

MANUAL DE PLÁSTICOS PARA DISEÑADORES

Facultad del Hábitat

José Fernando Madrigal Guzmán

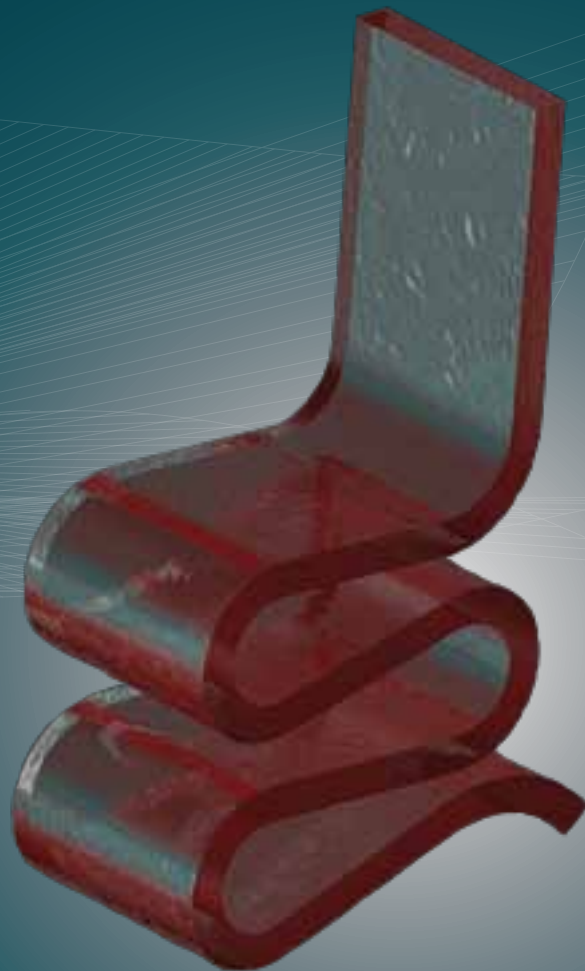
Ranganath Shastri

Gerardo Arista González

Luis Rodríguez Morales



Facultad del
Hábitat



Manual de plásticos para diseñadores



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE SAN LUIS POTOSÍ

Manual de plásticos para diseñadores

José Fernando Madrigal Guzmán, Ranganath Shastri,
Luis Rodríguez Morales, Gerardo Javier Arista González

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Manuel Fermín Villar Rubio

Rector

David Vega Niño

Secretario General de la UASLP

Facultad del Hábitat

Anuar Abraham Kasis Ariceaga

Director

Diseño Editorial

José Fernando Madrigal Guzmán

Cynthia Castillo Vargas

Agustín Martínez Anguiano

Diseño de portada

Manuel Guerrero Salinas

Luis Ángel Maldonado Reyes

Manual de Plásticos para Diseñadores

José Fernando Madrigal Guzmán

Ranganath Shastri

Gerardo Javier Arista González

Luis Rodríguez Morales

Primera Edición 2013

ISBN: 978-607-7856-71-9

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Álvaro Obregón 64, San Luis Potosí, S.L.P.

Prohibida su reproducción parcial o total

bajo cualquier medio, sin la debida autorización

por escrito de los poseedores de los derechos de autor

Impreso en México

M.D.I. José Fernando Madrigal Guzmán

Diseñador Industrial, profesor investigador de tiempo completo, Miembro del cuerpo académico "Hábitat Sustentable", Instituto de Investigación y Posgrado de la Facultad del Hábitat, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Dr. Ranganath Shastri

Ingeniero Químico, director of Technical Research & Industry Liaison en CIATEQ, Unidad Estado de México

Dr. Gerardo Arista González

Arquitecto, profesor investigador de tiempo completo, Miembro del cuerpo académico "Hábitat Sustentable", Instituto de Investigación y Posgrado de la Facultad del Hábitat, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Dr. Luis Rodríguez Morales

Diseñador Industrial, profesor investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Cuajimalpa. Departamento de Teoría y Procesos del Diseño, miembro del cuerpo académico Evaluación del diseño centrada en el usuario.

A los diseñadores de México con la esperanza que este manual les sea de mucha utilidad para realizar buen diseño sustentable en nuestro país.

Agradecemos a los directivos de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí que hicieron posible la impresión de esta primera edición.

ÍNDICE

Introducción	12
Tipos de plásticos	14
Termoplásticos	15
1. Polietileno (PE)	16
2. Polipropileno (PP)	17
3. Poliestireno (PS) y (PSAI)	18
4. Cloruro de Polivinilo (PVC)	20
5. Acrilonitrilo/Butadieno/Estireno (ABS)	21
6. Estireno Acrilonitrilo (SAN)	22
7. Acrílico (polimetilmetacrilato, PMMA)	23
8. Policarbonato (PC)	24
9. Nylon (poliamida)	25
10. Polietilen Tereftalato (PET)	26
11. Poliester (Polibutileno Tereftalato, PBT ó PBTP)	27
12. Acetal (polioximetileno, POM)	29
13. Óxido Polifenileno Modificado y Ether Polifenileno (PPO, PPE)	30
14. Polisulfone, Polietherimide, y Poliethersulfone (PSO, PEI, PES)	31
15. Poliuretano Termoplástico (TPU)	32
Termofijos	33
1. Resina epoxica (EP)	33
2. Poliéster no saturado (UP)	34
3. Poliuretano (PUR)	35
4. Silicones (SI)	36
5. Resinas Fenólicas (FP)	37
6. Resinas Urea Folmaldehido (UF)	38
7. Resinas de Melamina (MF)	39
Comparacion de termoplásticos con termofijos	40
Elastómeros	41
1. Elastómeros de butadieno-estireno	43
2. Neopreno	45
3. Elastómeros de Polisufro y de Siliconas	46
4. Hypalón (EPDM)	46
5. Elastómeros de Poliuretano (TPU)	47
6. Fluorelastómeros	47

7. Poliisoprenos	48
8. Polibutadieno	49
Parámetros para seleccionar los plásticos	50
Costeo y mercadeo	51
Factores para diseñar	52
Comportamiento de los plásticos	53
Principales factores y propiedades de los plásticos que influyen en el diseño de objetos	53
1. Absorción de agua	55
2. Acabados	55
3. Aditivos	55
4. Agujeros	56
5. Ángulo de salida	57
6. Costillas	57
7. Conductividad térmica	58
8. Constante dieléctrica	58
9. Contracciones	58
10. Cuerdas y roscas	58
11. Densidad	59
12. Dureza	59
13. Elongación a la ruptura	59
14. Espesores de pared	60
15. Esquinas	60
16. Flamabilidad	61
17. Índice de refracción	61
18. Insertos	61
19. Marcas de proceso	62
20. Nervios de refuerzo (costillas)	63
21. Propiedades ópticas	64
22. Resistencia a la compresión	64
23. Resistencia a la flexión	64
24. Resistencia a la tensión	65
25. Resistencia a productos químicos.	64

26. Resistencia al arco.	65
27. Resistencia al calor continuo.	65
28. Resistencia al impacto	66
29. Resistencia dieléctrica	66
30. Temperatura de ablandamiento	66
31. Tolerancias	66
32. Transmitancia lumínica	67
33. Uniones	67
Procesos de Fabricación	70
Procesos para transformar o moldear polímeros	71
1. Calandrado	73
2. Inyección	74
El molde de inyección	76
Tipos de moldes	76
3. Soplado	77
4. Extrusión	79
5. Compresión	81
6. Rotomoldeo	84
7. Termoformado al vacío	85
8. Termoformado gravedad y por macho y hembra	87
9. Termoformado lineal	88
10. Prototipado rápido	89
11. Moldeo manual.	92
Diseño y Sustentabilidad	94
Reciclaje y reuso de los plásticos	96
Proceso de reciclaje del plástico	98
Plásticos, Diseño y Sustentabilidad	99
Los materiales plásticos y su uso en la industria de la construcción	108
Reciclaje de plásticos en la construcción	122
Recuperación y reuso de algunos productos de plástico como el PET	125
Bibliografía	128
Sitios web de consulta	130

INTRODUCCIÓN

El propósito de este manual de plásticos es el de servir como referencia a estudiantes de diseño que lo tomen para consulta. Su contenido podrá ayudar a conocer las características básicas de los principales materiales plásticos termofijos, termoplásticos y elastómeros, es decir, su definición, algunas propiedades físicas, limitaciones y conveniencias de uso para cada material.

Además se presenta una referencia de los diferentes procesos de manufactura, con una descripción somera de los principios de trabajo, así como una idea general de sus procesos de producción, así como de sus aplicaciones, el funcionamiento de los moldes y ejemplos de productos.

Adicionalmente se induce a una reflexión sobre el diseño y sostenibilidad de los plásticos, desde dos enfoques, diseño industrial y arquitectura..

Este trabajo no pretende ser exhaustivo sino un punto de partida en el conocimiento de los polímeros sintéticos más empleados.

TIPOS DE PLÁSTICOS



Hoy en día los plásticos se obtienen del petróleo, pero no es la única fuente que pueden tomar para su fabricación, ya que el carbón con cal da lugar al carburo de calcio, que procesándose, sirve para obtener el acetileno y a partir de él, etileno y vinilo, monómeros ampliamente utilizados para la elaboración de Polietileno y PVC. También existen como fuente natural dos desechos orgánicos y caña de azúcar para obtener alcohol etílico y posteriormente etileno. Estas dos fuentes continúan a nivel de laboratorio, pero se espera tengan un mayor impulso a raíz de la escasez del petróleo.

Los materiales plásticos además de tener características de versatilidad en aplicación, bajo peso, ser fáciles de procesar y tener rapidez de producción, la mayor ventaja que presentan, es que consumen menor energía para su obtención y transformación que los metales o el vidrio.

Los plásticos se clasifican por su comportamiento al calor en TERMOPLÁSTICOS, TERMOFIJOS Y ELASTÓMEROS. Los primeros son aquellos que si se les aplica calor se reblandecen o se funden y nuevamente pueden moldearse para obtener otro producto; a diferencia de los termofijos, ya que éstos después de obtener el artículo final si se les aplica calor se degradan y carbonizan, eliminando toda posibilidad de ser reprocesados. Los elastómeros son aquellos que presentan una elevada elasticidad; se deforman cuando se someten a un esfuerzo, pero recuperan su forma original cuando deja de ejercerse esa fuerza sobre ellos.

TERMOPLÁSTICOS

Los polímeros termoplásticos se reblandecen al aplicarles calor, es por ello que pueden moldearse por diferentes procesos como el de inyección que es tal vez el más importante. Sin embargo si se excede la temperatura se queman.

Los principales son:

1. Polietileno (PE)
2. Polipropileno (PP)
3. Poliestireno (PS)
4. Cloruro de polivinilo (PVC)
5. Acrilo Nitrilo/Butadieno/Estireno (ABS)
6. Estireno Acrilonitrilo (SAN)
7. Acrílico (polimetilmetacrilato, PMMA)

8. Policarbonato (PC)
9. Nylon (poliamida, PA)
10. Polietileno Tereftalato (PET)
11. Poliéster o Polibutileno Tereftalato (PBT or PBTP)
12. Acetal (polioximetileno, POM)
13. Óxido Polifenileno Modificado (PPO) y Éter Polifenileno (PPE)
14. Polisulfone y Polietersulfone (PSO, PES)
15. Polietirimide (PEI)
16. Poliuretano Termoplástico (TPU)



1. Polietileno (PE)

Propiedades

- Excelente dureza
- Excelente resistencia química
- Translúcido y opaco
- Baja resistencia al calor
- Bajo precio
- Muy fácil de procesar

Aplicaciones

- Botellas, tapas
- Empaques, películas, bolsas
- Cubiertas de cable, tubos
- Juguetes
- Cintas para máquina de escribir
- Vajillas de uso diario

El polietileno es tal vez el polímero más común, es difícil que transcurra un día sin encontrarse con él muchas veces en diversas circunstancias. El linear, el de baja densidad y el de

alta densidad son tipos comunes. PE se caracteriza por una cadena estructura molecular extremadamente regular y flexible, son extremadamente resistentes y flexibles, su resistencia al calor y capacidad para sostener peso son limitadas; sin embargo tiene excelente resistencia química.

Son opacos excepto las delgadas y orientadas aplicaciones como películas en las que puede ser transparente. Su proceso térmico es excepcional. La simpleza química de los polietilenos se refleja en su precio relativamente bajo.

La mayoría del polietileno que se consume es utilizado para empaque. Bolsas, película, botellas para leche y otros líquidos, tanques, tambores de 55 galones, artículos del hogar, etc. Su mayor consumo es en película. A partir de los años 80, se hizo muy popular en dispositivos protectores para empaque.

El polietileno en polvo es utilizado en un proceso llamado rotomoldeo. El polvo se coloca en un molde abierto que al cerrarse es puesto en una cámara caliente, donde es girado en forma triaxial, mientras adquiere temperatura. El calor provoca que el polvo se funda y se adhiera a las paredes del molde. El calor se suspende y se mantiene la rotación; al enfriarse, se abre el molde y se extrae la pieza. Pueden ser producidos mediante este proceso vasijas, tanques y tambores con paredes extremadamente gruesas, con un costo relativamente más bajo que con otros procesos.

2. Polipropileno (PP)

Propiedades

- Propiedades físicas moderadamente bajas
- Resistencia al calor moderadamente baja
- Excelente resistencia química
- Translúcido a opaco
- Precio bajo
- Fácil de procesar

Aplicaciones

- Fibras (rafia), filamentos, películas, tubos

- Cubiertas, empaques
- Recipientes de baterías y ventiladores automotrices
- Piezas decorativas automotrices
- Empaques de bisagra para productos caseros. Ej. Jaboneras
- Juguetes, tapas de botellas, expendedores
- Artículos de uso general
- Recipientes para alimentos
- Algunos aparatos electrodomésticos
- Jeringas desechables

El polipropileno pertenece a la familia de las poliolefinas, se obtiene por la polimerización del gas propileno. Químicamente es muy similar al polietileno. Su presentación comercial es en forma de gránulos blancos translúcidos con apariencia cerosa. Básicamente existen dos grados comerciales de polipropileno: homopolímero y el copolímero.

Los productos fabricados son translúcidos y en caso de las películas son altamente transparentes y brillantes, puede colorearse en cualquier tono y tiene la capacidad de ser metalizado.

El PP homopolímero posee alta resistencia a los ácidos y bases y a temperatura ambiente no hay ninguna sustancia orgánica que lo pueda disolver. Además presenta resistencia a la temperatura y puede ser esterilizado con rayos gamma y con óxido de etileno. Tiene resistencia a la tensión, alta elongación y su resistencia al impacto es buena a temperatura ambiente pero mala a bajas temperaturas. El PP copolímero presenta resistencia al impacto a bajas temperaturas, es más flexible que el homopolímero, pero es menos resistente a la temperatura y a los productos químicos. Los PP pueden mejorar su resistencia al impacto cuando se les modifica con hules EPDM. Con el fin de abaratar costos e incrementar sus propiedades mecánicas, el PP se refuerza con carbonato de calcio, talco o fibra de vidrio.

3. Poliestireno (PS) y (PSAI)

Propiedades PS Cristal	Propiedades PSAI Alto impacto
Baja resistencia al impacto	Media resistencia al impacto
Razonablemente sólido y duro	

Propiedades PS Cristal	Propiedades PSAI Alto impacto
Pobre resistencia química	
Transparente	Opaco
Moderada resistencia al calor	
Bajo precio	
Muy fácil de procesar	
Excelente para el termoformado	
Aplicaciones PS	Aplicaciones PSAI
Envases y empaques rígidos	
Juguetes	
Aplicaciones decorativas para el hogar	
Empaques y cajas transparentes, jarras	Empaques opacos
Juegos de geometría	
Vajillas desechables	

El PS es el polímero base de la familia de los polímeros de estireno. Se obtiene directamente de la polimerización del monómero de estireno. Posee elevada transparencia y brillo superficial. Se surte en gránulos de color natural o pigmentados.

Por su buen balance de propiedades ha encontrado aplicación en múltiples sectores y el cuarto lugar de consumo global en el mundo. Es muy fácil de procesar. Por su elevado índice de fluidez, es posible moldear piezas de paredes delgadas y de gran complejidad con altos ciclos de producción. Es uno de los plásticos que ofrece las mejores características para el termoformado de piezas obtenidas a partir de lámina extruida. Presenta sin embargo una baja resistencia al impacto que lo hace frágil y quebradizo. En estado natural es fácilmente degradable por los rayos UV,



por lo que existen grados especiales formulados para abatir esta deficiencia. Presenta resistencia química contra la mayoría de los ácidos inorgánicos, álcalis y sales. Es atacado por hidrocarburos clorinados y aromáticos, ésteres y acetonas.

4. Cloruro de Polivinilo (PVC)

Propiedades

- Buenas propiedades físicas
- Baja resistencia al calor
- Buena resistencia química
- Transparente a opaco
- Bajo precio
- Resistente a la flama (auto extinguable)

Aplicaciones

- Empaque, película y hojas
- Mangueras, tubos y conexiones
- Botellas, popotes
- Piezas decorativas automotrices
- Perfiles para construcción
- Tarjetas de crédito
- Juguetes de playa
- Suelas de zapatos tenis

El Cloruro de Polivinilo es el termoplástico de mayor versatilidad porque tiene la capacidad de modificar sus propiedades con la adición de varios aditivos. De acuerdo a las características impartidas por estas sustancias y también del tipo de resina de PVC a emplear, se tienen tres grandes grupos de productos: flexible, rígido y plastisol. La presentación comercial es en forma de un polvo blanco o en gránulos. Los artículos resultantes pueden ser transparentes, translúcidos u opacos y su flexibilidad depende del contenido de plastificantes.

El PVC flexible presenta una superficie brillante, facilidad de colorearse con una gran variedad de pigmentos, alta resistencia al impacto y a la tensión y elongación. Posee alto aislamiento eléctrico y poder de auto extinguirse. Presenta buena resistencia química a los ácidos, bases y solventes orgánicos. Puede estar en contacto con alimentos cuidando que los aditivos usados

en su formulación no sean tóxicos. Puede ser espumado para reducir su peso y la cantidad de materia prima, aumentando así también su aislamiento eléctrico y térmico.

El PVC rígido se encuentra comercialmente en forma de polvo blanco y formulado en gránulos. Los artículos fabricados pueden ser transparentes translúcidos y opacos. Presenta buena dureza, resistencia a la tensión y flexión, pero su resistencia al impacto es baja, por lo que se usa un modificador de impacto para aumentarla. Posee buena resistencia a químicos con excepción de oxidantes como el ácido nítrico. También puede estar en contacto con alimentos cuidando que los aditivos usados en su formulación no sean tóxicos.

5. Acrilonitrilo/Butadieno/Estireno (ABS)

Propiedades

- Muy buena resistencia al impacto
- Buena solidez y rigidez
- Aceptable resistencia al calor
- Aceptable resistencia a químicos
- Transparencia y opacidad
- Precio moderado
- Fácil de procesar

Aplicaciones

- Utensilios de organización para el hogar
- Objetos para organización para oficina
- Carcasas de teléfonos
- Interiores de autos
- Equipaje
- Cartuchos de cinta y cassettes

Las moléculas del Acetal son relativamente simples, no contienen largos grupos como sucede en el poliestireno, ésto le da flexibilidad, lo que le permite producir una muy estable estructura cristalina.

La cristalinidad es el factor dominante en la determinación de sus propiedades, su resistencia a altos coeficientes de temperatura, su excelente resistencia al desgaste y a solventes.

Los lazos de carbono y oxígeno en la cadena principal de la molécula no son tan estables térmicamente como los lazos de carbono y carbono, esto limita la ventana de proceso para moldear el Acetal si se excede el punto de degradación térmico. Durante el proceso se produce una rápida descomposición con gas formaldehído como producto secundario.

Una segunda versión de este polímero es el acetal copolímero, donde el comonomero añade unidades de óxido de etileno al azar por toda la cadena molecular. Las ligas añadidas de etileno, incrementan la estabilidad térmica pero decrece la rigidez, el punto de distorsión térmica y resistencia.

El copolímero acepta reforzamiento, como la fibra de vidrio.

