra de vidrio. Por lo que actualmente es común oír expresiones como: nylon reforzado con fibra de vidrio, poliéster reforzado con fibra de vidrio, etc., en lugar de la expresión fibra de vidrio.

El poliéster es el plástico más común reforzado con fibra de vidrio, por sus características de procesabilidad, desempeño y costo.

Existen algunos procesos para el moldeo de resinas poliéster reforzadas con fibra de vidrio. Para la elección del proceso a utilizar es necesario un análisis de las características del producto final.

A continuación se describirán los procesos de moldeo conocidos como de "molde abierto" o "molde por contacto" con resinas poliéster insaturadas.

Los dos procesos de laminación con molde abierto son:

- Proceso Manual**
- Proceso por Aspersión**

Para tener una idea más clara de lo que es el plástico reforzado se hará una analogía del concreto armado, donde se comparará cada uno de los

INTRODUCCION

componentes de la fibra de vidrio con los de este material conocido ampliamente.

Cemento	Resina Poliéster
Varilla/ Empalme	Material de Refuerzo
Arena/ Grava	Cargas
Agua	Catalizador/ acelerador/ monómero

En la relación anterior se encuentran listados los componentes del concreto armado análogos en los Plásticos Reforzados.

En esta comparación los materiales listados cumplen funciones semejantes en sus sistemas es decir, el cemento actúa como aglutinante en el concreto armado, y la resina poliéster cumple con esta función en el plástico reforzado. La analogía anterior cobra más fuerza si relacionamos:

Cimbra.....	Molde
Aceite o grasa	Desmoldante
Vibrado	Rolado
Curado (afectado por temperatura ambiente)	Curado (también se afecta por temperatura ambiente)
Descimbrado	Desmolde
Yeso (en este caso se aplica al final de la operación)	Gel Coat

INTRODUCCION

La finalidad del presente trabajo es dar recomendaciones al fabricante de piezas de plástico reforzado con fibra de vidrio para satisfacer las necesidades de la industria del plástico reforzado en México.

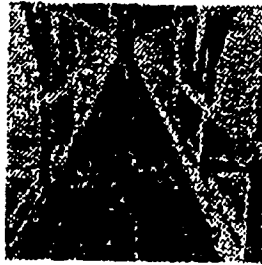
CAPITULO 2 CARACTERISTICAS Y APLICACIONES DE LA FIBRA DE VIDRIO EN EL PLASTICO REFORZADO

2.1. CARACTERISTICAS DE LA FIBRA DE VIDRIO.

La fibra de vidrio engloba en un solo material, varias características de excelencia entre las que destacan las siguientes:

2.1.1 ELEVADAS PROPIEDADES MECANICAS.

Los plásticos reforzados con fibra de vidrio, tienen una alta resistencia a la compresión e impacto, y son muy utilizados en aplicaciones estructurales.



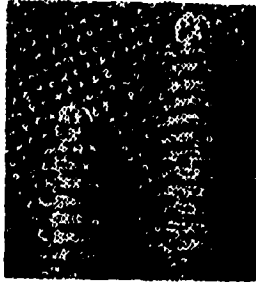
2.1.2. LIGEREZA.

La fibra de vidrio es liviana; los laminados moldeados por contacto tienen un peso específico de 1.5 contra el 2.7 del aluminio y el 7.8 del acero.



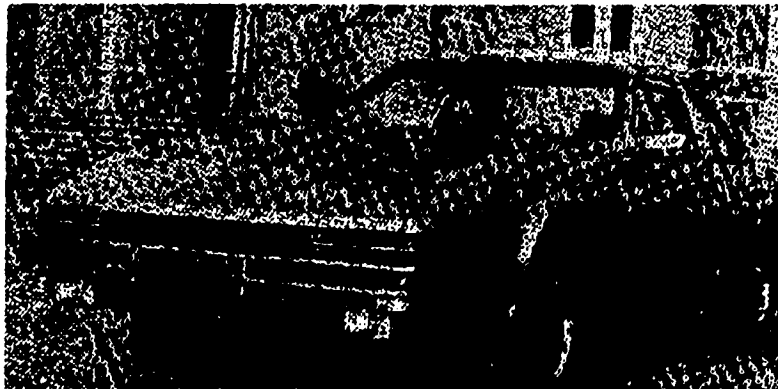
2.1.3. ALTA RIGIDEZ DIELECTRICA.

La fibra de vidrio no conduce electricidad, y por ello es usada como aislante estructural en condiciones adversas.



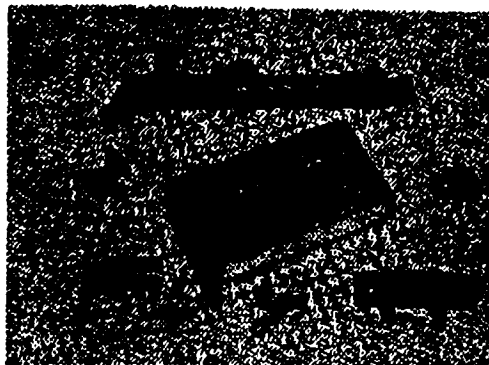
2.1.4. FLEXIBILIDAD DE DISEÑO.

Los plásticos reforzados con fibra de vidrio permiten una amplia flexibilidad de diseño, haciendo posible el moldeado de piezas complejas, grandes o pequeñas, sin uniones y con un gran valor funcional y estético.



2.1.5. ESTABILIDAD DIMENSIONAL.

La estabilidad de la fibra de vidrio mantiene inalteradas sus formas y dimensiones, en condiciones extremas de uso. Su bajo coeficiente de dilatación térmica aunado a su reducida absorción de agua permiten el uso de la fibra de vidrio junto con piezas metálicas en aplicaciones sujetas a grandes variaciones de temperatura y humedad.



2.1.6. RESISTENCIA A LA CORROSION.

La fibra de vidrio no se oxida y posee una resistencia excepcional a los ambientes muy agresivos, no así los materiales convencionales. La resistencia química de la fibra de vidrio está determinada por la resina y la construcción del laminado.

CARACTERISTICAS Y APLICACIONES DE LA FIBRA DE VIDRIO



2.1.7. INTEGRACION DE LAS PARTES.

La fibra de vidrio permite el moldeo de piezas complejas, enteras, sin uniones, tornillos o remaches.



2.1.8. MOLDES SENCILLOS Y ECONOMICOS.

La fibra de vidrio puede ser laminada en moldes sencillos y económicos, lo que hace factible la comercialización de partes grandes y complejas, con volúmenes reducidos de producción.

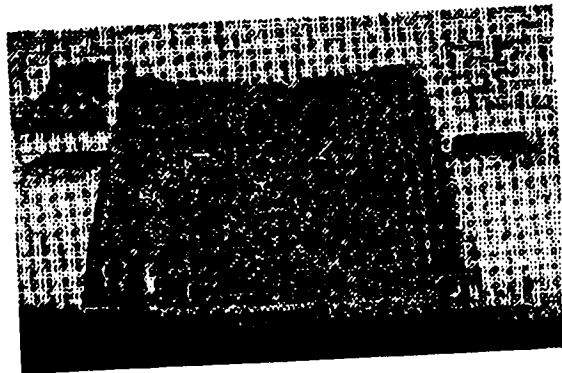
CARACTERISTICAS Y APLICACIONES DE LA FIBRA DE VIDRIO

Se puede facilmente, realizar modificaciones de diseño en los moldes de producción, lo cual evita la construcción de moldes nuevos.



2.1.9. BAJO COSTO DE ACABADO.

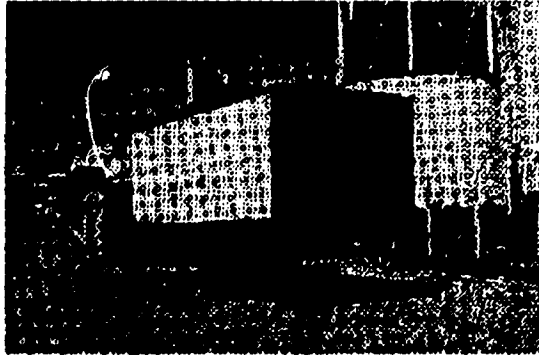
Generalmente las partes de fibra de vidrio son moldeadas en el color deseado, con gel coat, ahorrando la pintura de acabado.



CARACTERISTICAS Y APLICACIONES DE LA FIBRA DE VIDRIO

2.1.10. BAJO COSTO DE MANTENIMIENTO.

Con la fibra de vidrio los costos de mantenimiento son bajos debido a su buena resistencia a la intemperie, inherente al material.



2.2. APLICACIONES.

La fibra de vidrio tiene muchos usos y muchos mercados. Las principales aplicaciones por segmento de mercado son:

2.2.1. TELAS Y OTRAS APLICACIONES INDUSTRIALES.

Filtros, cordones de uso no eléctricos, cajas para baterías, recubrimiento de tubos, de paredes, de barcos, mosquiteros para ventanas, discos y lijas abrasivas, etc.

2.2.2. APLICACIONES NAUTICAS.

Construcción, reparación y mantenimiento de cascos, equipos y accesorios de embarcaciones de pesca, recreo y militares, boyas de señalización, tapas de motor y otros equipos.

2.2.3. CONSTRUCCION.

Paneles decorativos, cubiertas, domos, paneles de fachada, cimbras para concreto, tinas y sus componentes, silos para la agricultura, depósitos, componentes de casas prefabricadas, paneles recolectores de rayos solares, etc.

2.2.4. APLICACIONES ELECTRICAS Y ELECTRONICAS.

Placas aislantes, piezas moldeadas, perfiles por pultrusión, tubos prefabricados por filamento embobinado, cajas de empalme y almacenaje de focos, postes para el alumbrado, etc.

2.2.5. APLICACIONES BELICAS Y AERONAUTICAS.

Misiles, componentes para aeronaves particulares, comerciales y militares, de pequeño o gran tamaño, planeadores, armamentos, domos

para radar y sonar, chapas de blindaje, soporte militar de tierra, partes para naves espaciales, lanzadores de cohetes, etc.

2.2.6. CORROSION.

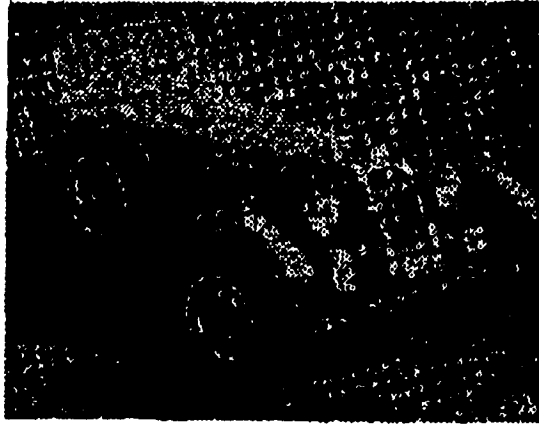
Tanques, tubos, conexiones, chimeneas, ductos, campanas, bombas, componentes de torres de enfriamiento, partes para el tratamiento de agua y destiladores industriales, fosas sépticas, tanques de agua potable, recubrimiento de tanques y otros.



2.2.7. TRANSPORTE.

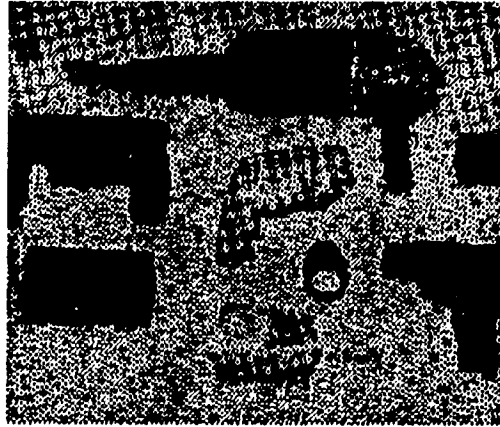
Equipos y asientos para automóviles, camiones, carrocerías, autobuses, trenes, camiones-tanque, motocicletas, tractores, implementos agrícolas,

contenedores, muebles, pallets, charolas para transporte de material, partes eléctricas y electrónicas, discos de embrague, pastillas de freno y otros.