6. Estireno Acrilonitrilo (SAN)

Propiedades

- Baja resistencia al impacto
- Alta dureza
- Resistencia química razonable
- Moderada resistencia al calor
- Transparente
- Bajo precio
- Fácil de procesar

Aplicaciones

- Accesorios decorativos para baño
- Empaque de cosméticos
- Equipo para manejo de sangre
- Recipientes para electrodomésticos
- Interiores de refrigeradores
- Termos, vajillas y filtros para café
- Capelos de tocadiscos
- Cajas de acumuladores

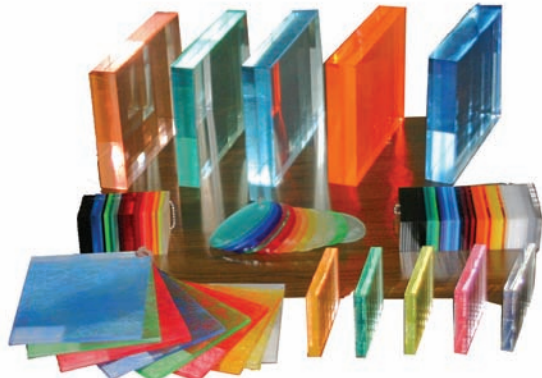
Las resinas SAN son copolímeros lineales de estructura amorfa, transparentes y son fácilmente procesables mediante técnicas de fabricación convencional. Se caracteriza princi-

palmente por su alta dureza, rigidez y estabilidad dimensional. Presenta brillo superficial, elevada temperatura de deflexión y resistencia química superior a la de los demás plásticos de la familia de poliestirenos. Puede modificarse con aditivos y refuerzos para balancearlo en sus propiedades, tales como resistencia al impacto, propiedad antiestática, y estabilización a rayos UV. Se aplica principalmente en recipientes de electrodomésticos, envases para productos cosméticos y farmacéuticos, carcasas para equipo de diálisis desechables, encendedores, etc.

7. Acrílico (polimetilmetacrilato, PMMA)

Propiedades

- Resistencia a impactos moderados
- Buena solidez y dureza
- Excelente transparencia
- Excelente resistencia al rayado
- Moderada resistencia al calor
- Precio moderado
- Fácil de procesar



Aplicaciones

- Instalaciones para iluminación
- Lentes
- Filamentos de fibra óptica
- Aplicación en placas y biseles
- Signos decorativos

El acrílico es tal vez el más estético de los polímeros. En su estado natural es claro como el agua con una transmisión lumínica del 92%, por lo que por su claridad es rival del cristal. Cuando se colorea se utiliza en anuncios luminosos en aplicaciones comerciales y domésticas.

Es uno de los termoplásticos con más dureza, lo cual lo hace muy resistente a ralladuras. También es muy estable ante la radiación ultravioleta, lo que lo hace mantener su claridad y color en exteriores. En un intento de eliminar su fragilidad, han sido desarrolladas versiones que soportan el impacto (caucho modificado) que conservan su claridad, pero pierden dureza, modulación y resistencia a rayaduras.

Se produce, al igual que el policarbonato (ver PC), en láminas de diferentes espesores, desde 1.5, 2, 3, 5 y 6 mm, siendo el de 3 mm el más común, y cuyo tamaño más comercial es de 1.20 x 1.80 m. Se consigue en cristal, perla, en una gran variedad de colores y en espejo. Su gran demanda se debe en parte a que puede cortarse fácilmente utilizando rayadores comunes, discos para madera, caladoras y routers, además puede doblarse por termoformado en forma lineal mediante concentraciones caloríficas producidas por resistencias o luz concentrada.

8. Policarbonato (PC)

Propiedades

- Excelente resistencia al impacto
- Muy buena resistencia al calor
- Retardante a la flama
- Excelente estabilidad dimensional
- Buena resistencia a rayos uv
- Transparente
- Precio moderado y alto
- Fácil de procesar

Aplicaciones

- Componentes automotivos exteriores
- Equipos de iluminación exterior
- Placas y biseles
- Ventanas de vehículos (no automóviles)
- Soportes y partes estructurales
- Componentes y suministros médicos
- Ventanillas antibalas
- Envases retornables y biberones esterilizables

El policarbonato es uno de los polímeros más usados en gabinetes de productos electrónicos. Su gran dureza, resistencia al calor y excelente estabilidad dimensional y de color, lo hacen un natural producto de oficina en cubiertas y envolventes. Hay muchos tipos de policarbonato que satisfacen un amplio rango de requerimientos. El tipo de cristal reforzado es excelente para componentes estructurales de interiores. La clase de estructura espumada

da rigidez y estabilidad a la maquinaria pesada de construcción. (el tipo de estructura espumada es usualmente pintado para una apariencia de calidad en el exterior).

El PC que contiene partículas PTFE tienen la suficiente resistencia al desgaste como para usarse en baleros de alta tolerancia y otras aplicaciones donde se requiere resistencia al desgaste.

Es transparente en su estado natural, con una transmisión lumínica del 92%, muy cercana al cristal (Es usual la utilización del PC en ventanas para obtener resistencia a golpes y rayones).

El PC admite retardantes a la flama con poca pérdida de sus propiedades incluyendo la transparencia, tiene sin embargo algunas desventajas como su regular resistencia a químicos, pues es atacado por muchos solventes orgánicos.

Los tipos de PC no reforzados tienen una resistencia relativamente baja a la fatiga.

El precio del policarbonato comercial restringe su uso en la mayoría de las aplicaciones de ingeniería. El reciente desarrollo de mercancías y equipo de negocios han permitido al policarbonato estar dentro del mercado de precios.

9. Nylon (poliamida)

Propiedades

- Excelente resistencia a la tensión
- Excelente rigidez, tenacidad y dureza
- Humedad significativa en el efecto de sus propiedades
- Muy buena resistencia al calor
- Excelente resistencia química (especialmente grasas y aceites)
- Excelente resistencia al desgaste
- Precio moderado y alto
- Limpio y fácil proceso
- Buenas propiedades de barrera a gases

Aplicaciones

- Conectores eléctricos
- Baleros, camas, engranes, hojas y rodamientos

- Ventiladores
- Carcazas y mangos para herramientas
- Recubrimiento de alambres y cables
- Mangos para herramientas
- Envases para productos alimenticios
- Película para envase y empaque

Existen varios tipos de poliamidas. Los PA 11 y PA 12 están basados en recursos naturales. PA 6/66, PA 6/10, PA 46 y PA 10/10 son copolímeros.

El nylon 6 es su nombre genérico. Perteneció a la familia de las poliamidas. Es el de mayor consumo. Puede modificarse con diversos aditivos, cargas minerales y refuerzos de fibra de vidrio, lo que hace que se amplíe su margen de aplicaciones. Las diferentes clases de nylon y poliamidas se caracterizan por su resistencia a la tensión, rigidez, tenacidad y dureza. Resisten especialmente a grasas y aceites y a la mayoría de los productos químicos. Son altamente higroscópicos, es decir, es el polímero que más absorbe agua.



El nylon 6/6 se obtiene de la hexametildiamina y de ácido adípico, tiene básicamente las mismas propiedades que el nylon 6, pero presenta menos resistencia al impacto, es menos flexible, y tiene menos tenacidad sin embargo es menos higroscópico. Su cristalinidad le da excelente resistencia a química a la mayoría de los solventes orgánicos. Se utiliza en lugares que están sometidos a temperaturas elevadas sin que muestre fallas. Mantiene un elevado balance de sus propiedades físicas, eléctricas y químicas, presenta además muy buenas propiedades de barrera de gases.

10. Polietilen Tereftalato (PET)

Propiedades

- Altamente higroscópico
- Elevada barrera a gases
- Elevada barrera a absorción de aromas

- Transparente y brillante
- Muy buena resistencia al impacto
- Elevada resistencia química
- Elevada fluidez en estado fundido
- Muy buena propiedad dieléctrica

Aplicaciones

- Empaques al alto vacío (película)
- Fotografía, video, audio y rayos x
- Envase de bebidas carbonatadas
- Compite con el pbt (por su resist. Térmica y eléctrica)
- Fibra textil de alta resistencia
- Artículos eléctricos

El origen del PET fue para su utilización en la industria textil como fibra textil de alta resistencia (p. ej Terylene, Trevira). Es el material con el que se hacen las películas flexibles de alta calidad (P. ej. el Melinex) Se usa también para la fabricación de botellas para bebidas carbonatadas y en el moldeo por inyección de artículos eléctricos, gracias a las buenas propiedades que posee como dieléctrico. Se obtiene a partir



del ácido tereftálico y del etilén glicol. Es un material altamente higroscópico, por lo que requiere de un proceso de deshumidificación previo a su transformación. La fabricación de botellas requiere de un proceso especial denominado inyección-soplo biorientado.

11. Poliester (Polibutileno Tereftalato, PBT ó PBTP

Propiedades

- Buenas propiedades físicas
- Excelente resistencia al desgaste
- Excelente resistencia química
- Alta resistencia al calor (reforzado)

- Opaco
- Precio moderado
- Fácil de procesar

Aplicaciones

- Máquinas de escribir, botones para computadora
- Baleros, camas y rodamientos gears
- Bobinas y rotores eléctricos
- Conexiones y relevadores eléctricos
- Bombas de construcción e impulsores
- Distribuidores y arrancadores de autos
- Soportes de luces delanteras de autos

El PBT tiene gran cristalinidad, ésto le da excelente resistencia a química a la mayoría de los solventes orgánicos, lo cual es un punto importante para determinar sus usos. Tiene baja polaridad y por eso baja absorción de agua, no obstante se degrada por exposiciones prolongadas en agua caliente o vapor de reacciones químicas. También tiene excelente resistencia al desgaste, a temperaturas de superficie que permanezcan abajo de 54 °C..

El PBT acepta rellenos y aditivos muy bien y por esa razón es disponible en gran variedad de clases. Los tipos sin reforzar tienden a tener relativamente baja resistencia a la distorsión térmica en condiciones de esfuerzo, debido a la temperatura de transición de cristales de aproximadamente 40 °C. La afinidad del PBT al reforzamiento le hace significativa más estable, esta afinidad se refleja también en la excelente fortaleza.

Debido a su baja absorción de agua, es más estable dimensionalmente. Tiene mucho éxito en conectores para la industria eléctrica, apagadores, distribuidores, bobinas, relevadores, etc. Sus propiedades eléctricas, soporte dieléctrico, resistencia al volumen y superficie, y específicamente al arco voltaico, son muy estables. El PBT reforzado es una de las resinas responsables de la obsolescencia del proceso de cocimiento usado en las últimas dos décadas para endurecer el plástico. Presenta pocas dificultades en su proceso.

Una aplicación especialmente interesante del PBT es la que se refiere a botones de tableros, cuya resistencia al desgaste, fácil procesamiento, estabilidad dimensional, fortaleza, resistencia química, y resistencia a la fatiga son fundamentales.

Hay además una propiedad inusual en el PBT, ésta es su aplicación a la impresión por medio de un proceso especial llamado “sublimatios printing”, donde los caracteres alfa-numéricos pueden ser impresos en múltiples colores. Esto permite que los botones constituyan partes armónicas, reduciendo en gran medida su difícil manejo y control de producción (antiguamente cada botón con una gráfica única, era producido en un molde de cavidad separada y tenía que ser insolada y marcada). La impresión penetra la superficie del botón, haciendo las huellas gráficas bastante durables. Con procesos de control adecuados, la resolución del signo o carácter, es excelente.

12. Acetal (polioximetileno, POM)

Propiedades

- Excelente resistencia al desgaste
- Muy buena solidez y rigidez
- Buena resistencia al calor
- Opaco
- Precios moderados a altos
- Procesamiento un poco restringido
- No absorben agua, no requieren secado previo

Aplicaciones

- Baleros, camas y rodamientos
- Rodamientos industriales ligeros
- Accesorios y partes para plomería
- Componentes de carburadores
- Componentes de conductores
- Plumas y hebillas
- Cuerpos de encendedores
- Mecanismos de cassettes para audio y video

Las moléculas del Acetal son relativamente simples, no contienen largos grupos como sucede en el poliestireno, ésto le da flexibilidad, lo que le permite producir una muy estable estructura cristalina.

La cristalinidad es el factor dominante en la determinación de sus propiedades, su resistencia a altos coeficientes de temperatura, su excelente resistencia al desgaste y a solventes.

Los lazos de carbono y oxígeno en la cadena principal de la molécula no son tan estables térmicamente como los lazos de carbono y carbono, esto limita la ventana de proceso para moldear el Acetal si se excede el punto de degradación térmico. Durante el proceso se produce una rápida descomposición con gas formaldehído como producto secundario.

Una segunda versión de este polímero es el acetal copolímero, donde el comonomero añade unidades de óxido de etileno al azar por toda la cadena molecular. Las ligas añadidas de etileno, incrementan la estabilidad térmica pero decrece la rigidez, el punto de distorsión térmica y resistencia.

El copolímero acepta reforzamiento, como la fibra de vidrio.

13. Óxido Polifenileno Modificado y Ether Polifenileno (PPO, PPE)

Propiedades

- Muy buenas propiedades físicas
- Buena resistencia al calor
- Poca resistencia a químicos
- Muy buena estabilidad dimensional
- Poca estabilidad al calor
- Opaco
- Precio moderado
- Algo difícil de procesar

Aplicaciones

- Componentes de aplicación en interiores
- Soportes y componentes estructurales en productos de oficina
- Grandes computadoras e impresoras domésticas (pintado y espumado)
- Cubiertas plateadas de llantas de automóvil
- Para cajas y conectores de switches de alta tolerancia eléctrica

Las resinas PPO Y PPE son similares en composición química y propiedades. La modificación de estas resinas son una compleja mezcla de un segundo polímero, usualmente poliestireno o

poliestireno butadieno. Variando la mezcla y los aditivos, son producidos una variedad de tipos. Sin modificar estos polímeros, se caracterizan por espacios regularmente cerrados en el anillo estructural (grupos de fenil) en la cadena molecular principal. Esta característica a lo largo con una fuerte atracción molecular, causa extrema dureza y falta de movilidad. Su baja polaridad molecular les da una baja absorción de agua. El proceso de ablandamiento o derretido del polímero es extremadamente difícil. Esta característica le da gran fuerza, alta “modulabilidad” excelente estabilidad dimensional, muy buena resistencia al impacto y alta resistencia a la distorsión térmica. Los polímeros modificados conservan estas propiedades en un alto grado. Ambas versiones, modificado y sin modificar, son atacadas por la mayoría de los solventes clorados y aromáticos.

14. Polisulfone, Polietherimide, y Poliethersulfone (PSO, PEI, PES)

Propiedades

- Excelentes propiedades físicas
- Excelente resistencia al calor
- Buena resistencia a químicos
- Transparente
- Resistente a la flama
- Baja emisión de humo
- Alto precio
- Algo difícil de procesar

Aplicaciones

- Tableros de circuitos moldeados por inyección
- Apagadores, bobinas de aceite y cajas para fusibles
- Piezas decorativas de interiores de aviones
- Componentes médicos y de construcción
- Artículos para manejo de comida
- Componentes aereoespaciales
- Conectores eléctricos para alta temperatura
- Ventanas de hornos

Utensilios de cocina para microondas. El PSO, PEI y PSE pertenecen a la misma familia de químicos, y son usados en aplicaciones similares, notienen ninguna diferencia significativa, los tres son

muy similares, el PSO tiene la mayoría de las cualidades de los otros dos en poca menos proporción. Todos tienen una regular, condensado y repetitiva estructura anillada de fenil en la cadena molecular principal. Esta característica contribuye en forma significativa a la atracción molecular entre los grupos fenil de diferentes moléculas, resultando una pequeña flexibilidad molecular y movilidad. Los polímeros en esta familia tienen muy bajos niveles de cristalinidad debidos a su inmovilidad, y son clasificados como amorfos. PSO es más susceptible a ser atacado por solventes polares. PEI y PES son resistentes a la gasolina y a aceites comunes.

El precio es probablemente la propiedad menos favorable de esta familia de polímeros. PSO con sus propiedades algo más reducidas, es también significativamente menor en precio. La resistencia a la temperatura y estabilidad dimensional en un amplio rango de ambientes es la propiedad clave en determinadas aplicaciones para estos polímeros. Ellos son ampliamente usados en aparatos médicos debido a su habilidad a resistir en forma repetida procesos de esterilización. Son usados en componentes para manejo de alimentos, servidores y tanques para bebidas, y utensilios de cocina, debido a las mismas propiedades. El crecimiento de los mercados eléctricos y electrónico se ha elevado en los últimos años. PEI y PES se usan en la nueva tecnología de inyección de tabletas de circuitos moldeadas.

15. Poliuretano Termoplástico (TPU)

Propiedades

- Alta tenacidad
- Gran resistencia al impacto
- Gran resistencia a la abrasión
- Excelente flexibilidad a baja temperatura
- Buenas propiedades físicas
- Buena resistencia al ozono y a la humedad
- Excelente resistencia a hidrocarburos alifáticos
- Ácidos y bases diluidas

Aplicaciones

- Defensas de automóviles
- Fuelles
- Suelas de zapatos
- Botas para hielo

- Recubrimientos de cables y mangueras
- Cribas y cuerpos de ciclones
- Arterias artificiales y válvulas de corazón

El poliuretano termoplástico es un materia de comportamiento similar al hule. Se diferencia del poliuretano termofijo en que es reciclable y se puede procesar por inyección, extrusión y soplado en máquinas convencionales.

Comercialmente se encuentra en forma de pellets de color translúcido, pero se puede pigmentar de cualquier color. Presenta gran resistencia al impacto y a la abrasión, superior a los demás plásticos. Su excelente flexibilidad a bajas temperaturas evita el craqueo.

TERMOFIJOS

Los plásticos termofijos son aquellos que se endurecen por medio del calor, siendo necesario en algunos casos el empleo de presión para ser moldeados, pero a diferencia de los termoplásticos, los termofijos no son regenerables por el calor como los termoplásticos..

A este grupo pertenecen:

- 1.- Resina epoxi (EP)
- 2.- Poliésteres no saturados (UP)
- 3.- Poliuretanos (PUR)
- 4.- Silicones (SI)
- 5.- Resinas Fenólicas, Fenol-Formaldehído (FP)
- 6.- Resinas Urea Folmaldehído
- 7.- Resinas de Melanina o Melamínicas, (Melaminas-Formaldehído)



1. Resina epoxica (EP)

Propiedades

- Amplios rangos de temperatura para curar
- Buenas propiedades mecánicas a elevadas temperaturas
- Excelente aislamiento eléctrico
- Excelente resistencia química

- Excelente estabilidad dimensional

Aplicaciones

- Transformadores de alto voltaje (aislamientos)
- Depositos de sustancias altamente corrosivas
- Recubrimiento de latas de conservas
- Recubrimientos a la intemperie

La resinas epoxi forman parte de los polímeros termofijos y como tales, requieren de agentes de curado para llevarlos a su estado endurecido final.

Se obtienen a partir de epiclohidrina que reacciona con bisfenol-A, novolacas y olefinas para dar lugar a diferentes grados de resina epoxi. Se pueden representar sólidas como recubrimientos, adhesivos y compuestos para moldeo o líquidos para encapsulado, espumas, laminados, adhesivos y recubrimientos.

Se transforman por vaciado, aspersion, barnizado manual, transferencia, prensado, pultrusión y embobinado de filamento continuo.

2. Poliéster no saturado (UP)

Propiedades

- Temperatura de servicio continuo de 110-140°C
- Buenas resistencia a bajas temperaturas
- Excelentes propiedades dieléctricas
- Estable a los ácidos excepto a los oxidativos
- Tiende a hidrolizarse con los álcalis
- Alta resistencia al medio ambiente contra humedad
- Temperaturas elevadas y rayos UV
- Con fibra de vidrio:
 - Cierta flexibilidad, excelentes propiedades
 - Mecánicas, eléctricas y gran resistencia
 - Química y ambientes salinos

Aplicaciones

- Encapsulados transparentes o pigmentados

- Piezas vaciadas imitación vidrio, cargadas
- Con alúmina para imitación porcelana
- Elaboración de tinas y pisos (alúmina pigmentada)
- Cantera y madera artificial (con talco o dicalite)
- Encapsulados de piezas eléctricas
- Lanchas, tanques anticorrosivos, fosas sépticas
- Materiales para construcción anticorrosivos
- Defensas de automóviles, láminas corrugadas
- Domos, cascos de seguridad industrial
- Toboganes, carcazas, esquís

Se obtiene a partir del glicol y anhídrido o ácido oftálico, oroftálico y sebástico. De acuerdo al tipo de materia prima del que parta y de otra serie de aditivos que se le agregan, serán resinas de uso general, flexibles, con resistencia química, al fuego o para encapsulados. Su presentación comercial es un líquido viscoso que requiere de catalizadores y de un agente reticulante como el estireno para su completo endurecimiento. Se transforma generalmente por vaciado. Cuando en el momento de transformarla se le agrega fibra de vidrio aumenta sus propiedades mecánicas, adquiriendo buena flexibilidad.

3. Poliuretano (PUR)

Propiedades

- Flexible (PUR-F)
- Elevada resistencia a la compresión
- Resiliencia
- Bajo peso
- Buena resistencia al impacto
- Buena resistencia a la flexión
- Buena resistencia a la tensión
- Rígido (PUR-R)
- Alto poder de aislamiento térmico
- Elevada resistencia a la compresión
- Buena resistencia a la intemperie al laquearse
- Logra al moldearse, excelente resistencia al impacto
- A la tensión, y a la flexión

Aplicaciones

- Colchones
- Bajo alfombras
- Asientos para muebles
- Industria automotriz
- Industrial del vestido
- Empaque de artículos frágiles
- Rígido (pur-r)
- Material de aislamiento térmico en frigoríficos
- Paredes para construcciones prefabricadas
- Impermeabilizaciones de techos
- Muebles
- Piezas imitación madera

Tanto la espuma flexible como la rígida de poliuretano se obtienen a partir de polioles. El flexible se caracteriza porque emplea como agente espumante el agua. Su presentación comercial es en forma de un sistema que incluye el polioliol y una serie de aditivos (parte A), y el isocianato (parteB). El flexible se transforma en máquinas de alta y baja presión y por aspersion. El PUR rígido se espuma utilizando como agente al freón 11, el cual, junto con diversos aditivos le confieren sus elevadas propiedades de aislamiento térmico. Su presentación comercial es similar al flexible y su transformación en base a máquinas de baja presión y aspersion.

4. Silicones (SI)

Propiedades

- Excelente elongación
- Muy buena resistencia a la tensión
- Resistencia a la temperatura de -80 hasta 250°C
- Muy baja contracción de moldeo
- Buenas propiedades dieléctricas
- Buena resistencia química a solventes orgánicos
- Lo atacan ácidos fuertes y bases fuertes a elevada temperatura

Aplicaciones

- Sellos herméticos para calentadores en la industria automotriz

- Alambre eléctrico para altas temperaturas
- Cordones para ignición
- Anillos y bujes
- Rodillos para laminación, pegado e impregnación
- Mangueras para transfusión de sangre
- Implementos ortopédicos
- Siliconizado de envases para medicamentos
- Recubrimientos para la construcción

Los silicones son materiales sintéticos constituidos de combinaciones orgánicas de silicio. Se pueden presentar como líquidos viscosos que funcionan como aceites, anti-espumantes, agentes desmoldantes o de impregnación, o bien como compuestos de moldeo, con aditivos y cargas en forma de pastas, las cuales pueden curar al medio ambiente o con temperatura y presión. Puede moldear por compresión, transferencia, inyección, calandreado y vaciado.



5. Resinas Fenólicas (FP)

Propiedades

- Buena estabilidad dimensional
- Excelente aislamiento eléctrico
- Resistencia a los ácidos
- Resistencia al calor
- Moderada tenacidad
- Auto extingible
- Factible de ser reforzados
- Buenas características dieléctricas

Aplicaciones

- Cubiertas de interruptores
- Portalámparas

- Cabinas eléctricas domésticas
- Agitadores para lavadoras
- Laminados aislantes para motores, radios y tv
- Circuitos impresos
- Pinturas de aceite
- Barnices de alcohol y agua
- Separadores de acumuladores
- Ruedas de esmeril
- Balatas, interruptores, tapas y tapones
- Paneles de control
- Artículos de fantasía y decoración

El compuesto de fenol-folmaldehído es comúnmente llamado resina fenólica. Se obtiene a partir del cumeno y metenol; su forma original de presentación es un líquido viscoso, este líquido se calienta y se obtienen ojuelas que, preparadas con aditivos y cargas forman compuestos de moldeo que pueden estar en forma de gránulos o pastillas pre moldeadas. Pueden ser transformados por transferencia, compresión o inyección. Se pueden encontrar como resinas para revestimientos donde solamente se le han agregado aceites y solventes para facilitar su aplicación o como compuestos para moldeo constituidos por un 50% de resina, un 47% de carga y 3% de lubricante y pigmento.

Presenta mejores propiedades de dureza y resistencia a la temperatura que la urea. Se obtiene en forma de líquido viscoso que se deshidrata, se carga con celulosa o harina de madera con el fin de obtener un polvo de moldeo que puede ser transformado por compresión o laminado. Cuando es cargado con alfa-celulosa presenta buena resistencia a la combustión y agua caliente, aunque hay que aclarar que sus propiedades varían de acuerdo al grado de curado y relación de componentes así como cantidad de catalizador empleado en el compuesto.

6. Resinas Urea Folmaldehido (UF)

Propiedades

- Baja resistencia al impacto
- Buena dureza superficial
- Alta resistencia a la abrasión
- Baja resistencia a la humedad

- Buena resistencia dieléctrica y al arco
- Baja conductividad térmica
- Resistencia a solventes, grasas y aceites
- No resisten ácidos y álcalis fuertes
- Los corroe el hipoclorito de sodio
- Excelente brillo y apariencia
- Bajo costo

Aplicaciones

- Aglomerados
- Triplay
- Accesorios eléctricos y pintura
- Tapas, apagadores y contactos eléctricos
- Teclas para pianos
- Pantallas para lámparas
- Bases para tostadores de pan
- Cajas para interruptores

Las resinas urea-folmaldehído se encuentran entre los termofijos que se procesan tradicionalmente mediante moldeo por compresión.

Son los materiales con los que se pueden fabricar los accesorios eléctricos de color blanco. Se producen tonos blancos y de color que tienen mejores propiedades eléctricas que los fenólicos, con menores posibilidades de formación de pistas conductoras. La mayoría de las clavijas domésticas y accesorios similares de nuestros días se manufacturan probablemente con este material, aunque hay una proporción creciente de clavijas de cable anular de 13 amperes, de color, que se elaboran con termoplásticos moldeados por inyección, como el nylon y el polietilentereftalato.

7. Resinas de Melamina (MF)

Propiedades

- Gran resistencia a la temperatura y humedad en comparación con las ureas
- Buena permeabilidad
- Alta resistencia mecánica (dureza superficial)

- Excelente aislamiento eléctrico a baja frecuencia
- Excelente resistencia química excepto ácidos y álcalis fuertes
- Precio alto

Aplicaciones

- Laminados decorativos
- Artículos de mesa: vajillas
- Partes de aparatos eléctrico
- Ceniceros
- Paneles decorados
- Pintura para aparatos electrodomésticos
- Recubrimientos, aglomerantes y adhesivos

La resina melamina-formaldehído se procesa en forma similar a las resinas Urea, pero presenta una de las mayores durezas entre los plásticos y gran resistencia a la temperatura, pues puede ser usado en forma continua a 100°C al ser cargado con alfa-celulosa, presentando así buena resistencia a la combustión y al agua caliente, aunque cabe aclarar que sus propiedades varían de acuerdo al grado de curado y relación de componentes así como cantidad de catalizador empleado en el compuesto.

Se obtiene en forma de un líquido viscoso que se deshidrata, se carga con celulosa o harina de madera con el fin de obtener un polvo de moldeo que puede ser transformado por compresión o laminado.

COMPARACION DE TERMOPLÁSTICOS CON TERMOFIJOS

TERMOPLÁSTICOS	TERMOFIJOS
Se usa material fundido en la etapa de conformación de líquido.	Se usan polímeros líquidos gomosos de menor peso molecular en la conformación.
Endurecen al solidificar el material fundido.	Endurecen por reacción química, con frecuencia por formación de enlaces cruzados de las cadenas.

TERMOPLÁSTICOS	TERMOFIJOS
Estados sólido-líquido reversibles.	El líquido se convierte irreversiblemente en un sólido.
Es posible la recuperación de los desperdicios.	No se pueden recuperar directamente los desperdicios.
Hay una temperatura máxima de uso.	Muchas veces pueden soportar altas temperaturas.

ELASTÓMEROS

Un elastómero es un polímetro que cuenta con la particularidad de ser muy elástico pudiendo incluso, recuperar su forma luego de ser deformado. Debido a estas características, los elastómeros, son el material básico de fabricación de otros materiales como la goma, ya sea natural o sintética, y para algunos productos adhesivos.

A modo más específico, un elastómero, es un compuesto químico formado por miles de moléculas denominadas monómeros, los que se unen formando enormes cadenas. Es gracias a estas grandes cadenas que los polímeros son elásticos ya que son flexibles y se encuentran entrelazadas de manera muy desordenada.

Cuando un elastómero es estirado, sus moléculas se alinean, permitiendo que muchas veces tomen un aspecto cristalino. Sin embargo, una vez que se suelta, rápidamente, vuelve a su estado original de elástico desorden. Lo anterior distingue a los elastómeros de los polímeros plásticos.

La mayoría de estos polímeros son hidrocarburos, por lo tanto, están conformados por hidrógeno y carbono, y se obtiene en forma natural del polisopreno que proviene del látex de la goma de los árboles. Otra manera de obtener un elastómero es a partir de la síntesis de petróleo y gas natural.

Para modificar algunas de las características de los elastómeros, es posible añadir otros elementos como el cloro, obteniendo así el neopreno tan utilizado en los trajes húmedos para bucear.

Para poder darle un uso más práctico a los elastómeros, estos deben ser sometidos a diversos tratamientos. A través de la aplicación de átomos de azufre, este polímero se hace más resistente gracias a un proceso denominado vulcanización, que consiste en añadir azufre al material a la vez que se calienta y se somete a presión.

Si además se le agrega otro tipo de sustancias químicas es posible lograr un producto final bastante resistente a las amenazas corrosivas presentes en el medio ambiente.

El resultado es un plástico que tiene gran resistencia a todo tipo de esfuerzos (tracción, compresión, torsión y flexión). La técnica del vulcanizado es muy utilizada en la fabricación de neumáticos para automóviles.

Los elastómeros pueden ser utilizados también para la fabricación de adhesivos. Para ello son disueltos en una solución de solventes orgánicos y luego, se le añaden ciertos adhesivos que mejoran su capacidad de adhesión y su durabilidad.

Su temperatura de transición vítrea es inferior a la temperatura ambiente, por lo que a temperaturas de trabajo permanecen blandos y dúctiles. No soportan bien el calor, y se degradan a temperaturas no muy elevadas, lo que dificulta su reciclado.

Elastómeros principales

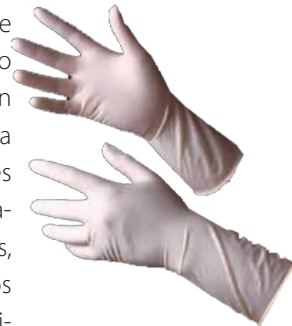
- Elastómeros de butadieno-estireno
- Neopreno
- Elastómeros de Polisulfuro y Siliconas
- Hipalón
- Elastómeros de Poliuretano
- Fluorelastómeros
- Poliisoprenos
- Polibutadieno

PLÁSTICOS ELAST	PROPIEDADES	APLICACIONES PRINCIPALES
Caucho natural	Resistente al desgaste y al impacto, buen aislante eléctrico.	Neumáticos, juntas, tacones y suelas de zapatos.

PLÁSTICOS ELAST	PROPIEDADES	APLICACIONES PRINCIPALES
Polibutadieno (BR)	Resistente a las bajas temperaturas y al desgaste.	Neumáticos
Policloropreno (CR)	Resistente al calor y a los esfuerzos mecánicos.	Cintas transportadoras, mangueras, cables, trajes de submarinista.
Polisiloxano (SL)	Ligero, alta resistencia mecánica y resistente al desgaste, buen aislante.	Materiales aislantes eléctricos y térmicos, prótesis, adhesivos.
Neopreno (PCP)	Más resistentes que el caucho, pero menos flexibles.	Correas industriales, recubrimientos de cables, trajes de buceo.
Poliuretanos (PUR)	Son duros, resistentes a la abrasión y flexibles. Pueden presentar también la forma de espumas.	Prendas de vestir elásticas (lycra o elastán) cintas transportadoras de la industria, mangueras de agua, ruedas industriales. En forma de espuma para asientos y colchones.
Siliconas (SI)	Buena estabilidad térmica y a la oxidación. Flexibles. Excelentes propiedades eléctricas.	Hules, aplicaciones resistentes al agua, prótesis médicas, sellado de juntas.

1. Elastómeros de butadieno-estireno

Elastómero sintético obtenido mediante la polimerización de una mezcla de estireno y de butadieno. Es el caucho sintético con mayor volumen de producción mundial. Fue utilizado en un principio por Estados Unidos durante la segunda guerra mundial para disminuir el consumo de las fuentes naturales de caucho, ya que su producción tenía una muy buena relación costo-utilidad en el área de la fabricación de neumáticos, que en ese momento aún consistían de caucho sólido. Otros países comenzaron a copiar los esfuerzos y a la década si-



guiente, muchas naciones desarrolladas estaban en el negocio de la creación del SBR para ser usado en una variedad de productos.

Durante este periodo que se creó una mezcla polimerizada de estireno-butadieno en frío, de calidad superior a la que se venía fabricando hasta entonces en caliente.

Propiedades

- Excelente resistencia eléctrica
- Excelente resistencia al impacto
- Excelente resistencia a la abrasión
- Moderada resiliencia
- Moderada resistencia a la flexión
- Moderada resistencia al desgarro.
- Temperatura de servicio entre $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $70\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Baja resistencia a la intemperie (oxidación, ozono, luz solar)
- Muy baja permeabilidad a los gases
- Buena resistencia al agua
- Pobre resistencia al vapor de agua
- No posee resistencia a los hidrocarburos (alifáticos, aromáticos, clorados)
- Baja resistencia a ácidos diluidos, menor aún en caso de mayor concentración,)
- Baja resistencia a los aceites (animal y vegetal)



Aplicaciones

- Cubiertas de neumáticos de tamaño pequeño y medio
- Cinturones
- Mangueras para máquinas, motores, juntas, pedales defrenos y embragues
- Juguetes, masillas, esponjas, y baldosas
- Productos sanitarios
- Guantes quirúrgicos
- Goma de mascar
- Calzado
- Correas transportadoras y de transmisión
- Artículos moldeados
- Perfiles

2. Neopreno

Se parte de acetileno, llegando al monómero cloropreno que es objeto de polimerización, dando lugar a este producto que es similar al caucho natural pero con propiedades técnicas superiores.

Propiedades:

- No se degrada por acción de rayos solares, ni intemperie. Frente a agentes químicos su comportamiento es excelente.
- Se puede utilizar en una amplia gama de temperaturas.
- Alta resistencia física y frente a la combustión.
- Equilibrada combinación de características térmicas, químicas y físicas.
- Alta resistencia a la abrasión.



Aplicaciones:

- El neopreno compacto – se transforma en productos moldeados, perfiles extrusionados o láminas calandradas. Se utilizan para la fabricación de tuberías para transporte de líquidos ; revestimientos de cables eléctricos; juntas rápidas para canalizaciones empotradas, como sustituto del plomo.
- El neopreno celular - se transforma en productos esponjosos y espumas de caucho. Se usan para juntas de estanqueidad; materiales aislantes; mastiques; gomas de espumas; etc.
- El neopreno líquido o en látex – es una dispersión acuosa de caucho. Es el principal componente de muchos adhesivos (cola de neopreno usada para adherir tableros estratificados a base de madera natural o aglomerada, fáciles de extender secan rápidamente, resisten a la humedad y calor), pinturas, aislantes contra el calor y electricidad, etc.



3. Elastómeros de Polisufuro y de Siliconas

Propiedades:

- Relativamente económicos
- Alta resistencia al desgarro
- Tiempo de trabajo prolongado
- Fidelidad de detalles
- Fácil desinfección
- Olor, sabor y aspecto desagradable
- Difícil manipulación
- Largo tiempo de polimerización
- Baja estabilidad dimensional
- Bajo poder de recuperación a la deformación
- Debe ser vaciado antes de 30 minutos
- Es hidrofóbico



Aplicaciones:

- Material odontológico para impresiones
- Mangueras para automóviles y estaciones de servicio
- Revestimientos de cables
- Acabados de tejidos impermeables

4. Hypalón (EPDM)

Propiedades:

- Resistencia al ozono
- No se altera frente a movimientos estructurales o de variaciones de temperaturas
- Es un elastómero vulcanizable
- Con propiedades características del caucho y del polietileno



Aplicaciones:

- Protección e impermeabilización de cubiertas en forma de láminas o en estado fluido
- Fabrican baldosas para pavimentación

Se obtiene mediante un tratamiento de polietileno con una mezcla de cloro y anhídrido sulfuroso.

5. Elastómeros de Poliuretano (TPU)

Propiedades:

- Se destacan por su energía elástica
- Extraordinaria dureza
- Elevada capacidad para la carga
- Excepcional resistencia a la tracción, flexión, abrasión radiación ultravioleta, ozono, disolventes

Aplicaciones:

- Ruedas
- Piezas que soportan cargas
- Tubos en sustitución del metal
- Elementos de soporte
- Juntas cortadas a troquel



En base a enlaces de uretano. Un producto característico de la familia, es el Adiprene.

6. Fluorelastómeros

A las gomas sintéticas fluorelastómeros pertenecen los PTFE (Politetrafluoroetileno), antiadherentes (teflón), las cuales son polímeros similares al polietileno en los que los átomos de hidrógeno han sido sustituidos por átomos flúor.

SSI (Seals Science Inc.) patentó el uso de recubrimiento superficial de película delgada de Fluorelastómeros unidas permanentemente a la superficie de un EPDM (caucho etileno-propileno-dieno), el cual tiene buena resistencia a la abrasión y al desgaste. Tiene buenas propiedades como aislamiento eléctrico, una resistencia muy buena a los agentes atmosféricos, ácidos y álcalis, y a los productos químicos en general, siendo susceptible al ataque por aceites y petróleos. La temperatura de trabajo oscila entre los -40 y los 140 °C.

Previo a los desarrollos relacionados con los fluoelastómeros de película delgada, la Silicona y el Poliuretano eran dos materiales candidato para las plantas que tenían problemas potenciales de falla en la membrana como ensuciamiento u oxidación química de la goma debido a la exposición al solvente.

Se producen discos y tubos de silicona, así como también tubos de poliuretano, sin embargo las características de las membranas con recubrimiento de fluoelastómero son mejores, ya que tanto la silicona como el poliuretano tienen tendencia en el tiempo a sufrir desgarro debido a fallas de flexura, lo cual es algo que no afecta significativamente a las membranas de EPDM. Ni el poliuretano ni la silicona son adecuados para operaciones cíclicas ni ofrece beneficios en costo frente a las membranas de EPDM con recubrimiento de fluoelastómero son mejores, ya que tanto la silicona como el poliuretano tienen tendencia en el tiempo a sufrir desgarro debido a fallas de flexura, lo cual es algo que no afecta significativamente a las membranas de EPDM. Ni el poliuretano ni la silicona son adecuados para operaciones cíclicas ni ofrece beneficios en costo frente a las membranas de EPDM con recubrimiento de fluoelastómero.

7. Poliisoprenos

El poliisopreno, latex o caucho natural (la palabra “caucho” procede del quechua “cahutchu” que significa lágrima de madera) era conocido en Centroamérica antes la era cristiana. Los Olmecas, Mayas y Aztecas fabricaban pelotas para jugar al “tlachli”, el precursor del baloncesto.



En 1735, el francés Charles de La Condamine lo utiliza para la fabricación de antorchas. François Fresneau estudió el látex y las maneras para disolverlo, ya que éste se endurece rápidamente después de ser extraído. En 1770 el químico Británico Joseph Priestley descubrió que ese caucho puede usarse para borrar marcas de lápiz refregando, propiedad de la cual deriva el nombre de la sustancia. En 1823 el químico e inventor Británico Charles Macintosh, estableció una planta en Glasgow para la fabricación de paño impermeable y los vestidos impermeables.

El poliisopreno sintético moderno se diseña para ser similar al caucho natural en estructura y características. Las caracte-

rísticas del poliisopreno vulcanizado son similares a los del caucho natural. Ambos tienen una histéresis extensible (tendencia de un material a conservar una de sus propiedades en ausencia del estímulo que la ha generado) y buenas características térmicas. La naturaleza muy específica del poliisopreno sintético proporciona un número de factores que la distinguen del caucho natural. Hay una variación mínima en las características físicas.

En el proceso de fabricación del poliisopreno sintético, se requieren menos trabajo mecánico e interrupción. Los ciclos de mezcla son más cortos, lo que permite ahorros de tiempo, de energía y aumento del rendimiento. Además, el poliisopreno sintético tiene más compatibilidad que el caucho natural en mezclas con solución SBR (caucho estireno-butadieno) y EPDM (caucho etileno-propileno-dieno). La uniformidad del poliisopreno sintético garantiza una calidad constante.

8. Polibutadieno

El polibutadieno es el segundo caucho sintético en volumen, por detrás del caucho estireno-butadieno (SBR). Se obtiene mediante la polimerización de 1,3-Butadieno. Su principal aplicación es la fabricación de neumáticos, la cual consume alrededor del 70% de la producción.

Otro 25% se utiliza como aditivo para mejorar la resistencia mecánica de plásticos como el poliestireno y el ABS. También se emplea para fabricar pelotas de golf y objetos elásticos diversos.

El polibutadieno llamado "alto-cis" tiene una alta elasticidad y es muy apreciado mientras que el denominado "alto-trans" es un plástico cristalino sin ninguna aplicación de utilidad.



PARÁMETROS PARA SELECCIONAR PLÁSTICOS

COSTEO Y MERCADEO

La selección de un polímero se puede basar en varias de sus propiedades generales. También puede ser la combinación de muchas de ellas incluyendo el precio, el cual aunque no es considerado como una propiedad, es una de las consideraciones más importantes.