2.2.8. MAQUINAS, EQUIPOS Y ELECTRODOMESTICOS.

Engranés, estructuras y charolas para electrodomésticos (lavadoras, secadoras, aire acondicionado, humidificador, etc.), refrigeración comercial, y cámaras frigoríficas, aplicaciones en equipo para escritorio (computadoras, copiadoras, registradoras, etc.), estructuras protectoras para equipos industriales, etc.



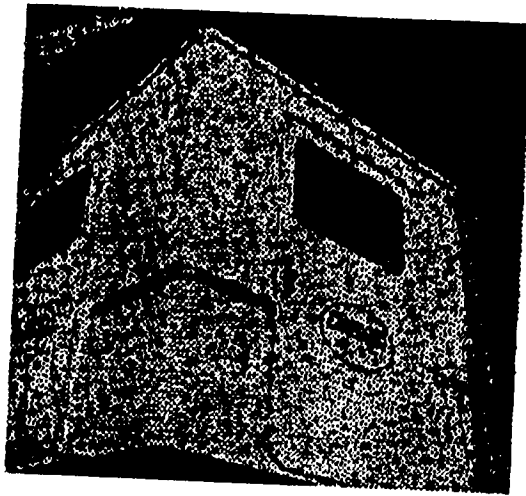
2.2.9. ARTICULOS DE CONSUMO.

Cañas de pescar, arcos, flechas, raquetas, parques infantiles, resbaladillas, charolas, albercas, trampolines, vehículos recreativos, butacas de estadio, cascos, campers, tablas de surf, barquitos de pedal, podadoras de césped, muebles para fuentes de soda, etc.

2.2.10. OTROS ARTICULOS DE PLASTICO REFORZADO.

Cascos de seguridad, escudos de soldadura, recipientes de carga, charolas y pallets de carga para materiales industriales, recipientes para materiales manuales y otros artículos no clasificados en otros segmentos.

CARACTERISTICAS Y APLICACIONES DE LA FIBRA DE VIDRIO



**CAPITULO 3
PROCESO MANUAL Y DE ASPERSION**

3.1. PROCESO MANUAL, FABRICACION DEL MOLDE.

Para fabricar un molde de fibra de vidrio en forma manual se requiere un modelo o pieza original. El molde es la cavidad en donde se aplica la fibra de vidrio y la resina para obtener la pieza.

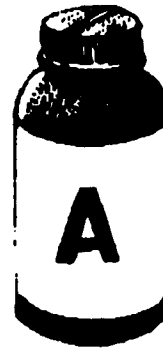
Los materiales necesarios para moldear manualmente el molde y la pieza son:



Plastiesmalte o gel coat



Resina poliéster



Acelerador

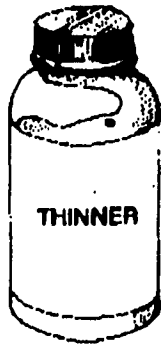


Catalizador



Colchoneta de fibra de vidrio

PROCESO MANUAL Y DE ASPERSION



Solvente



Cera



Película separadora

Además de los materiales anteriores se requieren algunos utensilios como:



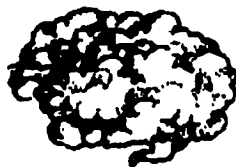
Brocha



Tijeras



Envase de plástico



Estopa

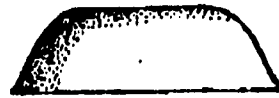


Esponja

PROCESO MANUAL Y DE ASPERSION



Abatelenguas

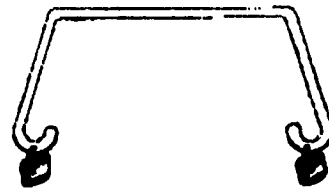


Modelo sencillo de madera, yeso o metal

Debe procurarse que el modelo tenga las esquinas redondeadas y sea ligeramente cónico para que el molde se fabrique en base a éste. Además debe tener "salida", evitando los candados es decir, las curvaturas inversas que impiden que el molde salga del modelo.



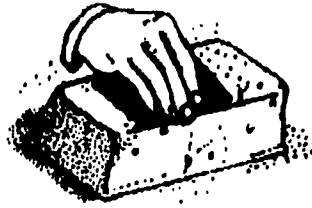
Molde con salida



Molde sin salida

Primero debe cubrirse las grietas y porosidades de la superficie del modelo, con sellador; después lije y pula estas reparaciones hasta dejar toda la superficie tersa.

PROCESO MANUAL Y DE ASPERSION



Después encere el modelo con algún tipo de cera para pisos. La aplicación de cera debe hacerse con estopa o trapo y después debe frotarse para sacarle brillo.



Posteriormente deben ponerse de 4 a 6 capas más de cera y sacarle brillo cada vez. La cera de las manos debe retirarse con thinner. Con una esponja se aplica el alcohol polivinílico (película separadora que se suministra en forma líquida), sobre la última capa de cera. Este alcohol cuando seca, deja una película parecida al celofán, que permite separar en este caso el molde o modelo.



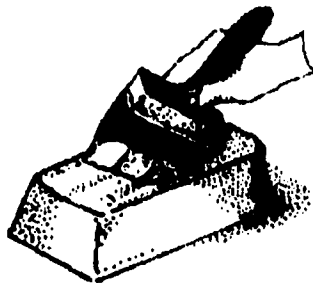
Aplicar la película separadora

PROCESO MANUAL Y DE ASPERSION

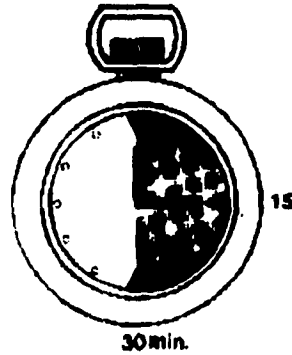
Una vez que la primera capa de alcohol polivinilico ha secado, se aplica otra nueva capa y se debe esperar hasta que se seque, en este momento el modelo estará casi listo para sacarse del molde.

Lo primero que se le aplica al modelo, es una capa de resina de acabado, llamada plastiesmalte o gel coat. Debe ponerse la cantidad de gel coat que se va a utilizar en un bote de plástico limpio.

Enseguida se agrega 1/2 parte de acelerador (cobalto) por cada 100 partes de gel coat. Debe agitarse muy bien con el abatelenguas para que se mezclen perfectamente, posteriormente se agrega una parte de catalizador (peróxido) por cada 100 partes de gel coat, revolviendo muy bien.



El gel coat puede aplicarse con brocha



Dispone de 15 a 30 min para aplicar el gel coat .

PROCESO MANUAL Y DE ASPERSION

Sobre la primera mano de gel coat, dar otra mano del mismo, pero si la primera mano ya se ha puesto gelatinosa, espere a que endurezca un poco y luego aplique la segunda mano. La brocha debe limpiarse inmediatamente con thinner para que pueda volverse a utilizar.

Al alcanzar el gel coat el punto de curado conocido como "estado de toque", puede recibir la resina de la laminación sin ser atacado por el estireno contenido en ella. Es importante esperar el tiempo de toque antes de laminar sobre el gel coat, ya que si este no está suficientemente curado puede sufrir serios problemas de arrugamiento. El estado de toque es determinado en la práctica tocando el gel coat con la punta del dedo, si este se mancha, el gel coat no está completamente curado y todavía no se ha alcanzado el estado de toque.

Si el endurecimiento es muy lento, debe subirse al parejo ligeramente las cantidades, tanto del acelerador, como del catalizador; por ejemplo una parte de acelerador y 1/2 de catalizador respectivamente.

En caso contrario endurecimiento rápido disminuir el acelerador y catalizador en la misma proporción (1/3 de parte de acelerador y 1/2 de catalizador).

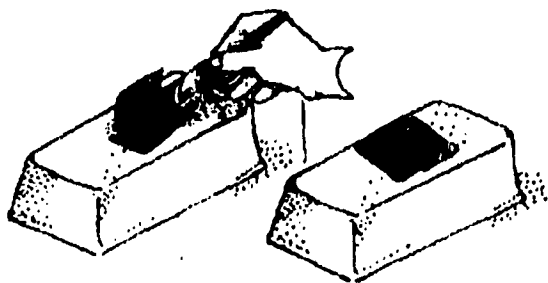
PROCESO MANUAL Y DE ASPERSION



Nunca mezcle al mismo tiempo el catalizador y el acelerador porque se incendian; primero agregue uno y después el otro.

Se procede a aplicar la resina y la fibra de vidrio para darle el grueso o espesor al molde. Este procedimiento facilita la eliminación de las burbujas de aire. La colchoneta es aplicada a mano y la resina es aplicada con brocha. Se deben encerar las manos para evitar que se pegue la resina y la fibra.

La resina al igual que el plastiesmalte necesita ser activado con el acelerador (1/2 a 1 parte por cada 100 partes de resina) y con catalizador (1 a 2 partes por cada 100 partes de resina). Una vez que se aplica el catalizador a la resina, se dispone de 15 a 20 minutos para hacerlo sobre la fibra. Con la brocha se "pinta" un poco de resina sobre el gel coat.



PROCESO MANUAL Y DE ASPERSION

Enseguida debe ponerse pedazos de colchoneta, que en este caso se fijan al molde por la resina que se acaba de aplicar cuidando que no sobresalga más de 2.5 cms. del molde.

Con movimientos de "picado", se satura con la resina a la colchoneta de fibra de vidrio, repitiendo esta operación al agregar más capas de colchoneta hasta lograr el espesor deseado.

No debe dejarse burbujas de aire atrapadas, las cuales se notan al presentarse zonas blanquesinas. En este caso, procurar sacarlas hacia las orillas de la colchoneta con un rodillo de pintor "rolado". No dejar tampoco fibra seca, es decir, sin impregnar bien con la resina.

Las orillas de la colchoneta pueden empalmarse hasta 3 cms., y procurar que estos traslapes no coincidan uno sobre el otro, en capas sucesivas, sino que deben hacerse coincidir en una zona diferente.



Pueden aplicarse hasta tres capas en forma sucesiva, de acuerdo al espesor que se necesite. Se notará que al empezar el gelado de la resina, está se comienza a calentar. Por ello, si se aplican más de tres capas

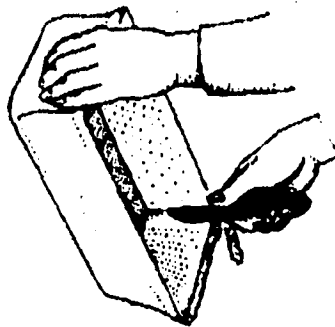
PROCESO MANUAL Y DE ASPERSION

sucesivas, este calentamiento podría ser excesivo y peligroso, se debe esperar a que se enfríe para aplicar más capas o desmoldar. La resina se puede seguir aplicando a la fibra hasta que gele, es decir, mientras todavía escurra la brocha como un líquido. La operación de picado se suspende tan pronto como la resina gele. La brocha debe limpiarse inmediatamente con thinner.



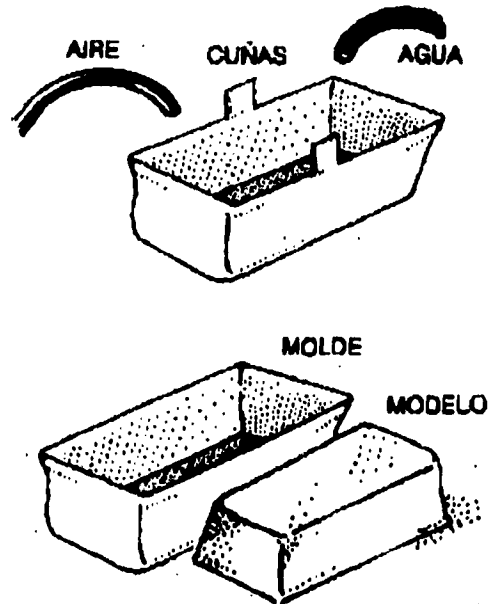
El molde debe ser más grueso que las piezas que se van a fabricar (más capas de colchoneta).