Si el producto tiene un precio demasiado alto, la lista de polímeros para la aplicación se reduce. Al final, el material seleccionado debe contener todos los requerimientos funcionales, y dar al precio correcto la parte manufacturada.

El costo de los polímeros se determina entre otros, por el costo de almacenamiento, los químicos necesarios para fabricarlos, que son generalmente determinados por el mercado del petróleo.

Sin embargo, la producción de plásticos consume muy bajo porcentaje del petróleo refinado procesado cada año. El número de pequeños pasos requeridos para convertir los químicos en polímeros también influye en el precio.

Esto incluye los costos de manufactura, es decir, la energía necesaria, los aditivos, etc.

FACTORES PARA DISEÑAR



COMPORTAMIENTO DE LOS PLÁSTICOS

Las principales características que hacen de los plásticos materiales adecuados para infinidad de aplicaciones son:

- 1.- Bajo peso
- 2.- Posibilidad de obtener variedad de colores y texturas
- 3.- Aislamiento eléctrico y acústico
- 4.- Buenas propiedades mecánicas
- 5.- Posibilidad de estar en contacto con alimentos sin contaminarlos
- 6.- Bajo precio

Los plásticos no se comportan de acuerdo a las leyes de Newton como la mayoría de los materiales. Son viscoelásticos, esto quiere decir que actúan de forma diferente en el tiempo y de acuerdo a las cargas de otros materiales añadidos a su estructura química.

Se debe diseñar entonces tomando como referencia al tiempo y no las leyes físicas.

PRINCIPALES FACTORES Y PROPIEDADES DE LOS PLÁSTICOS QUE INFLUYEN EN EL DISEÑO DE OBJETOS

El propósito de este apartado es ofrecer al diseñador una lista de propiedades y características de los polímeros que le permita proponer soluciones viables.

En el proceso de diseño es necesario tener en consideración, al momento de coleccionar, ordenar, analizar y evaluar información, así como en el momento de proponer soluciones de diseño, los factores que determinarán la elección apropiada del plástico.

Las características que se mencionarán están agrupadas de acuerdo a las siguientes propiedades:

1. Para diseño de parte

- Espesoras de pared

- Esquinas
- Insertos
- Nervios de refuerzo
- Tolerancias
- Uniones

2. Mecánicas

- Dureza
- Elongación de ruptura
- Resistencia
- Compresión
- Flexión
- Tensión

3. Térmicas

- Combustibilidad
- Conductividad
- Flamabilidad
- Resistencia al calor continuo
- Temperatura de ablandamiento

4. Físicas

- Densidad

5. Físico químicas

- Absorción de agua
- Resistencia a productos químicos

6. Químicas

- Aditivos

7. Eléctricas

- Constante dieléctrica
- Resistencia dieléctrica
- Resistencia al arco
- Para el diseño del molde

8. Ópticas

- Acabados
- Índice de refracción
- Transmitancia lumínica

1. ABSORCION DE AGUA

Es la cantidad de agua que tienden los plásticos a retener, reflejándose en un aumento en el peso de la muestra después de estar en contacto continuo con un ambiente húmedo.

Es importante esta característica al fabricar piezas de precisión, ya que a valores altos de absorción, los plásticos varían considerablemente sus dimensiones.

2. ACABADOS

Los diferentes acabados pueden ser dados a la pieza durante tres diferentes momentos: Antes del proceso mediante mezcla de cargas y colorantes.

Durante el moldeo añadiendo texturas al molde.

Después del formado utilizando técnicas de aspersión y serigrafía.

En los artículos de consumo, los acabados son de gran importancia porque muestran al consumidor la calidad exterior y estética del producto y determinan su decisión final en la compra. Tienen además un papel muy sobresaliente en materia de seguridad y comodidad.

3. ADITIVOS

Los aditivos son necesarios algunas veces para modificar las propiedades del material, por ejemplo haciéndolo más duro, más flexible o más barato. Con frecuencia es importante evitar la degradación del polímero cuando se use o durante su tratamiento o en ambos casos por medio de aditivos apropiados. Básicamente existen dos tipos de aditivos: Protectores y Modificadores.

Los protectores protegen al polímero de agentes externos.

PROTECTORES	EFEECTO
Antioxidantes	Contrarrestan el ataque oxidante
Estabilizadores térmicos	Evitan la degradación a altas temperaturas
Antiozonante	Evitan el ataque del ozono
Estabilizadores UV	Reducen el ataque de rayos UV.
Agentes antiestáticos	Evitan las cargas estáticas indeseables
Lubricantes	Facilitan el paso por la maquinaria

Los modificadores alteran las propiedades físicas del polímero.

MODIFICADOR	EFEECTO	EJEMPLO
Rellenos de refuerzo	Aumentan la tenacidad	Negro de carbono
Plasticantes dilatadores	Bajan el costo	Carbonato de calcio
	Dan rigidez	
	Reducen la adherencia	
	Aumentan la tenacidad	
Aditivos químicos	Cambios en propiedades	Azufre
	Incrementa la resistencia	
	Aumenta la rigidez	
	Reduce la deformación permanente	
Adición de otro polímero	Modifica las propiedades	Aditivos poliméricos
	Aumenta la resistencia al impacto	
Agentes de expansión	Espuma el plástico	Bicarbonato de sodio

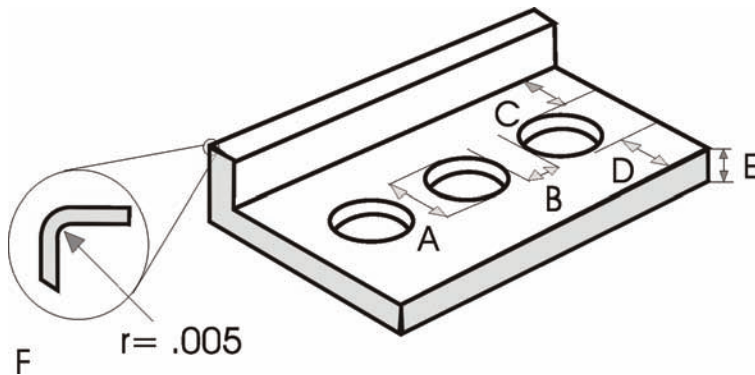
4. AGUJEROS

Es recomendable que los agujeros en los moldes sean perpendiculares a la línea de partición de la pieza, el uso de paralelos u oblicuos requieren corazones removibles o lados activos en la herramienta, aumentando por consiguiente el costo de la misma.

Los agujeros pasados son más fáciles de realizar que los agujeros ciegos, debido a que en los pasados el corazón se puede soportar en ambos extremos de las cavidades de la

herramienta; en los ciegos el perno está sujeto únicamente en un extremo de la cavidad y las fuerzas que se producen durante el moldeo (presión del fluido, contracciones, etc.) lo deforman (flexión).

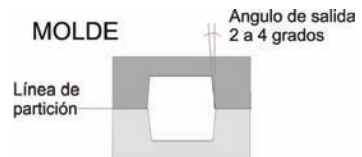
Se sugiere que la distancia entre dos agujeros, un agujero y una pared lateral o un agujero y un extremo de la pieza sean lo más separado posible, de no ser así se recomiendan las siguientes distancias:



Díámetro del agujero	Distancia mínima del extremo	Distancia mínima entre agujeros
0.062	0.093	0.140
0.093	0.109	0.180
0.125	0.156	0.250
0.375	0.343	0.875
0.500	0.437	0.875

5. ÁNGULO DE SALIDA

El ángulo de salida de la pieza es perpendicular a la línea de partición del molde. El rango de desmolde es de 2 a 4 grados.



6. COSTILLAS

Véase NERVIOS DE REFUERZO

7. CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

La conductividad térmica es la cantidad de calor que transmiten los materiales plásticos a través de ellos. Esta propiedad sirve para saber qué plásticos tienen buen aislamiento térmico, siendo mejores los que presentan valores bajos de conductividad térmica.

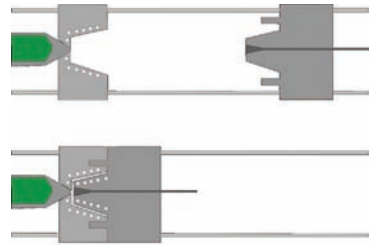
8. CONSTANTE DIELECTRICA

Esta constante es la capacidad de los materiales plásticos de almacenar la energía electrostática dentro de ellos. Para muchos plásticos su constante dieléctrica decrece con la frecuencia de la corriente eléctrica y por el contrario, se incrementa con la temperatura.

9. CONTRACCIONES

Las contracción de moldeo es la característica que tienen los materiales plásticos que, al ser moldeados, tienden a reducir sus dimensiones en el momento de su solidificación o enfriamiento. El encogimiento se sufre en todas las dimensiones de la pieza. La contracción no debe confundirse con la dilatación producida por el calor.

Para conocer la contracción de los plásticos es necesario hacer las mediciones del molde, inyectar plástico dentro de él, enfriar la pieza obtenida y finalmente tomar sus dimensiones para calcular el porcentaje de contracción.



10. CUERDAS Y ROSCAS

Las cuerdas y roscas son usadas en los plásticos con el propósito de dar seguridad o unirlos con otras partes. Para esto se utiliza el principio de cuña.

Las cuerdas y roscas se obtienen en los plásticos por cuatro métodos:

- 1.- Tarrajada o machueleada
- 2.- Moldeada en plástico

- 3.- Cuerdas metálicas insertadas en el plástico
- 4.- Cuerdas metálicas puestas a presión o pegadas al plástico

A su vez, de acuerdo al ajuste necesario de las cuerdas y roscas se pueden clasificar

- 1.- Ajuste flojo para ensamble fácil y rápido
- 2.- Ajuste moderado o libre para piezas intercambiables
- 3.- Ajuste medio o de semiprecisión

Ajuste sin holgura de precisión para partes ensambladas con herramientas, las partes no son intercambiables. Este tipo de ajuste de cuerda y roscas no se recomienda en los plásticos.

11. DENSIDAD

La densidad es el peso que tienen los materiales plásticos por unidad de volumen. Existen tres tipos de densidades: neta, aparente y compactada.

La densidad neta es aquella que se le realiza al material completamente sólido, sin que existan espacios entre ellos. La aparente se determina cuando los polvos o pellets son vaciados en un recipiente libremente, sin compactación por medio de un pistón. La tabla presentada se refiere a la densidad neta.

12. DUREZA

Es la resistencia que presentan los plásticos al ser mellados o rayados. Los plásticos duros, difíciles de rayar, utilizados para carcasas de aparatos, paneles y artículos para decoración, etc. Los flexibles, fáciles de mellar y rayar se emplean en la fabricación de artículos como tenis, recubrimiento de alambre, cable y sellos.

13. ELONGACIÓN A LA RUPTURA

Esta propiedad es la máxima elongación que alcanza una pieza de plástico hasta llegar el momento de su ruptura, después de someterla a un estiramiento. Se debe medir el grado de estiramiento de los plásticos usados en cintas, hilos, películas o para el termoformado de láminas que requieren gran profundidad.

14. ESPESORES DE PARED

La siguiente tabla muestra los valores de espesor de pared recomendados para algunos materiales plásticos termoplásticos:

A mayor espesor de pared se requiere mayor tiempo de moldeo, principalmente en el tiempo de enfriado; por lo que si una pieza necesita un espesor de pared grande o diferente, se recomienda aumentar el tiempo de enfriado para evitar malformaciones en la pieza. Esto trae como consecuencia un aumento en el costo de ésta.

Una pieza con paredes de igual espesor (el mínimo posible) se produce en un tiempo de proceso más rápido, su acabado es mejor, y la herramienta dura más tiempo.

15. ESQUINAS

Todas las esquinas que se forman en una pieza, deben llevar por lo menos un pequeño radio de curvatura, excepto en las formadas por la unión de las cavidades de la herramienta. Las esquinas con radio de curvatura, aumentan la resistencia de la pieza, se evita la concentración de esfuerzos, se mejora la apariencia, y se puede expulsar más fácilmente de la herramienta.

La curvatura de esquinas, incorporadas en la herramienta, simplifica su construcción, le adicionan resistencia, aumentan la vida útil y se mejora el flujo del material dentro de las cavidades.

Algunos autores para distinguir los diferentes tipos de radios dentro de una pieza, utilizan los siguientes nombres: radio interno, radio externo y filete.

Los filetes son las esquinas que se forman entre una de las superficies de la pieza y una protuberancia.

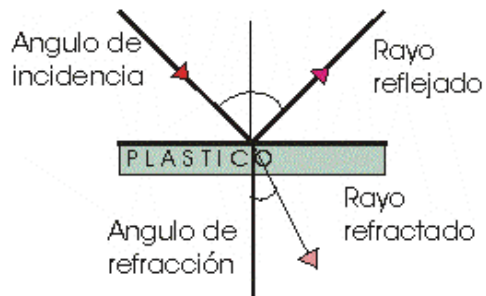
El radio de curvatura mínimo recomendado para las esquinas de las piezas realizadas con material plástico termoplástico, es de 1/4 de espesor de la pared de la pieza. La curvatura recomendada para los filetes, es de 0.001 cm. a 0.03 cm.

16. FLAMABILIDAD

Es la capacidad que presentan los plásticos para arder con mayor o menor intensidad cuando son expuestos a la flama, de acuerdo a su estructura química y dependiendo de la rapidez con que se consume. Es importante conocer el tiempo en que se propaga el fuego en el plástico para elegir el que presente mayores índices de seguridad según la aplicación. Cuando los plásticos estén en lugares públicos o en automóviles por ejemplo, se tendrán que usar aditivos que proporcionen la propiedad de retardación a la flama, o bien materiales del grado auto extingible.

17. ÍNDICE DE REFRACCIÓN

La refracción es el cambio de dirección que experimenta la luz al pasar de un medio a otro. La relación entre el seno del ángulo de refracción "r" y el ángulo de incidencia "i" es constante para dos medios determinados. Dicha constante se llama: índice de refracción, y se define entonces en nuestro caso como la propiedad que tienen los plásticos de desviar la luz cuando ésta se hace pasar a través de ellos.



18. INSERTOS

Los insertos pueden usarse en los plásticos en las partes donde el desgaste y el escurrimiento es demasiado para el esfuerzo que puede soportar el material plástico. Pueden ser necesarios en lugares donde se pretenda decorar la pieza, donde va a ser conducida una corriente eléctrica, o donde va a haber un trabajo continuo de ensamble y desen-

samble. Desarrollan funciones muy importantes, pero debe minimizarse su uso porque de lo contrario el costo de la pieza puede elevarse demasiado. Algunos ejemplos de los materiales que pueden usarse para fabricar insertos son: bronce, aluminio, acero, materiales cerámicos, los mismos plásticos. El bronce es el más común porque no se oxida ni se corroe, es fácil de maquinar y es de bajo costo. Los insertos deben diseñarse de forma que tengan un anclaje seguro y duradero en la pieza de plástico para prevenir su rotación y expulsión indeseadas.

Deben considerarse los siguientes factores al diseñar el inserto:

El inserto debe proveer la fortaleza mecánica requerida.

No es factible moldear insertos en todos los materiales plásticos, ya que algunos plásticos pueden romperse alrededor del inserto antes de envejecer.

El flujo del material plástico durante el proceso de moldeo puede no desalojar el inserto. No es aconsejable colocar insertos frágiles en la trayectoria del flujo del material desde las compuertas de transferencia o moldes de inyección.

Debe darse suficiente sección de pared alrededor del inserto para prevenir que se rompa el plástico al enfriarse. Los materiales plásticos tienen un coeficiente de expansión térmica y de contracción más altos que los metales utilizados generalmente para fabricar insertos.

El buen diseño de los insertos puede evitar gastos innecesarios de mantenimiento para su correcto trabajo.

19. MARCAS DE PROCESO

Las marcas que obtienen las piezas de plástico durante el proceso pueden ser:

1. Marcas Involuntarias: Deben estar colocadas donde no afecten la apariencia o el funcionamiento de la pieza. En caso de ser necesario, se requerirá un acabado posterior, por lo que deben ser de la menor dimensión posible.

- Líneas de partición del molde
- Líneas de unión (entre flujos)
- Compuertas y/o boquillas de inyección
- Rebaba
- Aire atrapado

- Mecanismos de expulsión
- Piezas deslizantes

2. Marcas Voluntarias (parte del molde): Forman parte del diseño de la pieza final, deben escogerse con mucho cuidado (normalmente son normas, logotipos, o bien acabados finos que darán textura o cualidades ópticas a la pieza).

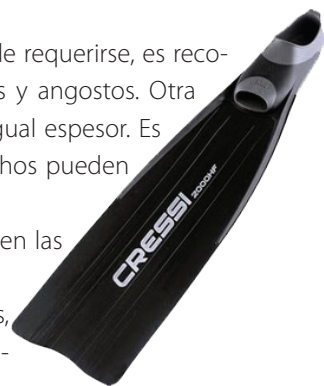
- Texturas
- Texto
- Figuras (logotipos e imágenes)

20. NERVIOS DE REFUERZO (Costillas)

El nervio de refuerzo es un resalte lineal en cualquier parte de la superficie de la pieza, el cual puede ser usado para decorar o dar mayor rigidez a una sección o a toda la pieza. Colocado adecuadamente ayuda a prevenir el alabeo. Es recomendable que los nervios de refuerzo sean perpendiculares a la línea de partición de los moldes, de lo contrario se requerirá de corazones deslizantes aumentando el costo de la herramienta.

Para el diseño se recomienda considerar los siguientes puntos:

- Amplio ángulo de salida, 5 grados de conicidad.
- El ancho de la base debe ser el mismo o menor al espesor de pared a la que está unido.
- Las uniones a la pared deben estar con un pequeño radio de curvatura.
- El espacio entre dos nervios de refuerzo deben ser 2 o más veces el espesor de la pared a la que está unido
- No usar nervios de refuerzo muy anchos; en caso de requerirse, es recomendable usar varios nervios o hacerlos más altos y angostos. Otra opción es usar corazones y lograr así paredes de igual espesor. Es importante señalar que si los nervios son muy anchos pueden causar marcas de rechupe.
- Los tetones de refuerzo se recomienda localizarlos en las esquinas de la pieza.
- Los nervios de refuerzo no son únicamente lineales, pueden ser circulares (anillos de refuerzo) para dar ri-



gidez a las secciones redondas de los extremos, dobleces (ej. extremo de envases circulares) o mamelones (botones sobre la superficie).

21. PROPIEDADES ÓPTICAS

Estas propiedades se dan de acuerdo a las características que tienen los plásticos, al igual que cualquier otro material, al ser iluminado por una o varias fuentes luminosas, permitiendo o no la visión por el paso de los rayos a través de su materia (opacidad, translúcido, transparencia) y distorsionando o no los rayos luminosos (reflexión y refracción).

Definiciones:

- Refracción: Cambio de dirección que experimenta la luz al pasar de un medio a otro.
- Transmitancia lumínica: Propiedad que tienen los cuerpos de permitir el paso de la luz a través de ellos.
- Translucidez: Calidad de los cuerpos que dejan pasar la luz a través de su espesor, pero que no permite ver lo que hay detrás de él.
- Reflexión óptica: Acción de los cuerpos de reflejar los rayos luminosos.
- Transparencia: Calidad de los cuerpos que dejan pasar la luz y permiten divisar claramente los objetos a través de sus espesor.
- Opacidad: Calidad de los cuerpos que no dejan pasar la luz y no permiten ver los objetos a través de su espesor

22. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Es la propiedad que presentan todos los plásticos a oponerse a una fuerza que los presiona o comprime hasta obtener su grado de ruptura o deformación. La fuerza de compresión de un material se calcula en Kg/cm² requeridos para la ruptura de la pieza o la deformación de la misma. El diseñador debe conocer la capacidad de los objetos para soportar determinadas cargas antes de deformarse.

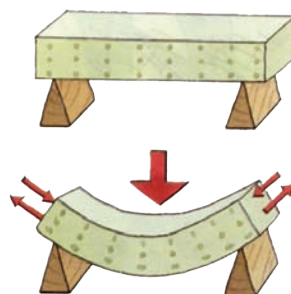
23. RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Es la propiedad de los materiales plásticos de soportar un esfuerzo sobre ellos antes de doblarse. El módulo de flexión necesario para la pieza diseñada, se determina calculando la

relación entre el esfuerzo aplicado y la flexión alcanzada antes de fracturarse.

24. RESISTENCIA A LA TENSIÓN

Es la propiedad que presentan los plásticos de oponerse a un estiramiento. La fuerza nominal al esfuerzo, está definida por la fuerza de tensión por unidad de área. Se aplica en cintas, hilos, piezas de sujeción y engranes. También en películas y láminas que serán termo formadas. Los valores altos indican gran resistencia de los plásticos a fracturarse.



25. RESISTENCIA A PRODUCTOS QUÍMICOS

Es el comportamiento del material plástico cuando se somete a ácidos y bases fuertes y débiles en formas diluidas o a concentraciones elevadas. Esta prueba es necesaria en el diseño de piezas cuando los plásticos estarán en contacto con ambientes químicos o cuando se utilizarán como recipientes, especialmente de químicos corrosivos y/o inflamables. En el sector alimentario es fundamental el que no se mezclen químicamente con los contenidos.