Aprovechar el momento de gelado, es decir cuando se inicia el endurecimiento, para recortar los sobrantes con una navaja, si la resina endurece, la operación anterior es más difícil y se necesita hacer el desbastado con herramientas mecánicas.

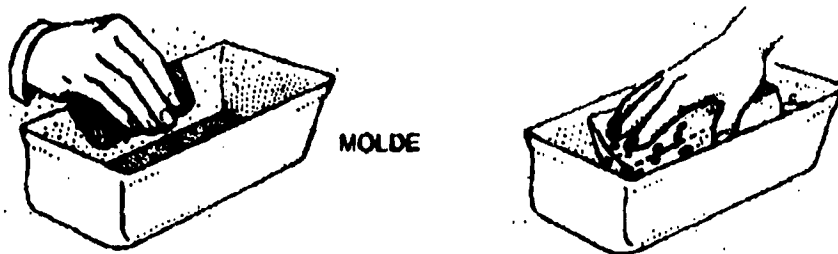


PROCESO MANUAL Y DE ASPERSION

De preferencia antes de desmoldar dejar el molde en el modelo durante varias horas, o toda la noche, para que cure y alcance mayor dureza. Para desmoldar, se debe auxiliar de cuñas de madera, o mejor aún de cuñas de polietileno.



Para eliminar los sobrantes lijar el borde del molde. Lavar el molde con agua para eliminar la película separadora.



PROCESO MANUAL Y DE ASPERSION

Ya se tiene el molde para fabricar piezas de fibra de vidrio. Repetir todo el procedimiento expuesto anteriormente, utilizando la cavidad interior del molde para producir cualquier número de piezas.

3.2. PROCESO DE ASPERSION.

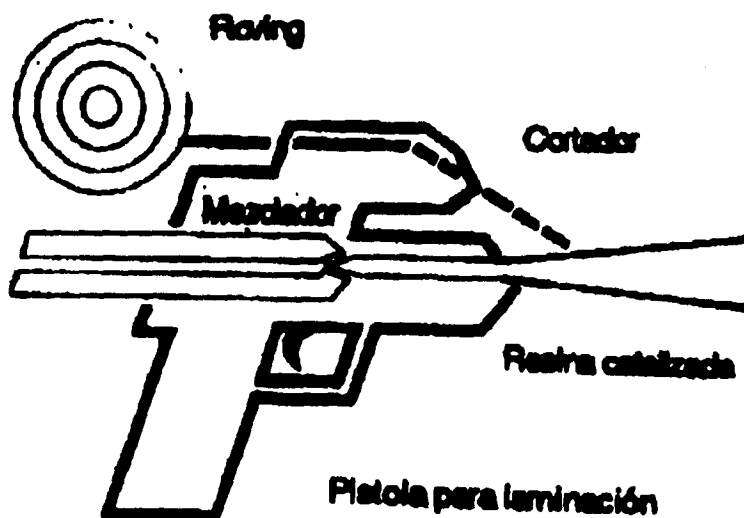
El proceso de laminación por aspersión consiste en la aplicación simultánea de fibra de vidrio y de resina sobre el molde. La aplicación se hace con equipos especiales, conocidos como pistolas laminadoras o pistolas de aspersión, que cortan la fibra en largos predeterminados antes de lanzarlas al molde. La fibra de vidrio cortada y la resina poliéster son depositadas simultáneamente sobre el molde, y entonces son roldadas con los mismos rodillos que se usan en el proceso de laminación manual.

La laminación con pistola puede considerarse como una laminación mecanizada, y es ventajosa para el moldeado de partes grandes y complejas en donde la conformación de las colchonetas y petatillos puede presentar dificultades. Además los costos de laminación con pistola, generalmente son más bajos que los de la laminación manual, debido a que utilizan materiales más baratos, y así mismo por la mayor rapidez y eficiencia de la operación.

PROCESO MANUAL Y DE ASPERSION

Equipos.

La inversión en equipo para el proceso de laminación con pistola es un poco superior al requerido para el de laminación manual. Se necesita por lo menos, una pistola de aspersión, un compresor y el mismo equipo que se utiliza en la laminación manual.



Materiales y pistola de laminación.

Este proceso utiliza fibra de vidrio continua (Mecha), cuyas principales características son la facilidad de corte, una buena distribución en el molde y una rápida absorción de la resina de laminación.

PROCESO MANUAL Y DE ASPERSION

El desempeño de la fibra de vidrio en la laminación es determinado fundamentalmente por el estado general y la calibración de la pistola laminadora. El estado de las láminas y del rodillo son particularmente importantes.

Pueden usarse varios tipos de poliéster dependiendo de la aplicación a la que se destine la pieza. En algunas aplicaciones se usan resinas retardantes a la flama, resistentes a la acción de rayos ultravioleta, pigmentadas, etc.

Existen dos formas de resolver el problema de la mezcla del catalizador y acelerador con la resina. El sistema de inyección del catalizador es el más popular. En este sistema el acelerador es previamente mezclado a la resina (pre-acelerada), y el catalizador es introducido a través de un inyector dosificador. El flujo de este es controlado por el operador, según las necesidades.

El sistema de dos botes es poco usado y consta de dos depósitos, uno de los cuales contiene resina pre-acelerada y el otro pre-catalizada. Al salir de la pistola, la resina de laminación puede ser atomizada por medio de aire (atomización por aire), o por presión aplicada a la resina (airless).

PROCESO DE ASPERSION Y MANUAL

Está atomización facilita la remoción de las burbujas del laminado y contamina menos el ambiente de trabajo. En general, las pistolas de laminación son calibradas para trabajar solo una bobina de roving.

La mezcla del catalizador con la resina se puede hacer dentro de la pistola (mezcla interna), o fuera de ella (mezcla externa). Las pistolas de mezcla interna se deben limpiar inmediatamente después de usarse para evitar que se tape la cámara de mezcla y la boquilla del equipo.

Proceso.

Se aplica gel coat sobre el molde, de igual manera que en el proceso de laminación manual. La laminación puede iniciarse después del tiempo de tocado, con la aplicación de una ligera capa de resina sobre el gel coat, antes de la aplicación de la mezcla resina fibra de vidrio. Este procedimiento permite la humidificación de la fibra de abajo hacia arriba y la remoción del aire atrapado en el laminado.

El espesor final se obtiene por varias aplicaciones sucesivas con la pistola de aspersión.

Después de cada aplicación de la pistola, el laminado debe de ser cuidadosamente rolado y acomodado a los detalles del molde, las partes

PROCESO DE ASPERSION Y MANUAL

muy gruesas deberán ser laminadas por etapas para que el calor generado por la reacción de curado no afecte al molde ni al laminado.

Como regla general, la laminación debe ser suspendida periódicamente después de la aplicación de cada 6 mm. de espesor. Después de que se enfrien esos 6 mm., la operación puede ser retomada, aplicando otros 6 mm., esperando el enfriamiento, y así sucesivamente hasta llegar al espesor deseado.

El espesor máximo del laminado aplicado de un solo golpe depende de varios factores, tales como la reactividad de la resina, la cantidad y tipo de catalizador utilizado, la relación vidrio resina, las condiciones ambientales, etc.

El equipo de aspersión debe estar calibrado para aplicar la cantidad adecuada de fibra de vidrio y resina. Dicha calibración se hace con el simple ajuste de las válvulas reguladoras.

Para calibrar las pistolas se debe proceder de la siguiente manera:

- 1.- La fibra de vidrio y resina aplicadas por la pistola se recolectan durante 15 seg. en dos recipientes separados previamente pesados.**
- 2.- Se pesa por separado la fibra de vidrio y la resina.**

PROCESO DE ASPERSION Y MANUAL

3.- El contenido de fibra de vidrio se determina dividiendo el peso de la fibra entre el peso total de vidrio más resina y multiplicando el resultado por 100.

4.- El flujo de la pistola (kg/min), se obtiene multiplicando el peso total (vidrio más resina) por 4.

Ejemplo:

Vidrio 350g- 0.35 Kg

Resina 860g- 0.86 Kg

Contenido de vidrio = $(350 \div (350+860)) \times 100 = 29\%$

Flujo de la pistola = $(0.35 + 0.86) \times 4 = 4.8 \text{ kg/min}$

La extensión de la fibra cortada se fija por el número de láminas del rotor cortado. Mientras más corta sea la fibra, mejor es la distribución y el laminado es más uniforme. Por otra parte, al cortar la fibra muy pequeña, se aumenta el desgaste del rodillo cortador.

Técnicas de laminación.

El gel coat se debe cubrir con una capa delgada de resina antes de iniciar la laminación. En la mayoría de los casos, ya sea con moldes macho o hembra, la laminación se empieza por la parte más baja del molde, con

PROCESO DE ASPERSION Y MANUAL

aplicaciones horizontales con pistola. Cada capa debe cubrir un tercio del ancho de la franja aplicada en la capa anterior, hasta que todo el molde esté cubierto. Terminando la laminación y el rolado de esa franja, se hace una segunda aplicación, moviendo la pistola verticalmente. Así, sucesivamente se aplican las demás capas, siempre perpendicular una de la otra, según se necesite hasta alcanzar el espesor deseado.

En cada mano, generalmente se aplica una capa con espesor de 1.5 mm. Por lo tanto, una capa de 3 mm., requiere de dos aplicaciones con la pistola de aspersión.

Se recomienda, que la operación de rolado se haga inmediatamente después de la aplicación de cada capa. Algunos laminadores, con el propósito de ganar tiempo, aplican varias capas antes de iniciar el rolado. Este procedimiento tiene algunos inconvenientes, tales como una mayor incidencia de burbujas de aire y el deslizamiento del material no aplanado en las paredes verticales. Con este proceso, el laminador debe de alargar el tiempo de gel de la resina, para que no se gele antes de terminar el rolado, la operación de rolado se realiza con rodillos de pintor . También se usan brochas para acomodar el laminado en partes difíciles.

En comparación con los moldes hembra, los tipo macho son mas fáciles de laminar y aplanar, sin embargo, se pierde mayor cantidad de material. En los moldes hembra el desperdicio de material es mucho menor.

PROCESO DE ASPERSION Y MANUAL

Siempre que sea posible la laminación con pistola debe de hacerse a una distancia de 60 cm. Esta distancia puede aumentar o disminuir, de acuerdo al tamaño de la pieza.

Las pistolas de atomización por presión son las más adecuadas para la laminación de piezas grandes, las piezas chicas se laminan mejor con pistolas de aire.

Rolado.

El rolado acomoda el laminado en la superficie del molde y remueve las burbujas de aire que acompañan a la laminación. Se debe iniciar en el centro de la pieza, y de ahí seguir hacia los bordes.

Chequeo del espesor.

El espesor se checa con la inserción de medidores en el laminado, antes del gelado de la resina.

Costillas e inserciones.

Como en el proceso de laminación manual, se pueden incorporar fácilmente.

PROCESO DE ASPERSION Y MANUAL

Curado de la pieza.

Si se desea, las piezas pueden ser curadas en estufa o a la temperatura ambiente, como es más común.

1.- Curado a la temperatura ambiente.- en este caso el rango de temperatura ideal esta entre los 20- 30 °C. En general, se pueden moldear dos piezas, por molde cada día, con el curado a temperatura ambiente.

La reactividad de la resina, el sistema de curado, así como las condiciones ambientales determinan el tiempo para sacar el molde. Para evitar deformaciones excesivas, las piezas no se deben separar del molde hasta que estén bien curadas, ya que pueden ocurrir pandeos y deformaciones, esto ocurre si se retira prematuramente la pieza. Las siguientes observaciones permiten evaluar el grado de curado de la resina:

- Viscosidad.- las partes curadas no presentan viscosidad superficial.
- Coloración.- las partes curadas tienen una coloración distinta a las partes no curadas.
- Temperatura.- no se debe sacar la pieza del molde, cuando todavía esta caliente.
- Dureza.- la pieza solo puede sacarse, después de que la resina llegue a la dureza adecuada.

2.- Curado en la estufa.- se pueden usar estufas de aire o eléctricas, con una temperatura entre 50- 60 °C. La pieza debe permanecer en la estufa de

PROCESO DE ASPERSION Y MANUAL

30 a 60 min. dependiendo de la resina, catalizador, acelerador y temperatura.

Para evitar que las partes se pandeen, deben ser desmoldadas a la temperatura ambiente después del enfriamiento completo. Para mayor seguridad se recomienda verificar la dureza, antes de sacar el molde. La dureza es el indicador más sencillo del grado de curado de la resina. Las distintas resinas presentan diferentes valores de dureza para un mismo grado de curado. El fabricante de la resina deberá indicar la dureza para el curado satisfactorio de cada tipo de resina.

La pieza debe ser curada en el molde. Si se saca antes del tiempo mínimo necesario, la parte debe colocarse en un armazón, hasta que se cure por completo.

Desmolde.

Se debe hacer con mucho cuidado para no dañar la pieza o el molde. Algunas veces conviene agregar asas a la parte, ya que sirven de agarre y facilitan el desmolde. Otro recurso es la inserción de cuñas entre el molde y la pieza. Si la pieza es muy compleja se requerirá de aire comprimido para facilitar la retirada del molde.

PROCESO DE ASPERSION Y MANUAL

Eliminación de rebabas.

Las rebabas deben utilizarse cuando la resina esté en estado de curado, lo que hace posible el corte con cuchillo. Las correcciones finales se hacen después de la retirada del molde con lijas y discos de corte. Las operaciones de cortar y lijar deben hacerse con agua para impedir la generación de polvo y mantener frías las herramientas.

Reparaciones.

Las fallas de laminación, daños estructurales, y otros defectos pueden ser reparados fácilmente. La esencia de las reparaciones de piezas en fibra de vidrio, consiste en reemplazar el material dañado o defectuoso por otro que satisfaga las exigencias estéticas y estructurales de la aplicación.

Las reparaciones se clasifican en estructurales y estéticas. Los daños en la estructura afectan la integridad de las partes, perjudicando su capacidad de soporte de carga. En general, consisten en roturas totales o parciales del laminado estructural. Se hace la reparación cortando y eliminando la parte dañada, la cual se reemplaza por otra de la misma construcción de la original. Los daños estéticos, son solo la apariencia (gel coat) de la parte, sin afectar el laminado de la estructura. Se reparan con la aplicación de pasta en el lugar afectado, seguido de las operaciones de lijado y pulido.

PROCESO MANUAL Y DE ASPERSION

Al hacer cualquier reparación en fibra de vidrio se debe recordar que:

- **La superficie de contacto debe estar muy limpia y seca al momento de la aplicación. Toda contaminación debe ser eliminada con lija para asegurar una buena adherencia de la reparación al laminado.**
- **La reparación debe realizarse con la misma resina, pigmentos y gel coat del laminado original.**
- **Al completar el curado, la reparación debe ser lijada, con lija fina y pulida.**
- **Las reparaciones estructurales deben hacerse, construyendo con las mismas capas de colchonetas y/o petatillos, utilizadas en el laminado original.**

Acabado en dos caras.

Las piezas laminadas por contacto sólo tienen acabado en una de las caras, la que se cura en contacto con el molde. La otra cara, se cura expuesta al aire y tiene un acabado áspero no brillante. Existe una técnica de laminación que permite el moldeado por contacto de partes acabadas por las dos caras.

Eso es posible con el uso de un molde y un contramolde o como sería más adecuado decir: moldes macho, moldes hembra.

PROCESO DE ASPERSION Y MANUAL

La técnica consiste en aplicar gel coat y parte del laminado estructural en el molde, así como en el contramolde. En seguida las dos mitades del laminado se acoplan y comprimen una con la otra, curándose bajo esta condición. Las dos mitades del laminado deben curarse comprimidas bajo presión, para que haya una buena adherencia entre ellas. Después de terminado el curado y retirada la pieza del molde, la pieza laminada queda con un acabado de gel coat en ambas caras. Esta técnica del laminado, sólo se aplica para piezas pequeñas, debido a la dificultad para manejar y comprimir moldes de grandes dimensiones.

CAPITULO 4 COSTOS

4.1. COSTOS DE LOS LAMINADOS.

El modelo que aquí se propone es aplicable en la estimación de los costos de partes laminadas a través de los procesos manual y por aspersión, con acabado en gel coat, seguido o no de pintura. Se separan los costos en fijos y variables. Los variables son asignados directamente a cada producto. Los fijos son prorrateados entre los diferentes productos, según criterios arbitrarios.

Se consideran como variables los costos de las materias primas y los materiales auxiliares. Estos se distinguen de las materias primas por ser utilizados directamente en la fabricación del producto, y sin embargo no forman parte de él. De acuerdo con este concepto, la fibra de vidrio es materia prima, ya que forma parte de la pieza acabada. A su vez, la cera desmoldante es un material auxiliar, que se utiliza en el proceso sin formar parte del producto acabado.

Se consideran fijos todos los costos no relacionados con las materias primas y materiales auxiliares, incluso la mano de obra directa para la laminación, ensamble y pintura. Se considera la mano de obra directa como un costo fijo, en el entendido de que el empresario prefiere tener su equipo de trabajo en los periodos de reducida actividad, aún cuando no tengan ocupación plena.

COSTOS

Algunos rubros de costos, tales como la energía eléctrica, tiene un componente fijo (que no dependen del nivel de actividad de la empresa) y otras variables (que dependen del nivel de actividad). Estos gastos, conocidos como gastos semivariables, deben ser absorbidos por los productos, separándose las partes fijas de las variables. Sin embargo, se considerará en este trabajo los costos semivariables como si fueran fijos, es decir, independientemente del nivel de actividad de la empresa.

No habrá distinción entre los costos industriales, gastos administrativos y gastos de mercadeo. De acuerdo con lo que fue explicado, se consideran indistintamente como fijos y variables a todos los gastos en que incurre la empresa, ya sea en la producción (costos) o para la obtención de ingresos (gastos).

4.2. COSTOS FIJOS.

Los costos fijos varían de una empresa a otra y deben ser considerados de acuerdo con la realidad de cada caso. Estos costos no dependen del nivel de actividad de la empresa (esto es, de la cantidad de piezas producidas), y tienen que ser pagados independientemente de cualquier condición. Se consideran como costos fijos la renta, seguros, salarios, depreciaciones, gastos administrativos, honorarios, costo financiero, etc.

COSTOS

Se deben agregar a los salarios las prestaciones aplicables y que representen la nómina completa de la empresa, incluyendo lo correspondiente a la mano de obra directa.

Una vez que se conozcan los costos fijos, el problema es como prorratear el total obtenido. Ese prorrateo se hace teniendo en cuenta a la fabricación y la administración como una entidad única, y tomando las horas/hombre directas de cada departamento productivo como base del prorrateo. Las partes incurren en mano de obra directa en varios departamentos que pueden ser considerados como "centros de costos". Los principales centros de costos de los procesos de laminación manual y por aspersión son:

- 1.- Moldes.
- 2.- Laminación.
- 3.- Ensamblaje.
- 4.- Pintura.
- 5.- Embalaje.

El departamento de moldes, incluye la construcción de los modelos y moldes necesarios para el funcionamiento normal de la empresa. La laminación comprende todas las operaciones típicas de la producción de partes moldeadas en molde abierto, tales como la preparación del molde, aplicación de desmoldante, aplicación de gel coat, laminación, eliminación de rebabas y desmolde.

COSTOS

En el departamento de pintura incluyen todas las operaciones de limpieza y preparación de la superficie, así como la pintura propiamente dicha.

Los costos fijos pueden ser directos o indirectos. Los costos fijos directos son aquellos atribuibles directamente a los distintos departamentos. Un ejemplo: los gastos de arrendamiento son considerados como un costo fijo indirecto, debido a no estar vinculados directamente a ningún departamento. Por otra parte, la depreciación del equipo de pintura es un costo directo del departamento de pintura.

El problema fundamental de los costos fijos está en la adopción de criterios de distribución de los costos fijos entre los productos. Los costos variables no presentan dificultades, una vez que son claramente identificados y vinculados a los productos.

El prorrateo de los gastos fijos se hace en dos niveles. En primer lugar, los fijos indirectos se distribuyen entre los departamentos, tomando como base de prorrateo la capacidad de mano de obra directa disponible. Luego, los costos fijos directos de cada departamento, aunados de la parte prorrateada de los indirectos, son asignados a los productos proporcionalmente al valor de la mano de obra directa utilizada en la transformación. De este modo los distintos departamentos productivos

COSTOS

absorben costos fijos indirectos en proporción a la cantidad de horas/hombre directas de cada uno. Luego, los costos fijos directos e indirectos son prorratados entre los productos, según la cantidad de horas/hombre directas utilizadas en la transformación.

4.3. COSTOS VARIABLES.

De acuerdo a nuestra definición, los costos variables comprenden exclusivamente a los gastos originados en la compra de materias primas y materiales auxiliares. Los otros rubros de costos son considerados como fijos. A continuación, se verá como se pueden estimar los costos variables de los distintos departamentos productivos.

Departamento 1- Moldes.

Los costos variables del departamento de moldes, puede ser desglosado de la siguiente manera:

- El costo del modelo, que incluye madera, clavos, pegamentos, pasta, cera, poliéster, lijas, solventes, etc.
- El costo del laminado del molde, que incluye el gel coat, la resina de laminación, la fibra de vidrio, brochas, rodillos y otros.
- El costo de la estructura del molde, que incluye los materiales utilizados en la construcción de la estructura metálica tubular, ruedas, etc., usados para facilitar el manejo, inclinación y movilización del molde.

COSTOS

El costo total del molde (fijo y variable) debe ser distribuido entre las piezas producidas en él. La cantidad máxima de partes extraídas de moldes contruidos en fibra de vidrio, depende de la complejidad de la pieza, la exotermia de la reacción de curado, tiempo de gelado del gel coat de la pieza moldeada, así como de los materiales usados en la construcción del molde, el desmoldante utilizado, el método de limpieza y mantenimiento del molde y la técnica de desmolde. Se conocen moldes con un uso de más de 1500 piezas extraídas. Sin embargo, para fines de estimación de los costos, sugerimos considerar como estándar la laminación de 500 piezas por molde.

Costo de los moldes.

El costo total (fijo y variable) de los moldes, corresponde aproximadamente a 20 veces el costo total de la pieza laminada, excluidos los costos de ensamblaje, pintura y embalaje. De esta manera, si cada molde es usado 500 veces, la incidencia del costo del molde por cada pieza será aproximadamente:

$$(20/500) \times 100 = 4\% \text{ del costo total de la pieza (laminado)}$$

Si se moldean solo 100 piezas en cada molde, en vez de 500 el costo representará el 20% del costo del laminado. Por lo tanto, es importante tener en cuenta la cantidad de piezas que serán moldeadas. Al estimar el costo de los moldes, se debe de recordar que hay situaciones en las cuales no es necesario construir moldes, se copia el molde de una pieza

COSTOS

ya existente, ni estructurar el laminado. En esos casos se debe de proceder a los descuentos correspondientes.