26. RESISTENCIA AL ARCO

Es el tiempo que tardan los materiales plásticos en soportar la acción de un alto voltaje sobre su superficie, hasta el momento de la fractura. Se desean valores altos cuando el plástico se aplica en conectores eléctricos de alto voltaje para evitar su fractura. También es deseable este valor en carcasas e interruptores.

27. RESISTENCIA AL CALOR CONTINUO

Es la capacidad que tienen los materiales plásticos de soportar una alta temperatura en un lapso de tiempo sin ningún esfuerzo mecánico, hasta llegar a su degradación. Se necesitan valores altos para cuando se desea un plástico que se encontrará a elevadas temperaturas sin esfuerzo mecánico. Es importante verificar que ante la fuente de calor continuo al que

se someterá la pieza diseñada, no pierda propiedades ni cambie de color por la oxidación o degradación del material.

28. RESISTENCIA AL IMPACTO

Es el atributo que presentan los plásticos a resistir un golpe o prolongar una fractura al estar sujeto un extremo de la muestra. Algunas aplicaciones en donde se necesita resistencia al impacto son en cajas de refrescos, defensas de automóviles, contenedores industriales, equipo de seguridad como paneles, cascos, lentes, carcasas de diversos objetos y aparatos como portafolios y máquinas de escribir portátiles.



29. RESISTENCIA DIELECTRICA

Es la oposición que presentan los materiales plásticos al paso de la corriente eléctrica. Esta se expresa en volts por unidad de espesor. Esta propiedad es una medida del grado de aislamiento eléctrico de los plásticos. Los valores altos tienden a ser mejores aisladores y nos muestran el comportamiento del material bajo condiciones críticas.

30. TEMPERATURA DE ABLANDAMIENTO

Es la temperatura que puede soportar un plástico antes de deformarse, sin que sobre él se ejerza ningún esfuerzo mecánico. Esta característica ayuda a determinar a qué temperatura se ablanda o deforma el plástico y se aplica en el diseño de envases cuyo contenido será de temperatura alta, lo mismo en películas, láminas y aplicaciones en exteriores donde serán expuestas a los rayos solares.



31. TOLERANCIAS

Debido a que los materiales plásticos cambian de estado físico al procesarse, y que sus propiedades visco elásticas son diferentes a otros materiales, no se pueden aplicar las mismas bases para fijar tolerancias, es decir, las tolerancias deberán preferentemente establecerse de acuerdo al tipo de material plástico.

Para obtener las tolerancias de cualquier material termoplástico se debe considerar:

- Las contracciones del material (durante el moldeo y pos moldeo)
- Las variaciones de tiempos de temperatura y presión durante el procesado
- Variaciones y desgaste de la herramienta
- Variaciones en el flujo
- Número y tamaño de cavidades de la herramienta
- Ambiente donde se almacenará la pieza

Para evitar problemas, se recomienda trabajar con tolerancias cerradas solamente en casos especiales y en zonas muy reducidas.

Las tolerancias cerradas o finas aumentan considerablemente el costo de la pieza, ya que todos los factores dentro del proceso tienen que estar estrictamente controlados.

Para obtener los valores de tolerancia existen cartas de tolerancia realizadas por la S. I. P. (Sociedad Industrial del Plástico).

32. TRANSMITANCIA LUMÍNICA

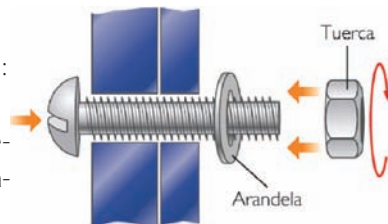
Es la propiedad óptica que presentan los materiales plásticos de permitir el paso de la luz a través de ellos, independientemente de que se puedan ver o no objetos a través de su espesor. Es importante para el diseñador conocer este atributo para poder escoger el plástico adecuado de acuerdo a la función requerida. Por ejemplo en el diseño de artículos fotográficos, en envases cuyo contenido se degrada con la luz, en espacios que requieren privacidad y buena iluminación, etc.



33. UNIONES

De acuerdo a la relación entre las piezas a unir existen:

Uniones directas. Aquellas que no intervienen elementos o agentes externos y ajenos a las piezas: soldaduras y uniones por forma.



Uniones indirectas: Aquellas en las que intervienen elementos o agentes ajenos a las piezas, por ejemplo, sujetadores y adhesivos.

De acuerdo a su permanencia las uniones pueden ser:

- 1.- Desmontables. Tubos de aspiradora, estructuras de tiendas de campaña.
- 2.- Limitadamente desmontables. Tornillos, bayonetas, tapas de frascos, clavijas.
- 3.- Uniones no desmontables. Adhesivos, soldaduras, remaches.

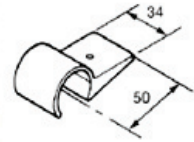
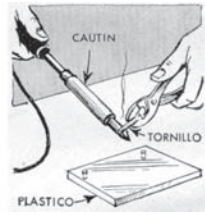
De acuerdo a como interactúan las piezas para unirse, éstas se clasifican en:

- 1.- Uniones por tensión y/o compresión. Cuando existen fuerzas sobre las piezas por unir; por ej. Tornillos, cuñas, resortes, broches, abrazaderas.
- 2.- Uniones por aplastamiento. Cuando las fuerzas que mantienen la unión se logran por deformación, en el momento de lograrse ésta, de alguna de las piezas involucradas:



remaches, punzonado, engargolado, torsión, anudado, uniones a presión.

- 3.- Uniones por adhesión. Aquellas en que las piezas se mantienen unidas gracias a las fuerzas de adhesión que les confiere un material que ha sido colocado entre ellas: adhesivo.



Factores para diseñar

PROCESOS DE FABRICACIÓN



De acuerdo con su comportamiento, los plásticos sean termoplásticos o termofijos, pueden ser transformados en piezas plásticas. Los primeros empleando su capacidad de ablandarse mediante el calor y forzados a tomar la forma que previamente fué realizada en un molde, que posteriormente será enfriado junto con el polímero, y los segundos, en forma líquida o sólida solidificándolos químicamente dentro de un molde o bien calentándolos, comprimiéndolos y/o expandiéndolos dentro de éste para forzarlos a que tomen su forma final.

El diseñador debe entonces con la ayuda de un modelista o de un sistema de CAD CAM (Computer Aided Design y Computer Aided Manufacturing), generar un prototipo o un modelo de la pieza deseada, en cual a su vez será utilizado para fabricar un molde que servirá para darle dicha forma final al polímero.

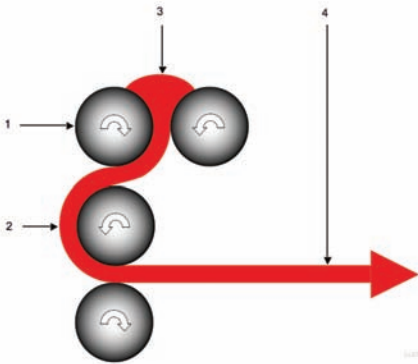
Los procesos de fabricación de los moldes no son el objetivo de este manual, sin embargo diremos que son producidos utilizando bloques metálicos u otros materiales como yeso, fibra de vidrio o distintas resinas que pueden ser realizados manualmente mediante técnicas como la realización de plantillas y tarrajas, o maquinados utilizando por ejemplo máquinas fresadoras y tornos. Para elementos de mayor complejidad se emplean actualmente procesos automáticos y semiautomáticos como el control numérico, previamente diseñados con procesos computacionales de CAD y producidos en CAM.

En este manual describiremos los principales procesos de moldeo para generar piezas con polímeros termoplásticos y termofijos, los cuales en su mayoría son producidos mediante moldeo, pues aún las piezas que finalmente son dobladas utilizando una lámina de plástico como por ejemplo el acrílico, policarbonato o poliuretano, éstas fueron realizadas previamente mediante procesos de moldeo o vaciado.

PROCESOS PARA TRANSFORMAR O MOLDEAR POLÍMEROS

- 1.- CALANDRADO
- 2.- INYECCIÓN
- 3.- SOPLADO
- 4.- EXTRUSIÓN

- 5.- COMPRESIÓN
- 6.- ROTOMOLDEO
- 7.- MOLDEADO AL VACÍO
- 8.- TERMOFORMADO POR GRAVEDAD Y POR MACHO - HEMBRA
- 9.- TERMOFORMADO LINEAL
- 10.-PROTOTIPADO RÁPIDO
- 11.-MOLDEO MANUAL



1. CALANDRADO

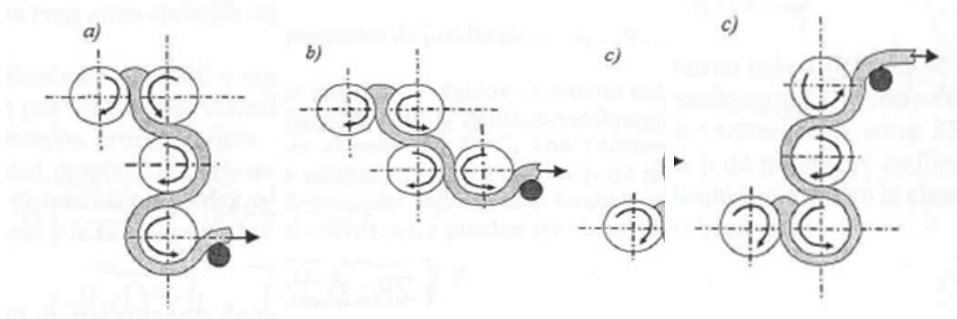
El calandrado es un procedimiento que se aplica únicamente a los polímeros gomosos, incluyendo el PVC plastificado, así como a los cauchos sintéticos y naturales. Consiste en hacer pasar el material plástico a través de unos rodillos que producen, mediante presión, láminas de plástico flexibles de diferente espesor. Estas láminas se utilizan para fabricar hules, impermeables o planchas de plástico de poco grosor. En el calandrado se requiere fundamentalmente que el polímero esté en el estado gomoso. Mediante este procedimiento se obtiene la lámina del calibre preciso cuando se hace pasar el compuesto entre rodillos rotatorios.

Por lo común, se requiere más de una pasada para darle a la lámina la precisión que se necesita; entonces, se usan máquinas de rodillos múltiples. En la siguiente figura se muestran algunas disposiciones en las que se colocan esos rodillos.



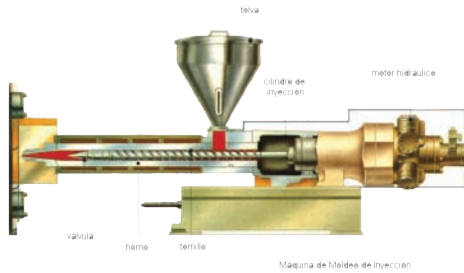
En las márgenes de la izquierda podemos observar la trayectoria que sigue el polímero gomoso dentro de la máquina. En los primeros dos cilindros, el material pasa en contacto entre los rodillos, directamente desde donde alimenta el polímero, es decir desde un molino de dos rodillos o un extrusor. En la segunda línea, se hace pasar el plástico sin comprimirlo, y en el tercera, se vuelve a hacer la lámina, donde gira un banco. En óptimas condiciones, el grosor de esta lámina se puede generar por ejemplo de más menos .02 mm.

Las láminas plásticas producidas mediante calandrado tienen por lo común, un muy buena orientación y comportamiento en sus propiedades físicas, como en su temperatura, con-



ductividad, elasticidad, velocidad de propagación de la luz, etc. En el proceso el polímero se alinea a lo largo de la lámina, en la dirección de la máquina. La superficie del plástico calandrado termina siempre en un acabado mate.

2. INYECCIÓN



El principio del moldeo por inyección consiste en inyectar un polímero fundido en un molde cerrado y frío, donde se solidifica para formar el producto. La pieza moldeada se recupera al abrir el molde para sacarla.

Una máquina de moldeo por inyección tiene dos secciones principales: la unidad de cierre y la unidad inyectora.

La unidad de inyección.- Es la más importante de la máquina, en ella se encuentran la mayor parte de los factores que afectan a la eficiencia del proceso, sus funciones son:

- 1.- Plastificar y homogeneizar al material, es decir, fundirlo hasta que tenga fluidez (viscosidad) necesaria para poder inyectarlo en el molde y hacerlo de manera que la temperatura en todo el material sea la misma (homogénea).
- 2.- Inyectar el material fundido dentro del molde a alta velocidad y presión, por medio de un movimiento axial del husillo y sostener presión sobre el material para compactarlo.
- 3.- Dosificar la cantidad necesaria de material para un ciclo de trabajo, por medio de la rotación del husillo

La unidad de cierre, o prensa, que aloja el molde. Existen varios sistemas para el funcionamiento de la unidad de cierre, entre ellos el sistema hidráulico puro y el sistema hidráulico articulado o de rodillera. Las funciones de esta unidad son:

- 1.- Abrir y cerrar las mitades del molde, de tal forma que las proteja, haciendo que antes de que se toquen al cierre y antes de abrirse actúe el sistema a baja presión y baja velocidad.
- 2.- Ejercer la fuerza de cierre necesaria durante la inyección y el sostenimiento, para evitar que el molde se abra.

3.- Expulsar mecánicamente la pieza una vez que se ha solidificado.

El proceso descrito es una forma base, a partir de la cual se hacen variaciones, dependiendo del sistema de moldeo utilizado, por ejemplo si se utilizan sistemas de moldeo con coladas caliente o aislada, la unidad de inyección permanece siempre unida al molde, o bien, cuando el tiempo de plastificación es muy largo, la pieza puede ser enfriada dentro del molde durante más tiempo para aprovechar el alargamiento del ciclo.

El momento en que se lleve a cabo la conmutación influye en forma directa sobre la calidad de la pieza moldeada, pues de llevarse a cabo prematuramente, la presión de inyección no alcanza el valor ajustado y la pieza se obtiene incompleta, o con rechupes o burbujas, se tienen problemas con la contracción del pos moldeo o con la uniformidad del peso durante la producción.

Al realizar la conmutación después de lo debido, se provocará la aparición de rebaba (flash).

La conmutación puede llevarse a cabo en tres formas: dependiente del tiempo, dependiente de la distancia recorrida por el husillo (posición) o dependiente de la presión alcanzada dentro de la cavidad del molde.

La conmutación dependiente del tiempo se realiza mediante un timer, que después de transcurrido un cierto tiempo, manda la señal para que la presión ejercida sobre el material durante la inyección, disminuya el valor fijado como sostenimiento. Se utiliza cuando se cuenta con una posibilidad de utilizar dos presiones de sostenimiento.

La conmutación dependiente de la distancia de recorrido por el husillo es la más utilizada, ésta tiene lugar en el momento que el husillo acciona un microswitch después de haber avanzado hasta una posición determinada, el microswitch manda la señal para relevar la presión de inyección por la de sostenimiento.

La conmutación dependiente de la presión se lleva a cabo cuando dentro del molde se ha alcanzado un determinado valor de presión. Este sistema es muy sofisticado y se utiliza principalmente con piezas pequeñas de muy alta precisión.

El tiempo de sostenimiento es necesario hasta que el material ha solidificado, después no tiene ya ningún efecto. Un tiempo de sostenimiento corto lleva a una descarga del molde,

provocando un transporte de material del molde hacia el cilindro y, por lo tanto, formación de rechupes. Un tiempo de sostenimiento excesivo provoca desperdicio de energía.

EL MOLDE DE INYECCIÓN

Los moldes se construyen de acero para que soporten las altas presiones que se generan durante la inyección.

Para producciones limitadas se ha probado que las aleaciones con aluminio satisfacen adecuadamente las necesidades, el cobre con berilio se usa frecuentemente en corazones e insertos cuando se requiere un enfriamiento.

TIPOS DE MOLDES

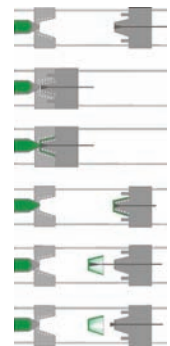
MOLDE DE COLADA DIRECTA:

En este tipo de moldes, la boquilla inyecta directamente el plástico en el molde. Se utiliza cuando es necesario producir una sola pieza a la vez.



MOLDE DE COLADA SÓLIDA:

En este tipo de molde el material que queda entre la boquilla y el molde se endurece (solidifica) en cada inyección), por lo que hay que extraerla de la máquina de la misma manera que se extrae la pieza .

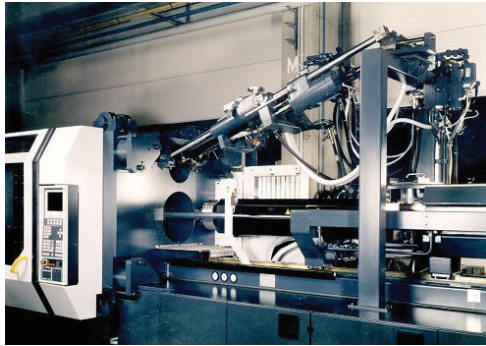


MOLDE DE COLADA CALIENTE:

Este tipo de molde es el mejor porque puede ser de inyección continua y no se solidifica el material debido al aditamento con resistencias que se

encuentra inmediatamente antes del molde. Es un molde muy caro por lo que se utiliza poco.

TIPOS DE MOLDES



Máquina inyectora automática

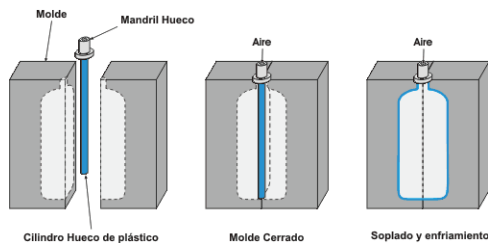


Máquina inyectora manual

3. SOPLADO

El moldeo por soplado consiste en una la técnica que se utiliza para producir botellas y otros contenedores que son fundamentalmente formas huecas simples. Hay dos subdivisiones principales, el moldeo por extrusión-soplado y el moldeo por inyección-soplado. El segundo fue inicialmente la técnica más importante, pero en años recientes el moldeo por inyección soplado adquirió importancia para la producción de botellas de bebidas carbonatadas, especialmente, utilizando polietilen tereftalato (PET), en el que se envasan alimentos y bebidas.

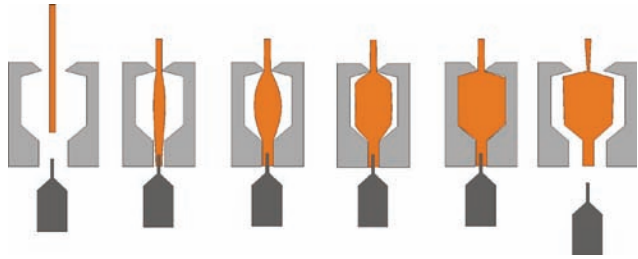
Los técnicos y artistas fabricantes de piezas de vidrio han utilizado sopladores de vidrio durante siglos. El fundamento del moldeo por soplado consiste en la formación utilizando un tubo semifundido; éste se atenaza entre las dos mitades de un molde y se inyecta aire para llenar el molde. Se enfrían las superficies del molde de modo que el producto solidifique rápido mientras está aún bajo la presión del aire y se obtenga la forma del molde. Luego se recupera el producto abriendo el molde.



En este proceso, el tubo semifundido, llamado forma intermedia, se produce directamente a través del extrusor, del cual sale

caliente y blando. En el moldeo por extrusión-soplado el tubo, se utiliza una preforma que se elabora mediante moldeo por inyección y se vuelve a calentar hasta la temperatura de soplado.

En las figuras anteriores se muestra el principio del procedimiento. La extrusión puede ser continua, en cuyo caso la forma intermedia se corta y se mueve hacia el molde o el molde se mueve llevando la forma intermedia. También, la



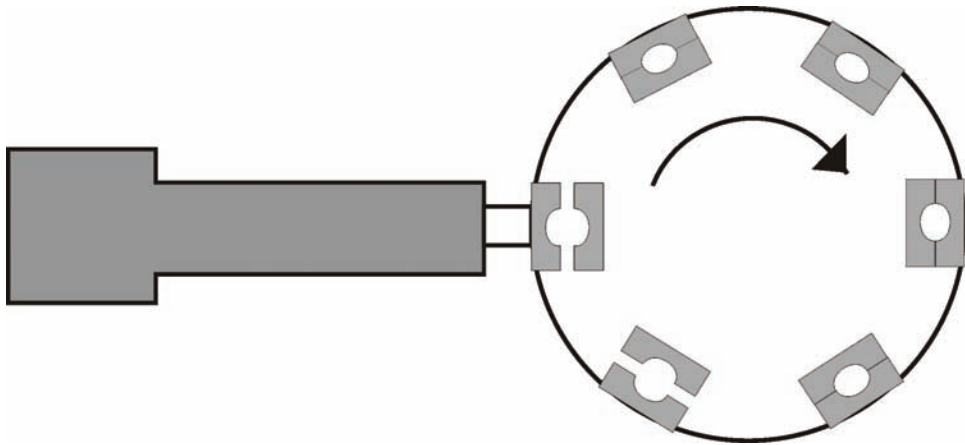
extrusión puede ser intermitente, cuando el molde se queda bajo el punto de extrusión. La primera disposición es la más común ya que permite mayor producción.