Por lo general, los moldes como rubro de gastos, son considerados directamente en el cálculo del resultado del período. Cuando se utilizan es conveniente considerarlos como parte del activo circulante, aunque algunas veces se consideran como parte del activo fijo.

Departamento 2 - Laminación.

a) Gel coat

Los costos variables en que se incurren corresponden al gel coat, MEKP, naftenato de cobalto y materiales auxiliares. Como regla general los materiales auxiliares se consideran en un 10% del costo del gel coat. Si éste es aplicado con pistola, se deben computar las pérdidas correspondientes al material que cae fuera del molde. Estas pérdidas corresponden a una franja de 7 cm. de ancho a lo largo del perímetro del molde y es tomada en cuenta por el factor de pérdidas.

Factor de pérdidas = $1 + 0.07 \times (P/A)$

donde:

P = perímetro de rebaba de la pieza en m.

A = área de la pieza en m².

De este modo el costo variable del gel coat es dado por la expresión:

$(CV)_{gel} = (1.1)(0.5)(gel)(A)(1 + 0.07 \times (P/A))$

COSTOS

en donde 0.5 corresponde a 0.05 kg/m^2 de gel coat, y gel es el precio del gel coat ya catalizado y acelerado en N\$/kg

b) Laminado

Se considera el laminado con un espesor estructural "t" mm., y la siguiente composición de peso:

Resina	69.0 %
Fibra de vidrio	30.0 %
MEKP	0.7 %
Naftenato de Cobalto	0.3 %

El peso del laminado es:

$$\text{Peso} = (A) (d) (t)$$

donde:

d = densidad del laminado en mm

t = espesor del laminado en mm

El espesor del gel coat (0.25 mm., a 0.5 mm., que corresponden a 500g/m^2) no es considerado como estructural.

Para estimar el costo de las materias primas, se utilizan las siguientes fórmulas:

Resina	= (0.69)(Re)(1.5)(t)(A)
Fibra de vidrio	= (0.30)(Ro)(1.5)(t)(A)
Catalizador	= (0.007)(cat)(1.5)(t)(A)
Cobalto	= (0.003)(Co)(1.5)(t)(A)

COSTOS

en donde Re, Ro, Cat, Co son los precios de la resina, fibra de vidrio, catalizador y naftenato de cobalto en N\$/Kg.

Los costos de las materias primas deben ser multiplicados por un factor de pérdidas en el que se toma en cuenta el desperdicio de material por rebaba. El factor de pérdidas se puede considerar igual a:

$$\text{Factor de pérdidas} = 1 + 0.07x (P/A)$$

Ese factor de pérdidas supone una franja de rebaba de 7 cm. de ancho que acompaña el perímetro de la pieza.

Los costos de los materiales auxiliares (desmoldante, pasta, lijas, rodillos, brochas, láminas, acetona, etc.) , pueden ser sumados a cada producto, como una fracción del costo de materias primas. Es común estimar esos gastos en un 10% del costo de las materias primas. De ese modo el costo variable del laminado es:

$$(CV)_{\text{laminado}} = (1.1)[(0.69)(Re) + (0.30)(Ro) + (0.007)(Cat) + (0.003)(Co)] \times (1.5)(t)(A)(1 + 0.07x (P/A))$$

Se obtiene el costo variable del departamento de laminado sumando los costos variables del gel coat y del laminado

$$(CV) = (CV)_{\text{gel}} + (CV)_{\text{laminado}}$$

Departamento 3 - Ensamble.

Los costos variables de ensamble son muy pequeños, ya que incluyen: tornillos, remaches, pegamentos, paatas, lijas, discos de corte, etc.

COSTOS

Departamento 4 - Pintura.

Los costos variables incluyen a todos aquellos materiales usados en la preparación de la superficie (lijas, solventes, pastas, etc.), y también la pintura, el primer y el barniz.

Departamento 5 - Embalaje.

Solo se incluyen los materiales de embalaje. Dependiendo del producto, los costos de embalaje pueden asumir valores relativamente elevados.

4.4. COSTO FINAL.

A medida de que las piezas pasan por los distintos departamentos, los costos fijos y variables se suman, según los criterios ya presentados. Por ejemplo el pasar por el departamento de pintura, el incremento del costo será:

$$\text{Costo de la pintura} = CV_4 + [((HH_4/HH) \times CFI) + CFD_4] \times (hh_4/HH_4)$$

en donde:

CV_4 = costo variable agregado en el departamento de pintura.

HH_4 = total de horas/hombre directas disponibles en el departamento de pintura.

HH = total de horas/hombre disponibles en la empresa.

CFI = costos fijos indirectos de la empresa.

CFD_4 = costos fijos directos del departamento de pintura.

COSTOS

hh_4 = horas/hombre directas requeridas para pintarla pieza.

El costo final de la pieza es obtenido por la suma de los gastos parciales implicados en cada departamento.

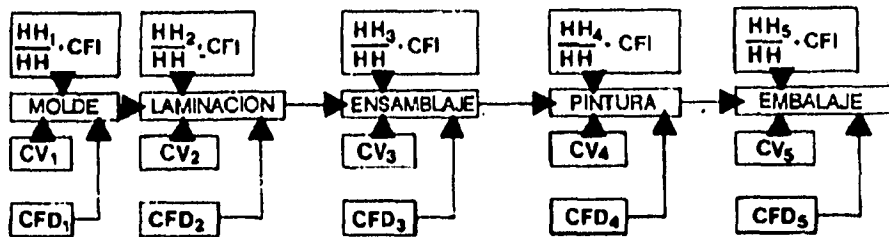


Departamento de laminación, mano de obra directa



Moldeado, influencia en los costos variables

Aplicación de costos en los diferentes departamentos productivos



COSTOS

CFI = Costos fijos indirectos.

CFDi = Costos fijos directos del departamento i.

CVi = Costos variables incluidos en el departamento i.

HHi = Total de horas/hombre disponibles en el departamento i.

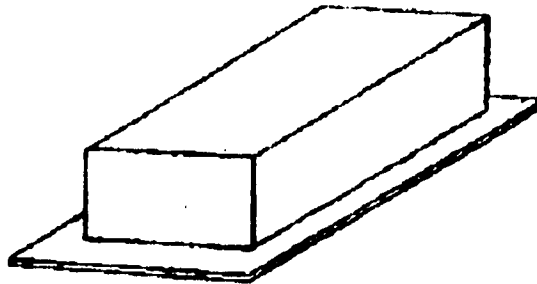
Corresponde a la cantidad de mano de obra directa del departamento i.

HH = Total de horas/hombre disponibles en la empresa. Corresponde a la suma de la mano de obra disponible en todos los departamentos productivos.

$$HH = HH1 + HH2 + HH3 + HH4 + HH5$$

4.5. EJEMPLO DEL CALCULO.

Se estimará un costo unitario de 250 piezas de acuerdo con el dibujo siguiente:



Modelo

COSTOS

CFI = Costos fijos indirectos.

CFDi = Costos fijos directos del departamento i.

CVi = Costos variables incluidos en el departamento i.

HHi = Total de horas/hombre disponibles en el departamento i.

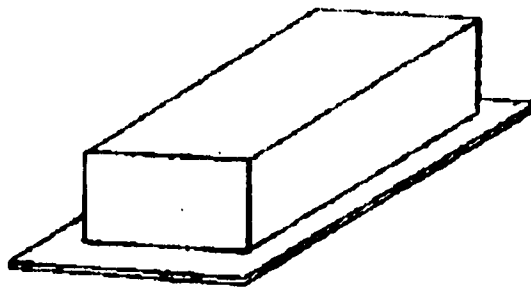
Corresponde a la cantidad de mano de obra directa del departamento i.

HH = Total de horas/hombre disponibles en la empresa. Corresponde a la suma de la mano de obra disponible en todos los departamentos productivos.

$HH = HH1 + HH2 + HH3 + HH4 + HH5$

4.5. EJEMPLO DEL CALCULO.

Se estimará un costo unitario de 250 piezas de acuerdo con el dibujo siguiente:



Modelo

COSTOS

PRECIO DE LAS MATERIAS PRIMAS.

- Resina poliéster Re= 10 N\$/kg
- Catalizador Cat = 20 N\$/kg
- Acelerador Co = 40 N\$/kg
- Gel coat primer gel = 30 N\$/kg
- Pintura pin = 30 N\$/Kg

* Los valores son ficticios sin relación con los precios del mercado.

Estructura de costos fijos de la empresa.

- CFI 200,000 N\$/mes
- CFD1 (moldes) 10,000 N\$/mes
- CFD2 (laminación) 30,000 N\$/mes
- CFD3 (ensamblaje) 5,000 N\$/mes
- CFD4 (pintura) 30,000 N\$/mes
- CFD5 (embalaje) 1,000 N\$/mes

Costos fijos totales = 276,000 N\$/mes

Datos de la pieza.

Area = 4.13 m²

Perimetro = 6.0 m

Espesor estructural = 0.5 mm (0.8 kg de gel coat por metro cuadrado)

Peso = (4.13)(1.5)(3) + (4.13)(0.8) = 21.9 Kg

COSTOS

Capacidad de mano de obra directa.

La empresa mantiene un equipo de 33 personas como mano de obra directa en los cinco departamentos productivos. Considerando una jornada de 180 horas al mes, la capacidad nominal de mano de obra directa de los diferentes departamentos es:

- Departamento 1 (moldes) HH1 = 2 x 180 horas/hombre
- Departamento 2 (laminación) HH2 = 18 x 180 horas/hombre
- Departamento 3 (ensamblaje) HH3 = 2 x 180 horas/hombre
- Departamento 4 (pintura) HH4 = 10 x 180 horas hombre
- Departamento 5 (embalaje) HH5 = 1 x 180 horas hombre

Total de la empresa = 33 x 180 horas hombre

En lo anterior se tiene que 2 personas trabajan en la construcción y mantenimiento de moldes, 18 en la laminación, 2 en el ensamblaje de las partes, 10 en la pintura y solo 1 en el embalaje. Los trabajadores considerados como mano de obra directa suma en total 33.

Incidencia de la mano de obra directa.

Cabe estimar la incidencia de la mano de obra directa en la pieza, es decir, la cantidad de horas/hombre utilizadas para su transformación en los diferentes departamentos:

- Moldes $hh_1 = 90$ horas/hombre
- Laminación $hh_2 = 4$ horas/hombre

COSTOS

- Ensamblaje $hh_3 = 0$ horas/hombre

- Pintura $hh_4 = 2$ horas/hombre

- Embalaje $hh_5 = 0.1$ horas/hombre

Se obtiene el costo final sumando la contribución de cada departamento.

$$\text{Costo final} = \text{Costo molde} + \sum_{i=2}^5 [CV_i + ((HH_i/HH) CFI + CFD_i) (hh_i/HH_i)]$$

$$\frac{\text{-----}}{250}$$

Como ya fué mencionado, el costo del molde se distribuye entre las 250 piezas que serán producidas.

Departamento 1 moldes.