El arreglo más común es una extrusión hacia abajo. Esto produce dos efectos importantes: la forma intermedia se cuelga, debido a la gravedad, y el efecto de hinchamiento en el dado. Estos efectos se oponen hasta cierto grado, pero actúan en conjunto para dar formas intermedias con pared gruesa en su parte inferior y delgada en la superior: al comenzar la extrusión da la forma intermedia, el hinchamiento en el dado engrosa las paredes; posteriormente, el peso creciente estira la forma intermedia y la adelgaza.

En años recientes el moldeo por inyección-soplado adquirió preponderancia en la producción de botellas para bebidas carbonatadas. Difiere del procedimiento de extrusión en que se usa una preforma moldeada por inyección en vez de usar un producto (forma) intermedio directamente. La preforma se moldea en un molde muy frío; se utiliza por lo común un líquido refrigerado, para enfriarla rápidamente en su estado amorfo. La preforma se recalienta hasta justo por encima de su temperatura de transición vítrea y se estira por soplado. El soplado con estiramiento se efectúa empujando la boquilla de soplado, la cual estira hacia abajo la preforma, al soplar simultáneamente para dar una expansión radial. Una vez más se trata de un procedimiento que imparte orientación biaxial en el producto. Otro nombre de ese procedimiento es soplado por estiramiento.



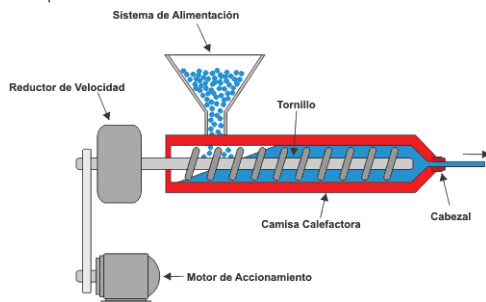
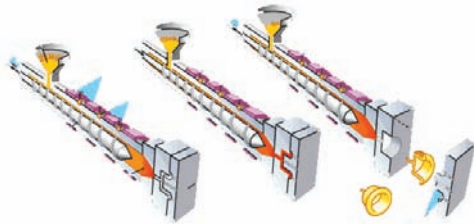
El polímero que se utiliza más en el moldeo por inyección-soplado es el polietilentereftalato.



Acomodo para alta producción para moldeo por soplado

4. EXTRUSIÓN

El moldeo por extrusión consiste en forzar los polímeros por medio de presión, a pasar a través de un “dado” o “boquilla” un plástico o material fundido. El procedimiento se ha utilizado durante muchos años para metales, como el aluminio, que fluyen plásticamente cuando se someten a una presión de deformación. En el procedimiento original para someter los polímeros a extrusión, se utilizaron máquinas similares impulsadas por ariete o empujador mecánico. En el proceso moderno se usan tornillos para hacer fluir el polímero en el estado fundido o gomoso a lo largo de la camisa de la máquina. El tipo de máquina que se utiliza más es la de tornillo simple.



El tornillo de un extrusor consta de uno o dos “hilos” en espiral a lo largo de su eje. El diámetro medido hasta la parte externa del hilo es el mismo en toda su longitud para permitir un ajuste preciso en una camisa cilíndrica, con un claro apenas suficiente para dejarlo rotar. EL núcleo es de diámetro

variable, de manera que el canal en espiral varía en profundidad. En general, la profundidad del canal disminuye desde el extremo de alimentación hasta el extremo del dado aunque existen modificaciones con fines especiales. Una consecuencia de que disminuye la profundidad del canal es el incremento de la presión a lo largo del extrusor y ésta es la que impulsa el material fundido a pasar a través del dado.

El mecanismo de extrusión consta de cuatro partes:

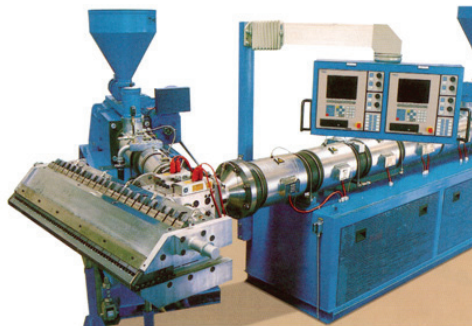
- 1.- Zona de alimentación.- En esta zona se precalienta y transporta el polímero a las partes siguientes.
- 2.- Zona de compresión.- Aquí se expulsa el aire atrapado entre los gránulos originales, también se mejora la transferencia de calor desde las paredes del barril calentado conforme el material se vuelve menos espeso, en tercer lugar, se da el cambio de densidad que ocurre durante la fusión. Hay una modificación distinta para cada tipo de polímero. Para uno que funde poco a poco como el polietileno de baja densidad, es apropiado un tornillo como el que se muestra en la siguiente figura, con la longitud total dividida en tres zonas iguales. Los tornillos de este tipo se conocen a menudo como tornillos para polietileno.
- 3.- El dado o pieza que da la forma al plástico con un sistema de enfriamiento al final que permite conservar la forma.
- 4.- El portamallas que consta, por lo común, de una placa de acero perforada conocida como la placa rompedora y un juego de mallas de dos o tres capas de gasa de alambre situadas en el lado del tornillo, el cual tiene tres funciones:
 - Evitar el paso de material extraño como polímero no fundido, polvos y cuerpos extraños.
 - Crear un frente de presión cuando se opone una resistencia al bombeo de la zona anterior.
 - Eliminar la "memoria de giro" del material fundido que puede provocar torceduras en la pieza final.

Conforme se transporta el polímero a lo largo del tornillo se funde una delgada película en la pared del barril. Esto se efectúa por lo común gracias al calor que se conduce desde los calentadores del barril, pero puede deberse a la fricción. El tornillo desprende la película fundida al girar. El polímero fundido se mueve desde la cara frontal del hilo hacia el núcleo y luego bate de nuevo para establecer un movimiento rotatorio enfrente del hilo de conducción del hilo. Mientras, se barren otros gránulos o partes sólidas de la masa compactada

del polímero hacia el “charco fundido” en formación. El proceso continúa lentamente hasta que se funde todo el polímero.

Durante el transporte el material se adhiere únicamente al tornillo y se desliza sobre el barril. Bajo estas condiciones, el tornillo y el material simplemente girarían como un cilindro sólido y no habría transporte, sin embargo, al resistir el material la rotación en el barril, se desliza sobre el tornillo, de manera que tiende a ser transportado axialmente como un tornillo de Arquímedes normal.

En las máquinas de alta velocidad, prácticamente todo el calentamiento proviene del esfuerzo de corte al que se somete el material fundido viscoso. Por lo común, algo de calor se genera por ésta fuente y algo por los calentadores del barril del extrusor.



Máquina Extrusora

Todo el sistema se controla por medio de termostato para tener un control preciso de la temperatura del material fundido.

5. COMPRESIÓN

El moldeo por compresión es un proceso en el que el polímero, se introduce en un molde abierto al que luego se le aplica presión para que el material adopte la forma del molde, y se le aplica calor para que el material adopte definitivamente la forma deseada. Se usa casi exclusivamente para moldear termoestables aunque éstos se transforman también con el método de inyección.

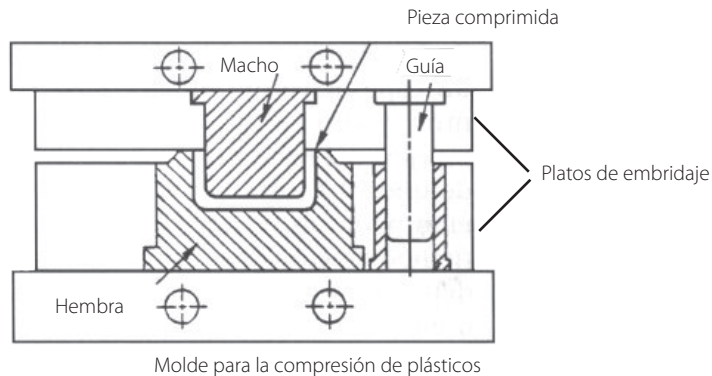
El proceso de moldeo por compresión originalmente fue principalmente manual, con moldes sueltos. Muchos de estos moldes todavía se pueden encontrar operando y el control de los ciclos y las temperaturas se maneja manualmente con relojes normales, y en el menor de los casos en un pirómetro de superficie para calcular las temperaturas.

Las prensas modernas tienen ciclos automáticos, calefactores eléctricos que se controlan en proporción a la temperatura y sistemas hidráulicos de autocontrol.

Pasos que se siguen en el moldeo por compresión:

- 1.- El molde se sujeta entre las platinas de una prensa hidráulica.
- 2.- Se coloca una cantidad preparada del compuesto de moldeo en el molde; esto generalmente se hace a mano y el molde se coloca en la prensa.
- 3.- La prensa cierra con presión suficiente para evitar o minimizar la fuga de material en la división del molde.
- 4.- El compuesto se reblandece y fluye para amoldarse al recipiente; entonces se produce el curado químico conforme la temperatura interna del molde se vuelve bastante alta.
- 5.- Si es necesario, se enfría, aunque para la gran mayoría de los termoestables, no es necesario.
- 6.- La prensa se abre y se saca la pieza moldeada. Por lo común se quita el molde de la prensa y se abre el banco para extraer la pieza moldeada. Se carga con un lote nuevo antes de volver a colocarlo en la prensa para comenzar el siguiente ciclo.

En la práctica, a menudo se calienta antes el compuesto para disminuir el tiempo que dura el ciclo de moldeo y facilitar el flujo en el molde.



Puede llevarse a cabo entre 60 y 100 °C utilizando:

- 1.- Calentadores infrarrojo.
- 2.- Hornos de calentamiento dieléctrico HF (microondas).
- 3.- Un tornillo caliente, que también compacta.
- 4.- Calentamiento por convección en un horno de aire caliente.

Las dos características del moldeo por compresión que lo distinguen del moldeo por inyección son que genera pocos desperdicios (2 a 5%) y que no es reciclable.

Las ventajas en la fabricación de productos mediante este proceso son:

- 1.- El producto tiene bajos esfuerzos residuales; de ahí que se fabriquen discos de fonógrafo.
- 2.- Se mantienen las propiedades mecánicas y eléctricas debido a que hay poco flujo de corte que provoque que se formen pistas conductoras.
- 3.- El costo de mantenimiento del molde es bajo; se desgasta poco debido a las bajas fuerzas de corte en comparación con el moldeo por inyección donde el desgaste del molde puede resultar caro.
- 4.- Los rellenos fibrosos se distribuyen bien y no se alteran u orientan durante el tratamiento.
- 5.- Los costos de capital y herramental son más bajos; la planta y las herramientas son simples.



Máquina Compresora

TRANSFERENCIA

El moldeo por transferencia es una versión perfeccionada del moldeo por compresión en el cual se coloca un depósito del compuesto de moldeo en el molde y, al cerrar, fluye por bebederos a las cavidades. Así, hay una relación con el moldeo por inyección.

Para el moldeo por transferencia se siguen los siguientes pasos:

- 1.- Se inserta un trozo de compuesto de moldeo.
- 2.- Se cierra la prensa; el compuesto fluye a las cavidades del molde a través de bebederos.
- 3.- Se abre el ensamble de tres placas; la pieza se recupera desde el lado inferior, se extrae la espiga por medio del miembro superior.

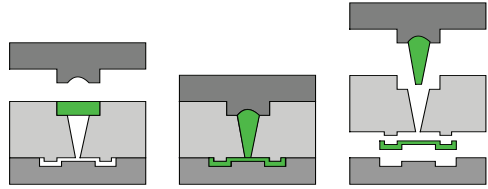
Este tipo de moldeo se utiliza entre otras aplicaciones:

- 1.- Para producir más fácilmente muchas partes pequeñas.
- 2.- Para reducir el daño o movimiento de las partes delicadas o delgadas del molde o los insertos.

- 3.- Para transferir mejor el calor a través de los bebederos, lo cual ofrece mayor rapidez en el proceso de enfriamiento.

Las desventajas del moldeo por transferencia en comparación con el moldeo por compresión común:

- 1.- El flujo da lugar por lo común a una orientación indeseada del producto; también se incrementan los costos por desgaste y mantenimiento.
- 2.- El herramental es bastante más complejo y, en consecuencia, más caro; las espigas se desechan y hay poca probabilidad de tener un sistema de bebederos caliente.



6. ROTOMOLDEO

El moldeo rotacional es una técnica para elaborar artículos sin costuras. Este moldeo se usa con polímeros proviene de un proceso para fabricar artículos huecos originalmente aplicado en metales. Un líquido, por ejemplo, un metal fundido se vierte en un molde de dos partes, el cual a menudo se hace girar. La parte externa se enfría y luego se invierte el molde;



el núcleo que aún se mantiene líquido se saca y se obtiene un cascarón sólido, el cual se recupera luego al abrir el molde. Este proceso es vigente, por ejemplo, para elaborar soldados de juguete, macetas, etc. Se utiliza el vaciado centrífugo para forzar la alimentación, Este proceso se utiliza también en la construcción de tuberías, para retener el líquido contra las paredes, y eliminar así la necesidad de núcleos.

El principio del moldeo en hueco con PVC, se generaliza a los polímeros, primeramente con plastisoles de PVC y un molde caliente. El plastisol endurece sobre la superficie del molde caliente. La técnica consiste en hacer girar el molde en dos planos, con el plastisol dentro, para mantener uniforme la dispersión de éste sobre la superficie interna. Por lo común se calienta el molde en un horno.

Una variación del proceso consiste en vaciar sobre el exterior de un modelo formador caliente. Ejemplos de productos que se hacen de esta manera son los guantes, asas y polainas.





Los termoplásticos en polvo pueden sintetizarse y finalmente fundirse para tomar revestimientos.

La técnica para el moldeo rotacional con polvos es la misma que la del moldeo de PVC. Una cantidad media de polietileno en polvo, usualmente de índice de fluidez alto para tener una fusión y flujos fáciles, se coloca en el molde que a su vez se coloca en un horno y se hace girar en dos planos para lograr una acción de frotación con la cual se sinteriza el polietileno en las paredes.

Hay muchos productos que podrían producirse tanto por el proceso de inyección como por el rotacional. Por ejemplo, los tanques de gasolina pueden hacerse de una sola pieza con moldeo rotacional y las propiedades serían excepcionalmente buenas, sin embargo, se producen en inyección en dos mitades porque los costos en este último proceso son más bajos. La razón es que en el método de inyección los tiempos de enfriamiento son más bajos, ya que en el moldeo rotacional la temperatura del molde se eleva a 300°C mientras que en inyección sólo a 60°C debido al sistema de enfriamiento, aunque la temperatura de fusión del termoplástico se da a los 250 °C.

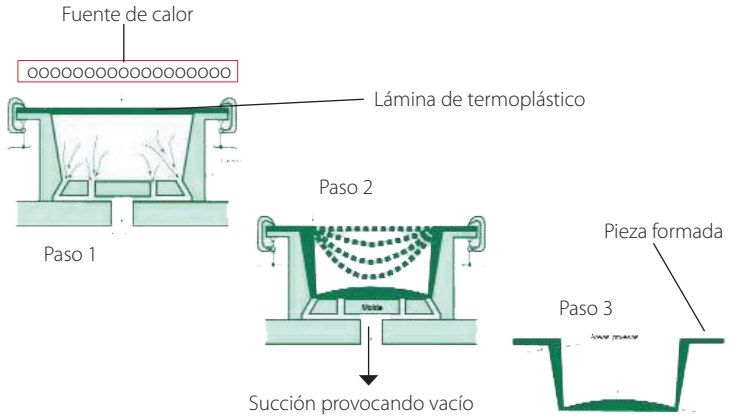


7. TERMOFORMADO AL VACÍO

En la termoformación se calienta una preforma que, por lo común, es una lámina de polímero obtenida por extrusión, hasta que se reblandece y se deforma mediante una fuerza que se aplica al molde en el que se enfría. En ésta técnica predomina el comportamiento de tracción o de alargamiento.

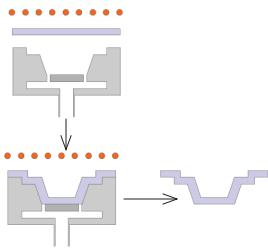
La técnica más común para deformar las láminas calientes y reblandecidas se basa en disminuir la presión en un lado para que la presión atmosférica deforme la lámina por el otro lado.

La fuerza está limitada por la presión atmosférica que es de 10 a 12 lb/pulg². En la siguiente figura se muestra como el molde hembra tiene una cavidad para la formación principal, mientras el molde macho tiene una protuberancia.

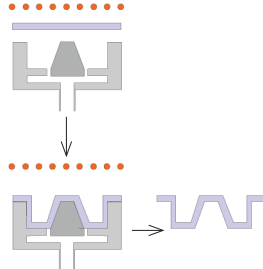


Procesos de fabricación

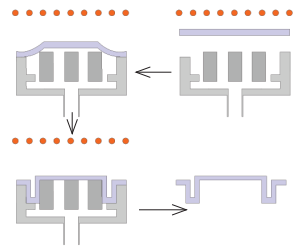
Moldeo por vacío con un molde hembra



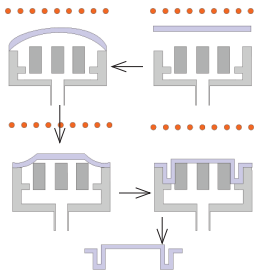
Moldeo por vacío con un molde macho



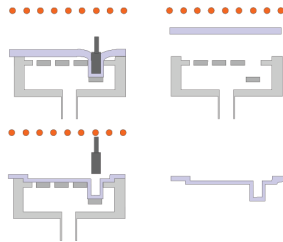
Moldeo por vacío con ayuda de colgaduras



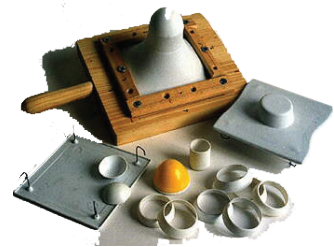
Moldeo por vacío con ayuda de deslizamiento de aire



Moldeo por vacío con ayuda de pistón



Sistema de moldeo por vacío y piezas por método artesanal

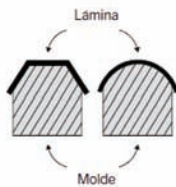


8. TERMOFORMADO GRAVEDAD Y POR MACHO Y HEMBRA

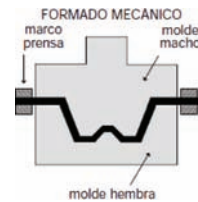
El método de termoformado libre o por gravedad es el más simple, ya que calentando y ablandando la lámina en un horno, se puede dejar caer sobre el molde y tomar así la forma por su propio peso; sin embargo es importante mencionar que el molde deberá tener un acabado tal que no transmita sus imperfecciones al material. Las orillas de la lámina pueden sujetarse al molde para evitar las ondulaciones que tienden a formarse durante el enfriamiento.

Aquí cabe mencionar que las láminas de plástico por lo general pueden también formarse en frío, siempre y cuando el radio de la curvatura sea mayor de 180 veces el espesor del material utilizado, de acuerdo a la fórmula $R(\text{radio}) = 180 \times E$ (espesor en mm).

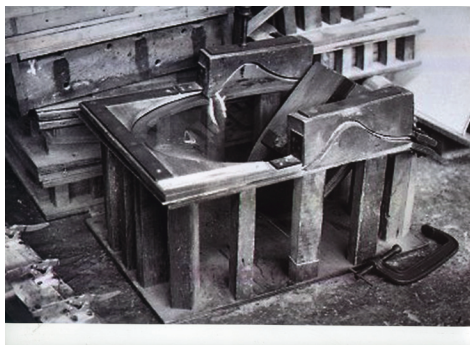
El termoformado utilizando moldes macho y hembra consiste en prensar las láminas reblandecidas para forzarlas a tomar la forma deseada. Se pueden producir así piezas mucho más exactas, sin embargo, al igual que en el moldeado por gravedad, los moldes requieren de un excelente acabado para reducir al mínimo las marcas indeseadas sobre la superficie.



Termoformado por gravedad



Termoformado por macho y hembra



Imágenes de Plastiglás. Manual de Termoformado



Moldeo de una asientomediante el proceso de termoformado macho-hembra.

9. TERMOFORMADO LINEAL

Este proceso se emplea a partir de láminas producidas por extrusión o calandreado, generalmente es realizado empleando acrílico, estireno y policarbonato, también se emplean otros tipos de polímeros como el PVC espumado, conocidos comercialmente como Sintra o Trovicel.