$CV_1 = 1,000$ N\$ (valor estimado)

$CFD_1 = 10,000$ N\$/mes

$HH_1 = 360$ horas/hombre

$hh_1 = 90$ horas/hombre

$HH = 5,940$ horas/hombre/mes

Costo del molde = $1,000 + (360/5940) \times 200,000 + 10,000(90/360)$

250

= 26.00 N\$/pieza

COSTOS

Departamento 2 Laminación.

$$(CV)_{gel} = (1.1)(0.8)(gel)(1+0.07 \times (P/A)) = (1.1)(0.8)(30)(1+0.7 \times (60/4.13))$$

$$= 29 \text{ N\$/ pieza}$$

$$(CV)_{laminado} = (1.1)[(0.69)(Re) + (0.30)(Ro) + (0.007)(Cat) + (0.003)(Co)] \times \\ (1.5)(t)(A)(1 + 0.007 \times (P/A))$$

$$(CV)_{lam} = (1.1)[(0.69)(10)+(0.30)(10)+(0.007)(20)+(0.003)(40)] \times (1.5)(4.13)(3) \times \\ (1 + 0.007 \times (6/4.13)) = 228 \text{ N\$/ pieza}$$

$$CV_2 = 29 + 228 = 257 \text{ N\$/ pieza}$$

Los costos fijos incluidos en el departamento de laminación pueden ser estimados fácilmente.

$$CF_2 = ((3240/5940)(200,000) + 30,000) \times (4/3240)$$

$$= 171 \text{ N\$/pieza}$$

$$\text{Costo del laminado} = 257 + 171 = 428 \text{ N\$/pieza}$$

El costo del molde es de aproximadamente 6% del costo del laminado. Esto ocurre debido a que se extraen 250 piezas en este ejemplo. Si se moldearan 500 piezas, el costo del molde bajaría alrededor de un 3% del laminado.

COSTOS

Departamento 3 Ensamblaje.

La pieza que esta siendo calculada, no requiere de ensamblaje, por lo que el costo es igual a cero.

Departamento 4 pintura.

El costo variable de la pintura y materiales auxiliares fue estimado considerando que la pieza tiene 0.1 mm de espesor, una densidad de 1.1 g/cm³ y más un 10% para los materiales auxiliares.

$$CV_4 = (1.1) (4.13)(1.1)(0.1)(1 + 0.007 \times (6/4.13)) \times (30) = 16 \text{ N\$/pieza}$$

Después de descontadas las pérdidas por evaporación de los solventes.

$$CF_4 = (((10 \times 180)/(33 \times 180)) \times 200,000 + 30,000) \times (2/(10 \times 180)) = 100 \text{ N\$/pieza}$$

$$\text{Costo del pintado} = 100 + 16 = 116 \text{ N\$/pieza}$$

Departamento 5 embalaje.

La pieza es empacada en una caja de cartón, con un costo de 5N\$/pieza.

$$CV_5 = 5 \text{ N\$/pieza}$$

$$CF_5 = ((180/(33 \times 180)) \times 200,000 + 1,000) \times (0.1/180) = 6 \text{ N\$/pieza}$$

$$\text{Costo del embalaje} = 11 \text{ N\$/pieza}$$

El costo total se obtiene con la suma de las cantidades obtenidas en cada departamento.

COSTOS

COSTO FINAL = 26 + 428 + 0 + 116 + 11 = 581 N\$/pieza

Nota: los costos de materias primas, costos fijos y otros parámetros utilizados son ficticios, este ejemplo tiene un propósito didáctico.

CAPITULO 5 PROTECCION AMBIENTAL, SEGURIDAD E HIGIENE

Toda industria proceso de transformación posee características propias por lo que respecta al llamado "Factor Seguridad". Si el proceso de transformación involucra productos químicos, el riesgo puede ser moderadamente mayor que en los casos en que se trabaja con materiales más estables (industria del acero, automotriz, etc.), sin embargo, en el área específica de los Plásticos Reforzados, el factor de seguridad no es mayor que en otros tipos de industria, por lo que es necesario conocer las propiedades y recomendaciones respecto al manejo de materiales para disminuir al mínimo las probabilidades de accidentes.

Además de lo anterior, el cuidado del entorno ambiental debe motivar a optimizar la utilización de materias primas, mejorando la calidad de nuestros productos y competitividad empresarial.

Por lo que se refiere a materia prima, la utilización de resinas con menor contenido de estireno, aditivos supresores de evaporación, monómeros con mayor punto de ebullición, catalizadores, productos de limpieza no contaminantes, etc., son factores que influyen en el mejoramiento del medio ambiente, sin olvidar que el manejo adecuado de todos los insumos redundará en beneficios colectivos.

Por ello a continuación se ofrece una guía acerca de manejo y almacenamiento de materias primas, áreas de trabajo, iluminación,

PROTECCION AMBIENTAL, SEGURIDAD E HIGIENE

ventilación, instalaciones eléctricas, taller de mantenimiento, extractores de aire, equipo auxiliar, ropa y protección de trabajadores.

Las distintas operaciones para un moldeo adecuado, requiere establecer condiciones particulares para cada evento, por ello se sugiere hacer una relación de operaciones por ejemplo:

Almacén de Materia Prima

Fabricación de moldes y modelos

Preparación de moldes

Aplicación de Gel Coat

Aplicación de resina, refuerzo, etc.

El análisis de estas operaciones determinará las condiciones necesarias para llevar a cabo la operación para establecer la seguridad y protección adecuadas sin olvidar los requerimientos generales, que son:

5.1. ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MATERIA PRIMA.

Toda la materia prima debe estar perfectamente identificada, con etiquetas que describan almacenamiento, manejo riesgos, primeros auxilios y codificación U.N. ó SICOR, teléfonos de emergencia y procedimientos a seguir en caso de accidente, esta información además es una exigencia durante el transporte de materiales en ciudades y carreteras.

El almacenamiento de materia prima se llevará a cabo conforme a las sugerencias de los proveedores como se verá a continuación, teniendo especial cuidado en ventilación apropiada para evitar concentraciones de gases o vapores orgánicos que puedan originar siniestros. Los tanques de almacenamiento de líquidos deben contar con venteos y válvulas de seguridad adecuadas así como condiciones para un drenado óptimo en casos de emergencia.

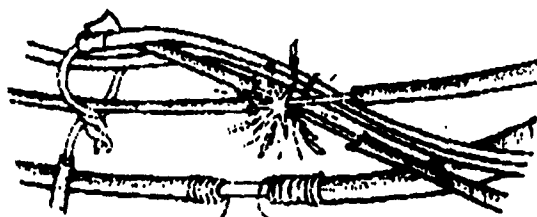
Las cargas y refuerzos estarán almacenados en tarimas que no permitan absorción de humedad y contaminación al subsuelo, las estibas no deben exceder de altura ó número de empaques indicados para cada producto. Es obvio que las áreas de almacen deben estar delimitadas y con pasillos de acceso libres de estorbos.

5.2. RED ELECTRICA.

A prueba de explosión, debe mantenerse en condiciones óptimas, con tapas en contactos, empalmes adecuados y sobre todo evitar sobrecargar las líneas existentes; es frecuente que con el crecimiento de las plantas productivas se aumenta la demanda de energía eléctrica, sobrecargando las líneas de alimentación, ocasionando cortos e incendios. Las extensiones se harán con cable de uso rudo, calibre adecuado y cajas terminales, evitando el tránsito sobre ellas. La iluminación adecuada y en condición de trabajo, es decir, reemplazar lámparas y focos inútiles.

PROTECCION AMBIENTAL, SEGURIDAD E HIGIENE

En caso de reparaciones, los interruptores generales solo pueden ser abiertos o cerrados por personal autorizado. Si se requiere de lámparas portátiles estas deben ser a prueba de explosión.



Chispas, cortocircuitos originados en instalaciones defectuosas.



Motores eléctricos o de gasolina deben ser aterrizados para evitar acumulamiento de cargas por inducción.

5.3. SUMINISTRO DE AIRE.

El empleo de aire comprimido es común a todo tipo de plantas productivas, las compresoras y recipientes a presión deben contar con memoria de cálculo proporcionadas por el fabricante, instaladas en una

PROTECCION AMBIENTAL, SEGURIDAD E HIGIENE

jaula, preferentemente al exterior del edificio de operación evltando así la absorción de aire con polvos.

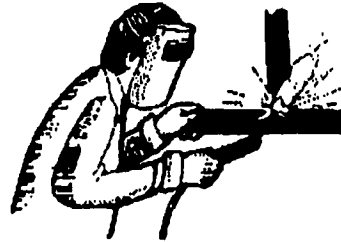
La transmisión colocada hacia la pared, deberá tener guarda protectora y se llevará una bitácora de reparación y mantenimiento necesarios. Las tuberías de aire deben presurizarse y ser comprobadas anualmente, las tomas de aire mangueras y conexiones deben verificarse por lo menos dos veces al año.

El uso de aire comprimido debe limitarse a labores de operación NO emplearse para limpieza, evitando todos los juegos, bromas, pues el intestino humano se rompe a una presión de 4lbs/pulg² y el sistema auditivo es sumamente sensible a la presión.

5.4. TALLER DE MANTENIMIENTO.

Frecuentemente se requiere de la fabricación de estructuras metálicas para moldes o artículos terminados, haciendo necesario el empleo de soldaduras oxiacetileno o de acero. Está operación no se hará en sitios donde existan vapores orgánicos o materia prima inflamable, en casetas o con extractores portátiles equipados con filtros adecuados para evitar que los vapores provenientes del fundente contaminen la atmósfera. El uso de estos equipos se hará acorde a las recomendaciones de fabricantes y proveedores, con especial cuidado en el manejo de equipo "Oxiacetileno" y el almacenamiento de los envases correspondientes.

Las herramientas de corte y afilado deben entrar con guardas, además el equipo de seguridad, será accesible y estará en condiciones de uso.



5.5. EXTINTORES.

De particular importancia, del tipo y en cantidad necesaria acorde a reglamentación existente, estarán colocadas en lugares de fácil acceso perfectamente indicados. Es obvio que el mantenimiento de este equipo será rigurosamente observado, sin olvidar la protección de polvo y humedad, que se puede lograr con bolsas de polietileno transparente, en lugar de vitrinas.

Es conveniente contar con depósitos de arena con ruedas o carretillas que faciliten su transporte y las palas o cucharas correspondientes, pues la arena además de ser útil en caso de incendio, puede ser empleada para absorber los derrames accidentalmente de materiales líquidos.

Derrames de solventes



Dependiendo del número de empleados y trabajadores, se establecerán programas de capacitación, procedimientos de evacuación y responsabilidades para cada miembro de la empresa, evitando de esta forma posibles confusiones en el momento crítico. Se sugiere efectuar simulacros periódicamente y se recuerda que el empleo de agua no es recomendable, pues los disolventes tienen una menor gravedad específica y al flotar extenderán el siniestro.

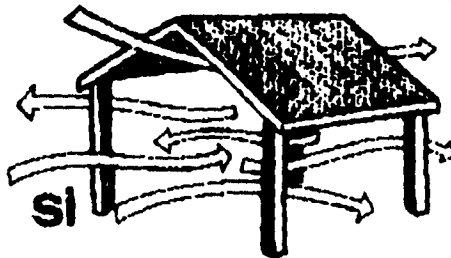
5.6. VENTILACION.

Una ventilación adecuada, tiene por objeto mantener en límites bajos la concentración de vapores orgánicos, disminuyendo así el riesgo de explosividad y cumpliendo con requisitos ambientales y laborales, pues existe una reglamentación en cuanto a valores "TLV" ó "TWA" (la concentración máxima promedio de 8 horas de trabajo, 5 días a la semana, de polvo, niebla o vapor de componentes orgánicos o inorgánicos). Estos valores tienen un alto margen de seguridad y excederlos de manera ocasional o esporádica no implica necesariamente afectación o daño al trabajador. Con las premisas anteriores y siguiendo al análisis de eventos,

PROTECCION AMBIENTAL, SEGURIDAD E HIGIENE

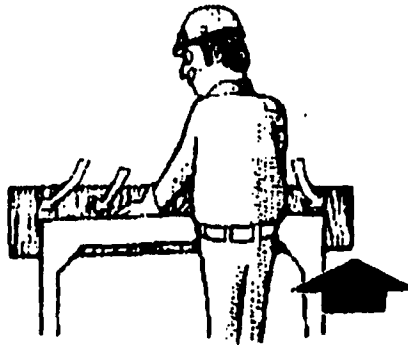
encontramos las siguientes zonas o áreas donde la ventilación es imprescindible recordando que las tomas de los extractores deben estar a nivel de piso, pues los principales componentes volátiles de resinas y pinturas tienen una densidad mayor que la del aire, tendiendo a depositarse en el piso (densidad de vapor de monómero de estireno y monómeros acrílicos = 3.0, metil etil cetona = 2.5, acetona = 2, aire = 1). Los extractores deben contar con filtros de sólidos y filtros de carbón activado que permite la recuperación de disolventes al ser lavado con vapor de agua y puede ser activado tantas veces como sea necesario.