Al calentar estos plásticos hasta la temperatura adecuada según el ablandamiento deseado generando un área o una línea, se procede a transformarlo doblándolo. Se requiere de aplicar calor controlado de forma que al llegar a la temperatura requerida se genere una arista entre dos planos que permita realizar el ángulo deseado. Posteriormente se requiere enfriar la línea ablandada deteniendo las piezas con un escantillón, se puede acelerar este paso aplicando aire o una esponja humedecida con agua a la línea caliente.



Para cortar y habilitar este material existen diversas técnicas, entre las que destacan el rayado con charrasca para forzar el rompimiento en línea recta. La desventaja de este método es que los cantos quedan con un pequeño escalón que requiere de un acabado extra si se requiere un terminado fino. También se pueden utilizar caladoras

manuales o de banco, sierras cinta o circulares de banco o universales adaptadas con discos cortadores metálicos o abrasivos, así como routers manuales o con bancada, utilizando plantillas y fresas de carburo de tungsteno, con las cuales se obtienen acabados más finos en los cantos por las altas revoluciones por minuto a los que trabajan, así como también con máquinas de rayo laser y de agua a presión manejadas por control numérico. Las caladoras por sus bajas revoluciones hacen que se caliente mucho el material, de forma que éste se puede volver a soldar atrás de la sierra con la rebaba ablandada por la fricción.

El acabado de los cantos representa uno de los retos más importantes para los fabricantes de artículos con plásticos laminados. Puede utilizarse lijas convencionales, la técnica de raspado con navaja, fundido con flama o derretido con líquidos solventes como el cloroformo, el cual es por lo mismo un pegamento químico. Entre los pegamentos más resistentes para el acrílico y el policarbonato se encuentran los producidos con cianoacrilato.



Las láminas comerciales se pueden adquirir de diversas medidas, grosores, colores, texturas y acabados. El tamaño estándar es la lámina de 1.80 m por 1.20, aunque existen de la mitad .90 m. por .60 m. o de 2.40 m. por 1.20 m. Los grosores varían de acuerdo a los establecidos por los diferentes fabricantes, entre los que destaca la empresa Plastiglás, pudiéndose encontrar de 1.5 mm, 3 mm (la más comercial), 4.5, 5, 6, 12 mm. u otras medidas bajo pedido especial. Se puede adquirir variaciones según su transmitancia lumínica y color, ya sea media, el transparente o sólida. El blanco y en negro, así como el perla son los más demandados, existe el acabado espejo, mate y brillante, así como una gran variedad de texturas que son propias para puertas y ventanas que requieren de privacidad e iluminación.

10. PROTOTIPADO RAPIDO

El Prototipado rápido es un proceso que consiste en la fabricación automática de objetos empleando tecnología aditiva. El proceso se comenzó a utilizar en 1980 y se empleó para producir modelos y prototipos. Se utiliza también para realizar producciones pequeñas.

Para el diseño de piezas se utiliza un computador u ordenador con un programa de CAD (Computer Aided Design), con el cual, se alimenta una máquina de control numérico que transforma el modelo virtual en secciones delgadas, verticales y horizontales creando capas

sucesivas hasta que el modelo se completa. El resultado es que el modelo virtual y el modelo físico son casi idénticos.

La máquina lee los datos y coloca capas sucesivas de líquidos, polvo, o de una chapa, y construye el modelo a partir de una serie de secciones transversales. Estas capas se fusionan automáticamente. Se puede mediante este sistema crear casi cualquier forma.



Existen básicamente cuatro métodos de éste sistema:

- 1.- **Sinterizado selectivo por láser (SLS).** Consiste en una técnica de fabricación que utiliza un láser de alta potencia para fusionar pequeñas partículas de plástico, metal (sinterización láser directo de metal), de cerámica, vidrio o polvo en una masa de tres dimensiones.

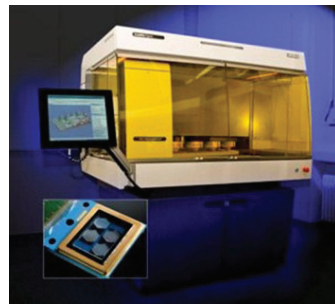
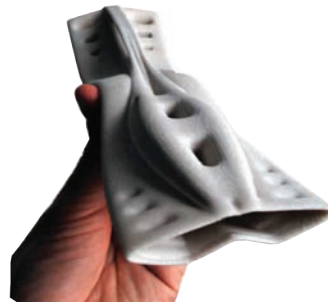
El láser selectivamente funde material en polvo mediante el escaneo de las secciones transversales generados a partir de la descripción digital diseñada en CAD en la superficie de un lecho de polvo. Después de cada sección se analiza, el lecho de polvo se reduce en un espesor de capa, una nueva capa de material se aplica en la parte superior, y el proceso se repite hasta que la pieza está terminada.

- 2.- **Estereolitografía (SLA).** Es un proceso de fabricación aditiva con un tanque de líquido de curado UV fotopolímero "resina" y un láser UV para construir partes de una capa a la vez. En cada capa, el rayo láser traza una sección de la pieza en la superficie de la resina líquida. La exposición a la luz UV solidifica la resina y ésta se adhiere a la capa de abajo. Después, la plataforma de la SLA desciende por lo general de 0,05 mm hasta 0,15 mm (0,002" a 0,006"). Entonces, una capa de resina fresca se extiende transversalmente. En esta nueva superficie del líquido, se traza una nueva sección la cual se adhiere a la anterior y así sucesivamente hasta formar el modelo 3D. Después de la construcción, las partes se limpian de exceso de resina por inmersión en un baño químico y luego la pieza se cura en un horno de UV.

El proceso requiere del uso de estructuras de apoyo para unir la parte de la plataforma elevadora y para evitar que algo de la geometría se desvíe por gravedad y para que resista la presión lateral que se genera durante la aplicación de la resina. Los soportes deben ser removidos del producto final de forma manual, lo que no sucede con otras tecnologías de prototipado rápido.

3.- Fabricación de objetos laminado (LOM): Es un sistema desarrollado por Helisys Inc. En ella, las capas de adhesivo, papel recubierto, plástico o láminas de metal son sucesivamente pegados y cortadas en su forma con un cortador láser.

Este es un proceso de esterotomía (modelo seccionado en capas) en donde una hoja de material con la dimensión que requiere el modelo se desenrolla y se desliza sobre una superficie horizontal. Posteriormente, un laser corta la hoja según la primera sección transversal del modelo, se desecha el sobrante y posteriormente la superficie que contiene la primera capa de la pieza se mueve hacia abajo en donde se deposita una nueva capa de material desenrollado. Nuevamente el laser corta la siguiente pieza, se desecha el material no utilizado, baja la superficie y así sucesivamente hasta formar el modelo. Los modelos fabricados con este sistema son de bajo costo debido a la disponibilidad de los materiales. La precisión que se logra con este método de prototipado es ligeramente menor a la de estereolitografía., sin embargo se pueden generar piezas de mayor tamaño porque no se depende de una reacción química para la solidificación del modelo.



4.- Modelado por deposición fundida (FDM): Es una tecnología que fue desarrollada por S. Scott Crump a finales de 1980 y se comercializó en 1990. Comienza con un proceso de software, desarrollado por Stratasys, que procesa un archivo de STL (estereolitografía formato de archivo) en unos minutos; corta y orienta matemáticamente para el proceso de construcción. Cuando es necesario, las estructuras de soporte se generan en forma automática. La máquina contiene dos materiales, uno para el modelo y otro para una estructura de apoyo. Los termoplásticos son licuados y depositado por un cabezal de extrusión, que sigue una herramienta de una ruta definida por el archivo de CAD y los materiales se depositan en capas finas

aproximadamente de 0.125 mm (0.005 ") de espesor, construyendo así la pieza de abajo hacia arriba capa por capa. Un filamento de plástico o alambre de metal se desenrolla de una bobina de material y suministros para una boquilla de extrusión, que puede a su vez el flujo de encendido y apagado. La boquilla se calienta para fundir el material y se puede mover en ambas direcciones, horizontal y vertical mediante un mecanismo de control numérico controlado por un programa de CAM (Computer Aided Manufacturing). El modelo fabrica mediante la extrusión de pequeños gránulos de material termoplástico para formar las capas que se endurecen inmediatamente después de la extrusión de la boquilla.



11. MOLDEO MANUAL

Este método es utilizado para generar piezas en una producción muy limitada. Se tiene que partir de la realización de un modelo original el cual puede haberse producido con polímeros con el método de prototipado rápido; sin embargo puede realizarse con una gran variedad de materiales, como arcilla, cera, yeso, arena, concreto, piedra, metal, hueso o cualquier otro material, y utilizar este molde para la producción de piezas de plástico.

A partir del modelo original es necesario obtener un contra molde utilizando preferentemente un polímero flexible como el silicón que puede utilizarse varias veces, aunque también puede realizarse con yeso con un desmoldante adecuado; sin embargo los primeros por ser más flexibles, permiten elaborar piezas más complejas porque su desmolde puede no requerir de ángulos críticos en el modelado de los originales.

El látex o caucho natural y el artificial pueden moldearse para hacer artículos como juguetes o guantes de goma, introduciendo moldes de porcelana o de yeso blanco en látex concentrado. Una capa de látex se adhiere al molde y se extrae después de la vulcanización. Al ser extraída de su medio natural debes ser procesada con amoníaco y agua, y aplicarla con brocha sobre el modelo original, pues no aconsejable vaciarlo. Es un material económico y presenta buena resistencia al desgaste por su gran elasticidad y resiliencia, sin embargo es necesario aplicar muchas capas, y el tiempo entre una y otra puede ser muy prolongado (hasta de cuatro horas), lo que hace el proceso extremadamente lento.

El material que más se utiliza actualmente para crear moldes y contramoldes de forma manual es el silicón. Se pueden realizar con material de diferente suavidad según lo requiera la complejidad del modelo. Se presenta en un sistema de dos componentes (generalmente A + B) y pueden ser curados con un catalizador de platino o estaño y hay disponibles para "pintar" cubriendo el modelo utilizando brocha o spray.

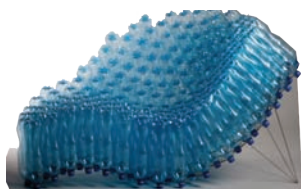
Estos moldes por su elasticidad y resiliencia tienen magníficas propiedades para el desmolde, por lo que ofrecen grandes ventajas al realizar reproducciones en resinas como de poliuretano, polyesters y resina epóxica porque no necesitan agentes desmoldantes. Además presentan muy buena resistencia a altas temperaturas (400°F / 205°C); esto hace que sean la mejor alternativa para el moldeo de resinas exotérmicas. Sin embargo es importante señalar que su costo es elevado, especialmente el de platino, además son sensibles a algunas sustancias como el sulfuro de arcilla que pueden provocar que no haya un curado óptimo.

Las siliconas son materiales espesos por lo que se requieren métodos para eliminar burbujas y más tiempo para su solidificación. Los catalizadores que se utilizan son compuestos de estaño y tienen un periodo corto de vida.

Las resinas líquidas para vaciado sin aditivos son como agua y no atrapan burbujas de aire, sin embargo con ellos su viscosidad aumenta considerablemente y requieren, entonces sí, eliminar las burbujas utilizando vibradores o llenando el molde dentro de una cámara de vacío, pero las propiedades físicas de las resinas utilizando aditivos pueden aumentar considerablemente, como su resistencia al alto impacto y al calor. El tiempo que requieren para endurecer puede variar dependiendo de la temperatura ambiente y de la cantidad de catalizador utilizado, por lo que es necesario calcular bien dichos tiempos para lograr un vaciado adecuado. La transparencia y propiedades en general de las resinas disponibles en el mercado dependen de la marca.

DISEÑO Y SUSTENTABILIDAD





RECICLAJE Y REUSO DE LOS PLÁSTICOS

Cuando fue desarrollado el primer plástico sintético, con seguridad sus creadores no se imaginaron el arma de doble filo que habían descubierto. Un material infinitamente versátil con abundantes características que lo harían el material más utilizado en la época contemporánea. Miles de aplicaciones en todas las gamas de acción del ser humano, propiedades que lo llevarían a salvar vidas humanas en manos de un cirujano y a conquistar el espacio, y sin embargo terriblemente fatales si no se controlaba su producción, se regulaban sus aplicaciones, uso y desecho. No es necesario enfatizar en este manual los aspectos nocivos del plástico porque los vivimos día con día en todo nuestro entorno. Se nos ha escapado de las manos su control como lo han hecho también otros materiales, especialmente el agua dulce, indispensable para la vida.

Diferentes soluciones han sido propuestas en muy diversos ámbitos para mitigar la invasión de contaminantes plásticos en el “mundo civilizado”, unas mejores que otras, o más o menos contundentes. Una medida preventiva de mucha importancia con la que concordamos todos, se refiere al reciclaje y al reuso no solo de los plásticos, sino de todos los materiales que se han producido con exageración a causa del desarrollo tecnológico y comercial del mundo globalizado que hemos creado.

Se ha realizado por acuerdo general, una convención que permite diferenciar los plásticos en el momento de que “terminó su vida útil”, con la finalidad de poder reciclarlos y producir nuevamente artículos con ellos, o bien reutilizarlos en alguna aplicación posiblemente más duradera, pues su utilización en muchas ocasiones solo responde a unos cuantos minutos de verdadero beneficio utilitario como es el caso de enseres domésticos fabricados con estireno y poliestireno.



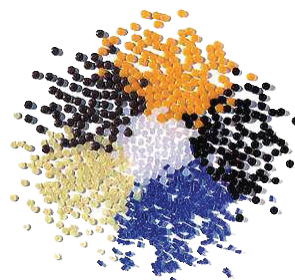
Mucho preocupa la clasificación previa y la recolección diferenciada de los plásticos, pues es el primer paso en el camino hacia la recuperación de los polímeros artificiales más empleados como lo es el Polietilén tereftalato o PET.

Existen más de cien tipos de plásticos, los más comunes son sólo seis, y se les identifica con un número dentro de un triángulo con la finalidad de facilitar su clasificación para el

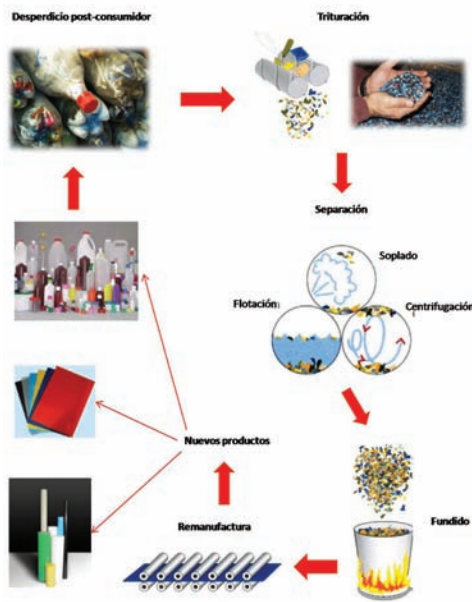
reciclado, ya que las características diferentes de los plásticos exigen generalmente un reciclaje por separado. El símbolo que se utiliza para los demás polímeros es el número 7.

Si bien los plásticos podrían ser reutilizados o reciclados en su gran mayoría, lo cierto es que hoy estos desechos son un problema de difícil solución, fundamentalmente en las grandes ciudades. Es realmente una tarea costosa y compleja para los municipios encargados de la recolección y disposición final de los residuos, ya que a la cantidad de material de los envases se le debe sumar el volumen que adquieren al contener algo. Por sus características los plásticos generan problemas en la recolección, traslado y disposición final. Algunos datos nos alertan sobre esto. Por ejemplo, un camión con una capacidad para transportar 12 toneladas de desechos comunes, transportará apenas 6 ó 7 toneladas de plásticos compactado, y apenas 2 de plástico sin compactar. Dentro del total de plásticos descartables que hoy van a la basura se destaca en los últimos años el aumento sostenido de los envases de PET, proveniente fundamentalmente de botellas descartables de aguas de mesa, aceites y bebidas alcohólicas y no alcohólicas. Las empresas, buscando reducir costos y amparadas en la falta de legislación, sustituyeron en su mayoría los envases de vidrio por los de plástico retornables en un comienzo, y no retornables posteriormente. Esta decisión implica la necesidad de un permanente cambio en la educación tecnológica y ética de los gobernantes, empresarios y usuarios, dado que de acuerdo a la cultura del lugar, habría efectos positivos y negativos que habría que analizar antes.

El diseño de nuevos productos desde una perspectiva sustentable, es uno de los recursos más importantes para abatir la gran escalada de contaminación que presenta nuestro planeta y en especial los países en desarrollo entre los cuales se encuentra México.



Proceso de reciclaje del plástico



MCH Rubén Vázquez Esquivel

la población, sobre todo en los países en vías de desarrollo hace necesarios el diseño y la producción de todo tipo de objetos de manera industrial, es decir mediante procesos que en forma rentable puedan ser producido para grandes números de habitantes.

El concepto moderno de “diseño”, en una época que se caracteriza por un gran desarrollo tecnológico y por lo tanto en las comunicaciones y en la producción desmedida de bienes y servicios, tiene como tarea ética principal el proponer productos que entren en el concepto amplio que comprende la sustentabilidad, es decir, lograr una armonía entre los elementos básicos de ella: Naturaleza, política, medio ambiente, cultura, sociedad y economía.

Una vez que el ser humano ha satisfecho sus necesidades básicas de sobrevivencia, tiende por lo general a diseñar todo tipo de objetos que le produzcan una optimización de su tiempo y esfuerzo, así como sus necesidades psicológicas y expresivas reinantes en su contexto. El crecimiento de

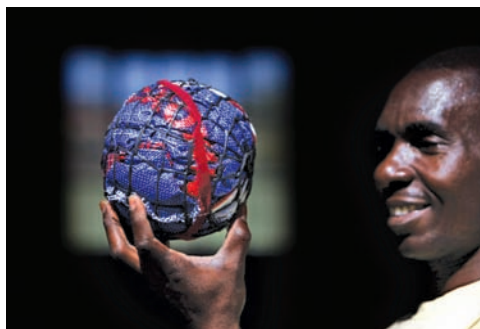
El material plástico, por todos los tipos existentes, así como por sus grandes propiedades funcionales, versatilidad, facilidad de producción, etc., constituye el material predominante en la época actual, a pesar de todas las características negativas que ya se han descrito.

Existe un importante esfuerzo de algunos diseñadores profesionales en muchos países, que buscan abatir el uso excesivo del plástico que se produce con recursos no renovables como el petróleo, así como aminorar el impacto ambiental que se ha desencadenado por falta de una educación adecuada. En primer término se utiliza el reciclaje que presenta una gran alternativa para alargar la vida útil de los polímeros que ya han sido transformados de algún modo; algunos de ellos con una



pésima aplicación desde el punto de vista sustentable, como el caso de los objetos que son utilizados en un periodo de vida útil excesivamente corta.

En conclusión: La ética del diseñador profesional es determinante para que los productos obtenidos mediante recursos no renovables dentro de los cuales se encuentran una gran variedad de polímeros, no impacte negativamente la vida de las generaciones futuras.



PLÁSTICOS, DISEÑO Y SUSTENTABILIDAD

Los conocimientos referentes a la tecnología, tanto en lo que se refiere a materiales como a procesos de producción, son el punto de partida para poder resolver un problema. Si no conocemos y dominamos los aspectos técnico-productivos específicos, no es posible pensar soluciones posibles y factibles, sin embargo, actualmente estos conocimientos no son suficientes. Las problemáticas a que nos enfrentamos son cada vez más complejas y no podemos dejar a un lado los aspectos contextuales.

Durante el desarrollo del movimiento moderno, los criterios de evaluación y eventualmente de aceptación de un proyecto, se centraban en aspectos como la funcionalidad, el costo, la eficiencia en la producción o bien en satisfacer los requerimientos emanados de estudios de mercado. Actualmente los diseñadores deben integrar en sus proyectos criterios como el impacto en el medio ambiente o la relación de un objeto con la cultura de los usuarios. Hoy hablamos de proveer experiencias y no solamente de satisfacer factores de uso y las consideraciones ambientales adquieren mayor importancia, es por esto que se requiere de reflexiones que ayuden en los procesos de decisión, para complementar los conocimientos y datos de carácter técnico-productivo.

No es posible imaginar el mundo actual sin plásticos. Prácticamente estamos rodeados por objetos producidos en este material, que en realidad no es uno, sino miles, debido a la proliferación y ramificación de su producción y las muy diversas variedades de ella, cada una con sus propias características, especificaciones y problemas.

Un aspecto que llama la atención es el de la –a veces- difícil relación entre los plásticos y el medio ambiente, debido por un lado a la importancia de estos materiales en la actualidad y por otro a los problemas que presentan a lo largo de su ciclo de vida como el gasto energético requerido para su producción y desecho, la longevidad de algunos de ellos, el daño que ocasionan al medio ambiente pues a su desecho contaminan mantos freáticos, ríos y que no es posible reciclar algunos de ellos. Algunas cifras sobre el uso de los plásticos pueden ayudar para darnos una idea de las diversas ramificaciones del problema:

- Más del 40% de objetos producidos con plásticos, son empaques, y en muchas ocasiones, estos se desechan al momento en que los objetos llegan a su destino, como es el caso de múltiples satisfactores que compramos en los supermercados.
- Más del 30% del relleno sanitario en los basureros municipales está compuesto por artículos de plástico y muchos de ellos se quedarán ahí por miles de años.
- Menos del 3% del plástico desechado es reutilizado.
- Dependiendo del tipo de plástico, la energía utilizada en su producción va desde 20 kcal. para producir una pequeña bandeja de poliestireno, hasta 2,752 kcal. para producir una botella de polipropileno con capacidad de un litro.