El volumen de aire por circular, depende básicamente de la cantidad de vapores desprendidos, pero en el caso de aplicación de resina/fibra de vidrio se requiere de $3\text{m}^2/\text{min}$; y los conductos de descarga atmosférica tendrán "Puertos" de muestreo, para evitar que las regulaciones de concentración de vapores orgánicos contaminantes no excedan los límites establecidos.



SI

Los locales sin paredes no presentan problemas.



Extraiga el aire a la altura o más abajo del punto donde se generan los vapores

Independientemente de necesidades particulares, las áreas donde la ventilación es necesaria son:

Almacén de materia prima.

El manejo de materia prima y su envase a cantidades adecuadas para la operación llega a ocasionar concentraciones de vapores orgánicos contaminantes, el empleo de extractores y su operación intermitente o continua estará condicionada por nuestras necesidades.

Casetas de aplicación.

Las casetas, construidas con materiales no inflamables, son los lugares críticos de ventilación, se estima que en el proceso de aspersión se desperdician de 7 a 15 kgs. de componentes por tambor, de los que aproximadamente 40%, son de estireno, y por lo que se refiere a pinturas, aproximadamente el 70% de su peso es de componentes volátiles, por lo

PROTECCION AMBIENTAL, SEGURIDAD E HIGIENE

que el manejo adecuado de los vapores organicos contaminantes es una necesidad, lo que se satisface con extractores.

Areas de curado.

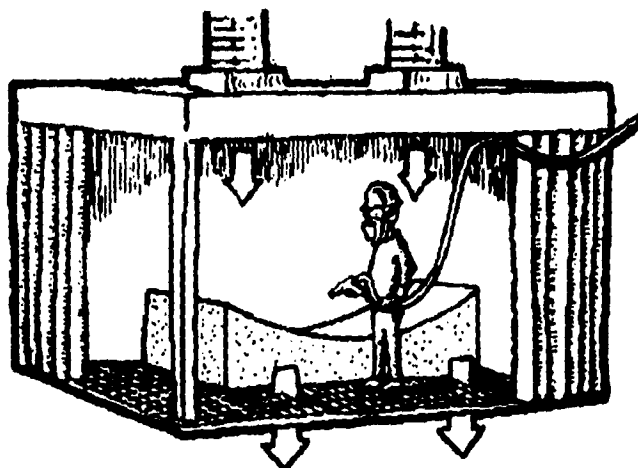
Durante la polimerización de las resinas poliéster se desprende vapores de monómero de estireno. Esta evaporación, que se estima en 45 grs. de monómero/m²/ hora a 25°C y que puede disminuirse con supresores de evaporación, empleo de resinas con poco estireno, etc., podría exceder los límites de TLV, por lo que es aconsejable el empleo de extractores.

Area de mezclas.

En algunas ocasiones es necesario efectuar mezclas para homogeneizar las resinas o agregar cargas, pigmentos, aceleradores, etc., se sugiere hacer estas mezclas con los recipientes convenientemente cerrados y en algunos casos, el almacén de materia prima puede ser el lugar adecuado para está operación.

Area de lijado.

La producción de polvo en esta parte de la operación es inevitable. El empleo de aditamentos en el equipo de corte o lijado es conveniente, así como llevar a cabo esta operación en áreas con extractores y espejos o cortinas de agua. De esta manera el polvo proveniente de esta operación, que es sumamente abrasivo, se elimina con facilidad.



5.7. DESPERDICIOS.

El establecimiento de sistemas adecuados de producción, mejoramiento de procesos y capacitación traerá como resultado la disminución de desperdicios, beneficiando los recursos económicos de la empresa. Sin embargo a pesar de los esfuerzos, existen desperdicios constantes en recorte de fibra de vidrio/resina, que no siendo considerado residuo peligroso o contaminante, pues satisface el análisis CRETl (Corrosión, Reactividad, Explosividad, Toxicidad, Inflamabilidad), cuando no se abusa de catalizador ó estireno, no por ello deja de ocasionar problemas de almacenamiento, manejo, transporte, etc., lo que representa un costo.

Por esta razón se sugiere disminuir el desperdicio, empleando plantillas de corte para el refuerzo, calibrar los equipos de aspersión y pesar o

medir la resina, catalizador y componentes necesarios, lo que representa un ahorro considerable y menor contaminación.

Otra opción consiste en la reutilización de recortes que pueden ser molidos en molinos de cuchillas de acero y emplearse posteriormente como carga para concreto en pisos, techos, paredes, aplanados, etc., y en los procesos productivos usarse como carga aumentando propiedades mecánicas.

Se sugiere también, la sustitución de estopa por franelas o recortes de tela de algodón, estos pueden ser lavados tan frecuentemente como sea necesario y su reutilización es obvia. Los desperdicios no reciclables o recuperables deben ser almacenados en recipientes cerrados y enviados a tiraderos autorizados.

5.8. AGUA.

Por lo que se refiere a contaminación de agua, la industria de plástico reforzado con fibra de vidrio, emplea este recurso natural solamente como refrigerante y lubricante en equipos de corte o en procesos de lijado, siendo necesario un colector, separar por decantación las partículas sólidas y reutilizar este insumo, pues no se requiere tratamiento químico. Se debe tener especial cuidado en no arrojar productos químicos al desagüe, pues contaminan una gran área independientemente del riesgo que

PROTECCION AMBIENTAL, SEGURIDAD E HIGIENE

conlleva y se sugiere la captación y aprovechamiento de aguas pluviales para riego y limpieza.

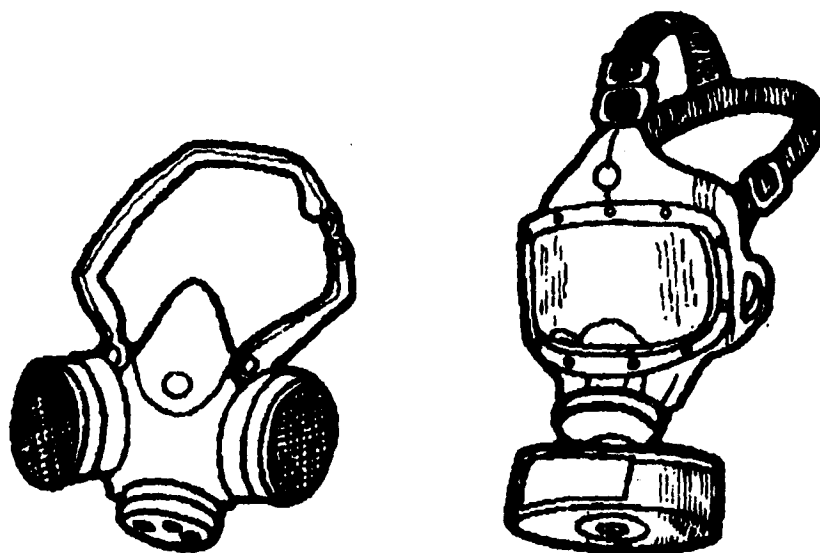
5.9. EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL.

Es indudable que el recurso humano es el elemento más valioso de toda empresa o industria. Por lo que se refiere al equipo de protección personal, del análisis de eventos se desprenderán las necesidades particulares por satisfacer a cada uno de los trabajadores y el equipo de protección personal necesario, que es a grandes rasgos el siguiente:

1.- Mascarillas respiratorias: pueden ser para polvos, vapores orgánicos, con alimentación de aire, etc., dependiendo del lugar y forma de trabajo, el operador debe ser instruido en el uso adecuado de este equipo.

2.- Protección facial y visual: acorde a requerimientos de operación consiste en anteojos de seguridad o protección facial completa, esta se sugiere en caso de riesgo de salpicadoras y manejo de líquidos a presión.

3.- Guantes: básicamente de camaza, lona o vinilo, deben emplearse según requerimientos operacionales. Los guantes de vinilo pueden resultar incómodos por lo que se sugiere la utilización de guantes de algodón, para ser más cómodo el empleo de estos, o el uso de guantes desechables de látex.



Mascarillas para polvos en las operaciones de lijado y para vapores si no hay suficiente ventilación



Guantes de camaza, lona o vinilo

5.10. ROPA.

La ropa empleada debe ser de algodón, evitando mangas largas o partes sueltas, en los casos necesarios zapatos de seguridad y cinturones de carga. Los trabajadores no deben usar anillos, pulseras, brazaletes, reloj, etc., durante sus labores, evitando la posibilidad de accidentes con partes en movimiento y la acumulación de suciedad en estos objetos.

5.11. ACCESORIOS.

El empleo de carretillas, diablos de carga, balanceador de tambores, etc., facilita las operaciones de trabajo y disminuye los riesgos de accidentes, pero al igual que todo el equipo debe mantenerse en condiciones óptimas de operación.

5.12. AREAS DE DESCANSO.

Los sitios de alimentación y descanso deben estar alejados de áreas productivas y contar con el mobiliario necesario para su finalidad.

Por lo que se refiere a servicios sanitarios, es necesario un buen mantenimiento así como la iluminación y ventilación adecuadas. Limpieza periódica con microbicidas y fungicidas son aconsejables para evitar infecciones cutáneas. En algunos casos se sugiere regaderas y lava ojos

PROTECCION AMBIENTAL, SEGURIDAD E HIGIENE

de emergencia, que deberán estar colocados en lugares accesibles, fácil y rápidamente identificables.

Además los trabajadores deben ser examinados periódicamente por servicios médico autorizados y contar con historial médico, de esta forma se pueden prever riesgos y enfermedades. El botiquín tendrá los medicamentos e instrumental requerido por el servicio médico.

5.13. SEÑALAMIENTOS.

Rótulos, avisos, etc., estarán perfectamente colocados para ser observados por trabajadores y visitantes. Rutas de evacuación o escape, instructivos de emergencia, primeros auxilios, etc., deben ser visibles y pintados con tintas o pinturas FOSFORESCENTES. Además es necesario establecer programas y simulacros de emergencia.

A continuación se detallan desde el punto de vista seguridad, manejo y almacenamiento, los materiales que se emplean con mayor frecuencia en esta industria, haciendo notar que algunos TLV o TWA pueden ser obsoletos, pues las reglamentaciones existentes están siendo revisadas constantemente.

5.13. RESINA POLIESTER/GEL COATS.

La solución en monómero de estireno de las resinas poliéster es moderadamente inflamable, no representando un peligro inminente su almacenamiento y empleo siempre y cuando se sigan las siguientes sugerencias:

El almacenamiento debe hacerse en sus envases originales, en áreas cubiertas y bien ventiladas, de tal manera que la temperatura de almacenamiento no exceda 25°C. Cuando la resina se almacena en recipientes de gran capacidad se recomienda una limpieza periódica. Los tanques deben tener un tubo de venteo recto y con un dispositivo para no permitir la entrada de humedad.

En caso de salpicaduras de este reactivo que ocasiona irritación en la parte afectada, es necesario limpiar la piel con una crema limpiadora o acetona, lavando inmediatamente con agua y jabón. La ropa contaminada debe ser lavada antes de usarse nuevamente.

5.14. ACELERADORES.

Los aceleradores son generalmente soluciones de sales metálicas en disolventes alifáticos, y su almacenamiento requiere de áreas cubiertas y ventiladas con temperaturas no mayores de 25°C. Es importante recordar que la mezcla de acelerador y catalizador es explosiva, por lo que el

PROTECCION AMBIENTAL, SEGURIDAD E HIGIENE

almacenamiento de estos productos debe hacerse en áreas perfectamente definidas, no permitiendo una colocación contigua.

5.14.1 SALES METALICAS (NAFTENATO DE COBALTO).

La presentación consiste en una solución al 6% de la sal en gas nafta, por lo que las condiciones de almacenamiento no varían a las indicadas anteriormente. En caso de salpicadura la parte afectada debe lavarse con jabón y agua y si la salpicadura es en los ojos se sugiere un lavado abundante con agua.

5.14.2 ANILINAS.

En ocasiones a fin de acelerar el gelado y curado de la resina poliéster, se emplea derivados de anilinas, materiales clasificados como altamente tóxicos y que pueden ser absorbidos por la piel en el caso de salpicadura, o a través de las vías respiratorias por inhalación de vapores. Por lo que en este caso el uso de equipo protector es imperativo. Si la ropa es contaminada debe lavarse inmediatamente con agua y jabón. Si la contaminación es en los ojos deben lavarse inmediatamente con abundante agua por un periodo de 15 min.

5.15. CATALIZADORES.

Los catalizadores empleados con mayor frecuencia en el área de plásticos reforzados, son el peróxido de metil etil cetona y peróxido de benzoino cuando el curado de la resina poliéster se efectúa a temperaturas mayores de 80°C.

5.15.1. PEROXIDO DE METIL ETIL CETONA.

Este es un compuesto que solo es sumamente explosivo, por lo que para su utilización industrial se prepara en soluciones no plastificantes. El almacenamiento debe hacerse bajo las siguientes condiciones:

- 1.- Almacenar en lugares fríos (temperaturas no mayores de 25°C).
- 2.- No se exponga directamente a la luz del sol.
- 3.- Evítese el contacto con flamas o fuentes de calor.
- 4.- Evítese el contacto con aceleradores.
- 5.- Evítese contaminaciones con materiales metálicos.
- 6.- Guardese en envases originales.
- 7.- Evitar el manejo brusco.
- 8.- Cuando se emplee equipo de aspersión este debe lavarse con metil etil cetona.

Siendo el peróxido de metil etil cetona un oxidante energético, durante su manejo se sugiere el empleo de equipo protector y en caso de salpicadura se sugiere lavar la parte afectada con agua y jabón. Cuando la salpicadura es en los ojos, estos deben lavarse con agua y una solución recién preparada de carbonato de sodio al 2% en agua. Para el uso de este material se sugiere una ventilación adecuada y el empleo de mascarillas protectoras.

Los desperdicios de peróxido de metil etil cetona deben ser destruidos por el fuego, estos se colocan en un material no combustible y se aplica un soplete de gasolina.

5.15.2. PEROXIDO DE BENZOILO.

Material con apariencia de polvo blanco y granulado, es altamente explosivo cuando se presenta libre de humedad y si la temperatura de almacenamiento es mayor a 75°C. La adición de agua disminuye este riesgo, por lo que la presentación comercial contiene de 25-30% de agua, debiendo tomar precauciones para evitar la evaporación y posible descomposición del material. El almacenamiento y manejo de este material debe efectuarse bajo las siguientes condiciones:

- 1.- La temperatura de almacenamiento no debe ser mayor a 25°C. No se exponga directamente al sol.**
- 2.- Evite el contacto con llamas o fuentes de calor.**

PROTECCION AMBIENTAL, SEGURIDAD E HIGIENE

- 3.- Evite el contacto o mezcla con aceleradores.**
- 4.- Evite contaminación con virutas de fierro, cobre u otros metales.**
- 5.- Guardar en envases originales.**
- 6.- Evite el manejo brusco.**

Los desperdicios deben ser destruidos como en el caso anterior.

5.16. MONOMEROS REACTIVOS.

Como se ha explicado anteriormente la presentación comercial de la mayor parte de las resinas poliéster consiste en una disolución de la parte alquídica en un monómero reactivo, generalmente monómero de estireno, aunque en algunos casos y dependiendo del empleo específico pueden usarse algunos otros monómeros reactivos como: monómero de metil metacrilato, orto dicloro estireno, etc. En su mayoría estos productos son

buenos disolventes de grasas por lo que debe evitarse el contacto prolongado con la piel. Los monómeros reactivos son inflamables y sumamente reactivos por lo que su almacenamiento debe efectuarse en lugares cubiertos bien ventilados y a temperatura no mayor de 25°C, evitando la presencia de flamas o chispas. El manejo de estos monómeros debe efectuarse con equipo apropiado, y en caso de salpicadura debe lavarse con agua y jabón.

5.17. PIGMENTOS.

Estos materiales se emplean generalmente en forma de pastas o dispersiones en plastificantes o resinas poliéster, por lo que prácticamente no representan ningún riesgo especial durante su almacenamiento y manejo.

5.18. CARGAS.

Los materiales comunmente empleados como cargas (carbonato de calcio, talco, caolín, etc.), no representan riesgos notables durante su almacenamiento y manejo. Sin embargo, se debe evitar su inhalación con el empleo de filtros apropiados y por ser polvos secos pueden generar estática cuando se sujetan a fricción por mezclado, sugiriéndose un aterrizado eléctrico.

5.19. MATERIALES DE REFUERZO.

El refuerzo tradicional en esta industria, la fibra de vidrio es un material no combustible, requiriendo de áreas secas y recubiertas para su almacenamiento. Por lo que respecta a riesgos para la salud, algunos usuarios de este material presentan irritaciones cutáneas debido al roce con el material, siendo prácticamente inocuo por lo que respecta a toxicología.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

5.20. AGENTES DESMOLDANTES.

De acuerdo a las clasificaciones anteriores, los agentes desmoldantes pueden ser soluciones acuosas, en disolventes, ceras y películas. En términos generales las películas, ceras y soluciones en disolventes, son altamente inflamables, por lo que su almacenamiento requiere de áreas cubiertas, ventiladas y aisladas. Por lo que respecta a riesgos para la salud, este material puede considerarse inocuo si se toman las precauciones generales durante su manejo.

5.21. DISOLVENTES.

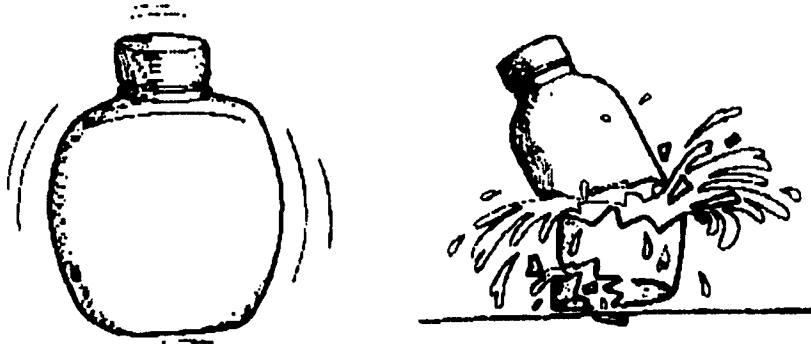
En este tipo de industria es común el uso de ciertos disolventes tanto para limpieza de equipo como para productos terminados. El manejo de disolventes siempre implica riesgo, básicamente por su alta inflamabilidad por lo que deben ser almacenados en sus envases originales o recipientes de seguridad, en lugares bien ventilados y retirados de flamas. Los disolventes empleados con mayor frecuencia en este tipo de industria son: acetona y metil etil cetona.

5.22. RESINA CURADA.

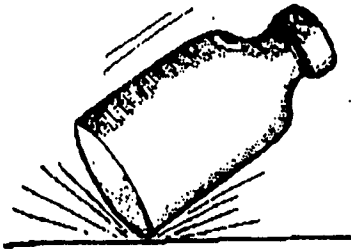
La resina curada es prácticamente inocua, es decir no produce intoxicaciones. Sin embargo, el polvo desprendido durante algunos

PROTECCION AMBIENTAL, SEGURIDAD E HIGIENE

procesos de maquinado pueden ocasionar problemas en las vías respiratorias, por lo que se sugiere el empleo de mascarillas y una buena ventilación.

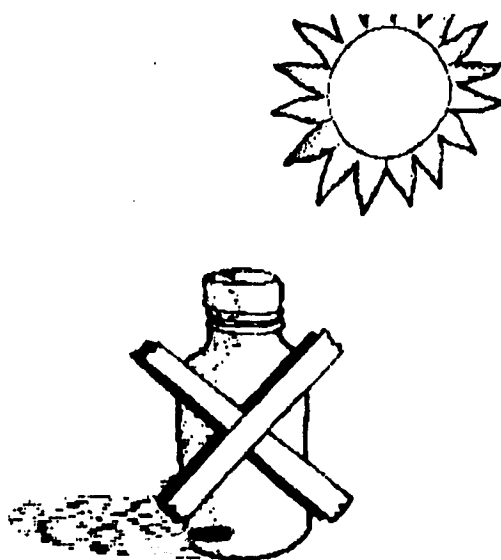


Use recipientes de plástico y no de vidrio



No utilice recipientes de metal

PROTECCION AMBIENTAL, SEGURIDAD E HIGIENE



No debe exponer los materiales al sol

CAPITULO 6

CONCLUSIONES

La finalidad del presente trabajo es dar recomendaciones al fabricante de piezas de plástico reforzado con fibra de vidrio, que utiliza los procesos manual, aspersión o ambos, los cuáles son los más utilizados en México para satisfacer las necesidades del plástico reforzado en nuestro país.

Ahora los fabricantes cuentan con una guía que va desde las características y aplicaciones de la fibra de vidrio en la industria del plástico reforzado, así como una explicación detallada de la elaboración de piezas por estos procesos, el tipo de materias primas, los utensilios y herramientas necesarias, y el método a seguir.

Algo que es muy importante para mantener una sana economía del negocio es la estimación del costo de las partes laminadas a través de los procesos manual y de aspersión, lo que va a permitir al fabricante conocer los costos reales de los productos que van a ser fabricados a través de los diferentes departamentos o estaciones de trabajo, por medio del método presentado en este trabajo, el cuál podrá ser aterrizado para cada una de las empresas sin importar el tamaño de la empresa.

Otro punto importante a destacar es la protección del medio ambiente y del operario, ya que en México se comienza a trabajar con normas internacionales, por lo que se ofrece una guía acerca de almacenamiento y

CONCLUSIONES

manejo de materias primas, áreas de trabajo, iluminación, ventilación, extractores de aire, ropa y protección para los trabajadores, así como recomendaciones en caso de accidentes.

Con la elaboración de este trabajo estamos seguros que los fabricantes de plástico reforzado con fibra de vidrio contarán con la información necesaria para corregir las deficiencias estructurales de sus productos, aumentando así la calidad del producto final y esperando de alguna forma beneficiar a la industria del Plástico Reforzado de nuestro país.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- BJORKSTEN, J.
Polyesters and their applications. Reinhold Publishing, Co.
Ney York 1958.
(Libro)
- 2.- GAYLORD, M.W.
Reinforced Plastics, Theory & Practice Cannerns
Pub. Co. Boston 1974
(Libro)
- 3.- WEATERHEAD, R.G.
FRP Technology. Applied Science Publ.
London, 1980
(Libro)
- 4.- DARSIE, D.
Los Plásticos reforzados con fibra de vidrio
Ed Americanae, Argentina 1980
(Libro)
- 5.- FIBERGLASS RP REPORT.
Wood, Huges Tames Ltd, Toronto, Canada.
(Varios)
- 6.- OWENS CORNING- FIBERGLAS CORP. - VITRO FIBRAS S.A.
Designining Matched Die Molded Fiberglass.
Materials for Matched Die Molding.
Reinforced Plastics Parts.
Reinforced Plastics Part Guide to Hand Lay up & Spray Up.
Fiberglass Reinforced Plastics
(Literatura Comercial)
- 7.- BOLETINES
O.S.H.A. (USA)
- 8.- BOLETINES
E.P.A. (USA)