Como podemos observar en estos datos, la problemática con respecto al uso de plásticos va desde conocer la cantidad de energía que se consume a lo largo de su ciclo de vida, hasta la posibilidad de considerar posibles usos posteriores a su función primaria. Por otro lado, nos enfrentamos al hecho innegable de que asumir una postura más radical en cuanto a la sostenibilidad, puede significar un reto a intereses tanto de empresas como de políticas (y políticos) gubernamentales.

Un experimento realizado por habitantes de Australia, que voluntariamente decidieron llevar una vida “más simple”, mostró que: ... aún podemos vivir confortablemente con aproximadamente una cuarta parte del actual volumen per cápita de la producción mundial. (Whiteley, 1998:59)

Sin embargo visiones como esta deben ser consideradas a la luz del hecho de que reducir de manera tan drástica la producción actual en el mundo, significaría que aproximadamente 75% de las empresas cerrarían, causando tal cantidad de problemas económicos, políticos y sociales, que sería imposible mantener la estabilidad social. Este es un ejemplo sobre la complejidad de la sostenibilidad, pues no se trata tan solo de volvernos “verdes” o “ecolo-

gistas". La postura del diseñador ante un proyecto es más compleja, pues debe balancear su responsabilidad respecto al medio ambiente, con la que tiene para con las empresas y los usuarios.

Ante esta problemática, se han propuesto diversas estrategias que han tenido resultados diversos, a continuación se comentan tres de ellas:

- a) Plásticos biodegradables. Investigaciones recientes sobre los plásticos biodegradables, que si bien parecen ser una buena opción, muestran que no siempre se degradan del todo, dejando microscópicas partículas que continúan dañando al medio ambiente. Por otro lado, algunos grupos de ambientalistas han manifestado su desacuerdo con esta estrategia pues argumentan que no ayuda a modificar hábitos de consumo o bien no estimulan otras estrategias como el reuso o el reciclado, que pueden ser más eficientes en términos de consumo de energía. Para el diseñador esta opción puede ser una salida cómoda (lo que no quiere decir que sea fácil, poco interesante o que no deba ser considerada), pues parece dejar de lado consideraciones éticas o bien puede entenderse como un camino que por sí solo resuelve la problemática a que nos enfrentamos. El uso de plásticos biodegradables, aparentemente, no implica ni una nueva conciencia por parte del usuario, ni la necesidad del diseñador de proyectar de otra manera; sin embargo la problemática ambiental es de tal naturaleza, que nos obliga a entender tanto al diseño, como al consumo, de otra manera. Esto es parte del cambio paradigmático que vivimos, por lo que, si ante un problema específico el uso de plásticos biodegradables puede ser una opción viable, no lo es en términos de una estrategia que promueva los cambios que necesitamos.

- b) Reuso. Esta estrategia ofrece ciertas posturas interesantes, pues permite proyectar objetos con mayor durabilidad de manera que una vez que hayan cumplido con su función inicial, pueden ser usados para otros fines. Un ejemplo de este enfoque se da en botellas o contenedores diversos, que pueden ser usados de múltiples maneras. Para el consumidor esto implica desarrollar una cierta conciencia sobre la necesidad de adoptar esta posibilidad y para el diseñador ofrece retos interesantes pues el diseño debe ser tal que invite a ser reutilizado, es decir no es suficiente pensar en que el consumidor podrá reusar un objeto, sino que el diseño debe contemplar esta faceta. Un aspecto que necesariamente se debe desarrollar desde el diseño es el de la expresividad del objeto, que debe comunicar estos otros posibles usos. Para ilustrar este enfoque, presentamos la imagen de una posible reutilización de cajas



de plástico que normalmente usamos para transportar diferentes objetos o como embalaje. Se muestra como esta caja es usada como canastilla en una bicicleta. El reto para el diseñador sería que al proyectar estas cajas para su función inicial (como embalaje), se incluyan características formales que inviten a que sean usadas de otra manera y no que esto se deja a la imaginación o “creatividad” del usuario. Mostramos Otro caso, a partir de la misma caja de embalaje.



c) En este ejemplo, el embalaje es usado como cajón en un mueble De nuevo, el reto para el diseñador es ¿Cómo desde el proyecto se puede invitar a que estos objetos sean reutilizados de esta manera? Un aspecto a considerar es el de la estética, para el proyecto esto implica manejar la forma de manera tal que los productos sean visualmente agradables para que sean reutilizados por un sector amplio de la población, pues no a todos les agrada tener en el estudio de su casa un mueble con cajas de embalaje. ¿Cómo se pueden hacer suficientemente atractivas para que las reutilicemos? Este, sin duda, es un reto interesante para los diseñadores.

- d) Reciclado. Uno de los plásticos más utilizados en el reciclaje es el PET, que a su vez es muy usado en la manufactura de botellas. Estamos concientes de que para que el reciclado de plásticos se convierta en una estrategia de recurrencia habitual, falta desarrollar la infraestructura de separación de la basura, sin embargo, poco a poco se dan los pasos necesarios en esta dirección. Esta es una de las estrategias más promisorias, y que también ofrecen oportunidades para el desarrollo de productos interesantes. Un ejemplo es el de la silla que mostramos en la siguiente figura, diseñada por el diseñador holandés Dirk Vander Kooij.



Este proyecto destaca por varios aspectos: en primera instancia, el diseñador logró resolver el problema de que muchos plásticos reciclados presentan una disminución en sus pro-

iedades mecánicas. A base de pliegues, se da a esta silla una buena resistencia mecánica, usando espesores relativamente delgados. Por otro lado, el uso de las líneas de colores, hace que las imperfecciones que muchas veces acompañan al proceso de reciclado, se disimulen. El resultado es una silla para exteriores de apariencia agradable y por lo tanto competitiva en el mercado. Lo que nos lleva a otras reflexiones.

Un aspecto central para que el diseño sostenible pueda tener éxito es que debe ser competitivo en todos los aspectos con cualquier otro producto.

El consumidor no necesariamente va a adquirir los productos más “ecológicos”, sino aquellos que satisfagan sus expectativas en todos los aspectos de un producto: su función, calidad, costo y estética.

[los diseñadores] tienen un papel de influencia que desempeñar para detener la caída hacia el desastre. Sus habilidades estéticas y de construcción en el campo del empaque pueden ser combinadas con un sentido ecológico razonable, para producir empaques que puedan vender productos al tiempo que causan un daño mínimo a nuestro frágil planeta Tierra. (Whiteley, 1998:83).

Esta frase, referida al diseño de empaques, bien puede extenderse a cualquier tipo de producto. Una de las fortalezas que tienen los diseñadores al manejar un proyecto es el de la estética. De hecho es uno de los aspectos que las empresas demandan al contratarlos y se espera que los resultados proyectuales tengan una sólida respuesta en cuanto al factor visual. Finalmente, es también uno de los aspectos que los consumidores demandan. En igualdad de circunstancias de uso y costo, siempre se prefiere aquel objeto que satisface mejor las expectativas de orden estético. Más aún, muchas veces se adquiere un artículo de mayor costo o tal vez menor desempeño funcional, si su apariencia visual es más agradable. Los diseñadores no pueden esperar que sus proyectos sean adquiridos tan solo porque son más “ecológicos”, por lo tanto es su responsabilidad diseñar de manera tal que los objetos sean menos dañinos al medio ambiente, al tiempo que sean competitivos con otros productos similares.

Los plásticos reciclados, por sus características, no siempre ofrecen el mismo acabado que aquellos que no lo son. Esto lleva al diseñador por el camino de la experimentación visual. Actualmente hay una gran presión en las escuelas de diseño, por “acercarse a la realidad”

y si bien esto es en cierta medida deseable, también es claro que se ha perdido la actitud experimental que debería caracterizarlas. Pongamos un ejemplo clásico: la silla B32 (posteriormente conocida como Cesca), diseñada por Marcel Breuer hacia 1928)

En su momento, esta silla fue considerada por muchos como fea y se le consideraba como un proyecto experimental, fuera de lo que el mercado demandaba en aquella época y por lo tanto poco interesante para la industria. Es un buen ejemplo del espíritu de experimentación y búsqueda que ha animado al diseño y que en ocasiones parece que perdemos en nombre de “satisfacer a un mercado” o de acercarnos a “la realidad”, olvidando que la experimentación también es real y que se requiere para enfrentar las nuevas problemáticas, también reales, que surgen en nuestros días. Con esto no queremos decir que todos los proyectos deben desarrollarse fuera de la corriente establecida por



el mercado, pero si deseamos enfatizar que corresponde a las escuelas de diseño retomar esta actitud experimental y proponer objetos novedosos, en busca de una estética distinta. Los diseños de Breuer son un claro ejemplo de cómo se formó la estética del movimiento moderno, que ha definido a la cultura occidental desde fines de la segunda guerra mundial, hasta la última década del siglo XX, en contra de los cánones previamente establecidos.

Está por definirse la estética que caracterizará a un diseño sostenible. En la siguiente figura mostramos tan solo un ejemplo que ilustra como debe cambiar nuestra percepción de lo bello.



Es la silla RD21, diseñada por Cohda Design usando plástico reciclado. Es tan solo un ejemplo de experimentación que vale la pena destacar, no sólo por el uso de plástico reciclado, sino por el proceso que se siguió en su diseño: contrario al habitual desarrollo a base de bocetos, para después dibujar con herramientas digitales hasta finalizar el proyecto, en este caso se desarrolló con base en maquetas y modelos. Un proceso más cercano al de la escultura. El diseño del siglo XXI deberá también explorar estos otros procesos de diseño (que no son nuevos, pero parecen olvidados), para estimular otras formas de pensar y ver al diseño.

Otro caso similar se ofrece en la figura que mostramos posteriormente, que muestra el diseño de botes de basura para uso urbano, diseñados por Rodrigo Alonso para la empresa Fahneu.

En este caso, el uso de plástico reciclado es particularmente apropiado, pues el producto sale de la esfera del consumo, para entrar en el ámbito de bienes de servicio, donde las



expectativas de calidad y acabado son tales que permiten resaltar las propiedades del plástico reciclado (por ejemplo en cuanto a la falta de uniformidad en los colores o la falta de brillo en el acabado), las formas geométricas de este diseño aportan una mayor resistencia estructural.

Los tres enfoques mencionados representan algunas de las estrategias que se pueden desarrollar cuando pensamos en plásticos y su relación con el deterioro ambiental. Sin duda hay otras, pero en cualquier caso, la pregunta fundamental es ¿cuáles pueden ser los criterios para decidir entre ellas? A continuación una lista de preguntas que pueden ayudar en la elaboración de criterios para la toma de decisiones.

- 1.- ¿Es eficiente en términos de energía? Es necesario recordar que el uso eficiente de la energía es uno de los aspectos centrales en todo el ciclo de vida de un producto, no sólo porque los hidrocarburos son un bien limitado, sino también porque el uso de energía, en sus diversas manifestaciones, tiene un gran impacto sobre el efecto invernadero.
- 2.- ¿Hay riesgo de falla en el funcionamiento? Las más de las veces, al reciclar los plásticos, algunas de sus propiedades físicas se ven disminuidas o modificadas, por lo que es necesario que el diseñador tenga claros los requerimientos del problema, para poder decidir si el uso de reciclados cumple con las especificaciones necesarias.
- 3.- ¿Cuánto va a durar el producto? Esta pregunta es de gran importancia, pues se refiere, por un lado, al período de uso real de un producto. Por ejemplo un reproductor de MP3, ¿cuánto tiempo va a ser usado antes de ser reemplazado por una nueva versión? Muchas veces estos reproductores son desechados porque surge un nuevo modelo, que tal vez ofrece mejores características de desempeño, o bien porque la

batería ya no puede ser recargada y sin embargo la envolvente de plástico puede durar por muchos años más. En estos casos tal vez se debe replantear el objetivo de la durabilidad de los objetos y sin caer en conceptos mercantilistas como la obsolescencia programada, si se puede pensar en otros plásticos, de menor durabilidad, más acordes a la vida de uso real del producto, lo que nos lleva a la siguiente pregunta.

- 4.- ¿Está sobre diseñado? En ocasiones se especifican materiales con características que rebasan en mucho los requerimientos reales del problema. Los diseñadores tendremos, cada vez con mayor rigor, que aprender a proyectar formas y a especificar materiales y procesos, con base en criterios más estrictos, pues en realidad si observamos, por ejemplo, los espesores de muchos productos plásticos, es claro que podrían utilizar menos material. Otro ejemplo es el uso de formas que ayuden a estructurar y dar mayor resistencia a los objetos. Para ilustrar este punto, en la figura 7 mostramos un proyecto de Li Rong-Liao, estudiante de Pratt Institute, en colaboración con la empresa Cappellini.



- 5.- ¿Qué sucede cuando termina su vida útil? Este punto se ha mencionado líneas arriba, al señalar las posibilidades del reuso de los objetos y la importancia de que su forma comunique las posibilidades de reutilización. Otro enfoque es diseñar pensando en que el objeto brinde la posibilidad de ser fácilmente reciclado. Una de las empresas líder en esta estrategia es BMW, que diseña sus automóviles y motocicletas de manera que se puede reciclar hasta un 80% de algunos modelos. Esta empresa produce bajo la misma estrategia el Mini y lo mismo puede decirse de Body Shop, en el campo de los cosméticos y la producción de sus envases.
- 6.- ¿Puede ser producido de manera más ecológica? Al usar plástico en un proyecto, el diseñador debe pensar en los procesos de ensamblado de las piezas, de manera que el uso completo del material deje la menor huella ecológica posible. En ocasiones, se pueden usar otros materiales para complementar el producto, o bien usar en algunos elementos plástico reciclado. Lo importante es que al diseñar se piense en cada uno de los elementos y detalles que conforman el producto, en términos del mayor respeto posible al medio ambiente.

7.- ¿Es atractivo para un amplio mercado? De nuevo el factor estético se vuelve importante para que el objeto sea atractivo y competitivo en cualquier mercado, al diseñar productos desde una perspectiva ambientalista se debe establecer como meta, que el resultado final sea atractivo y competitivo por todas sus características y no solamente apelar a la conciencia ecológica del consumidor.

Al usar plásticos, el diseñador debe estar conciente de las múltiples facetas que componen a un problema. Como lo mencionamos al inicio de este texto, el problema es complejo, pues no se trata exclusivamente de actuar responsablemente ante los problemas medio ambientales, además tenemos una gran responsabilidad con las empresas y sus necesidades económicas y posibilidades tecnológicas, sin embargo es necesario hacer grandes esfuerzos para equilibrar las distintas necesidades, de consumidores, de nuestros clientes y la sociedad.

Los diseñadores jugamos un papel central en la búsqueda de este equilibrio, pues nos encontramos justo en la posición en que podemos influir positivamente tanto en las empresas como en los consumidores. Para esto, debemos ser proactivos y no solamente reaccionar ante las situaciones que se nos presentan.

Todos tenemos una responsabilidad : el medio académico debe estimular la experimentación y la búsqueda de soluciones ante nuestros apremiantes problemas; las empresas deben reconocer su responsabilidad y hacer esfuerzos por modificar sus tecnologías e incorporar nuevos criterios y estrategias en el diseño y fabricación de sus productos; los profesionales deben buscar medios para actualizarse y así poder ofrecer soluciones novedosas, competitivas, estéticamente agradables y responsables con la sociedad y nuestro contexto.



Reconozcamos que el cambio es difícil, confuso y requiere de materiales y tiempo extra [...] Tal vez no sepas hoy que necesitarás en el futuro para crecer, pero si todos tus recursos están atados a operaciones básicas, no habrá espacio extra que permita experimentar e innovar (McDonough, 2004:185)

Todos debemos ser parte de este esfuerzo, no importa si el resultado es un paso aparentemente limitado. Aún los pequeños avances son útiles y necesarios.

LOS MATERIALES PLÁSTICOS Y SU USO EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Los materiales plásticos se caracterizan por ser insumos ideales para la industria de la construcción por su flexibilidad y solidez, por su capacidad de resistencia al calor y la humedad. Por su relación resistencia /densidad alta los plásticos poseen propiedades para el aislamiento térmico y eléctrico y ofrecen una buena resistencia a los ácidos, disolventes y álcalis.

Uno de los campos en donde el plástico ha tenido más éxito es en la industria de la construcción, por ser flexible, versátil y ligero, fácil de instalar y aplicar, resistente a la corrosión, fricción o al desgaste, e higiénico lo cual evita la generación de hongos y bacterias, muy durable, reutilizable y reciclable, económico y de mínimo mantenimiento.

Los plásticos se caracterizan por una relación resistencia/densidad alta, propiedades excelentes para el aislamiento térmico y eléctrico y buena resistencia a la corrosión por contacto con álcalis y disolventes. Se trata de materiales muy ligeros que requieren mantenimiento mínimo, que no se desgastan ni se oxidan y se cuentan múltiples variedades de plástico y cada una de ellas ofrece diversos productos para el ramo de la construcción como tuberías de plástico para conducir agua potable o desalojo de aguas residuales, en la producción de ventanas de plástico en sustitución del aluminio, de aislantes térmicos para casas y edificios, de materiales traslúcidos, etc. Lo que hace de los plásticos materiales idóneos para la construcción es su solidez, resistencia al calor y frío y su flexibilidad, son materiales muy ligeros y requieren de mínimo mantenimiento.



Existen más de 50 variedades de plástico en existencia que ofrecen diversos productos para la construcción. El PED, polietileno de alta densidad al igual que el PVC, polivinilo de cloruro son usados en la fabricación de tuberías, otros plásticos se utilizan para aislar

cables y alambres y el PE, poliestireno aplicado en forma de espuma sirve para aislamiento de paredes y techos, también se fabrican con plástico techos, molduras y otros productos. Son materiales moldeables, que mediante diferentes procesos adoptan formas variadas, con una amplia flexibilidad dependiendo de las características del material que se requiera. Dependiendo del uso puede variar su resistencia, bien sea para obtener un producto altamente resistente para usarlo como viga o columna o bien como recubrimiento térmico. Posee gran resistencia a las sustancias química y soporta altas y bajas presiones y temperaturas.



La industria de la construcción en general, es uno de los campos en donde los materiales plásticos han tenido una mayor aplicación y uso durante los últimos años, son materiales flexibles, versátiles, resistentes a la fricción o al desgaste, ligeros, durables, económicos, higiénicos, resistentes a la corrosión, y de fácil mantenimiento. Durante la segunda mitad del siglo pasado y el inicio de éste los plásticos han sustituido otros materiales como acero, aluminio, madera y hasta vidrio, colaborando además con la preservación y protección del medio ambiente. Un ejemplo de ello es que en lugar de consumir madera para la producción de puertas, ventanas o cualquier otro producto fabricado con madera, se pueden utilizar en su fabricación algún material derivado del plástico y de esta manera evitar la tala inmoderada.

Durante los últimos años arquitectos y diseñadores basan sus proyectos y diseños en el uso de materiales plásticos para alcanzar una mayor eficiencia energética, durabilidad y rendimiento, la huella ecológica que aportan este tipo de materiales en una construcción resulta ser mucho más amigable con el medio ambiente que la de otros materiales convencionales, ya que los primeros permiten disminuir los consumos de energía y los costos de mantenimiento durante muchos años.

En la industria de la construcción el uso de los plásticos remiten también al ahorro de energía, ya que en primer término consumen poca energía en sus procesos de producción y en segundo porque al tener una vida prolongada y ser resistentes a corrosión, rupturas y efectos de la intemperie, no son reparados ni reemplazados con frecuencia, lo cual constituye una manera de proteger los recursos naturales. Por otra parte, una vea

que los materiales plásticos terminan su vida útil y se convierten en residuos, pueden ser reciclados o reutilizados lo cual también contribuye a mejorar los impactos ambientales.

Adicionalmente, el uso de los plásticos contribuye también a la salud de los usuarios en virtud de la reducción de riesgo de accidentes en el hogar, de tal suerte que la presencia de estos materiales en el equipamiento de las viviendas las hace lugares más seguros para habitarlos. Como ya se ha mencionado, su resistencia al impacto, a la corrosión y a determinados factores de la intemperie les permite soportar condiciones de clima caluroso o frío en extremo y a la presencia por tiempos prolongados de algunos agentes como viento, lluvia, granizo sin perder su estabilidad y solidez y por consecuencia brindando protección a las viviendas contra estos agentes.

Por tratarse de materiales inflamables o retardantes del fuego, los materiales plásticos minimizan los riesgos de accidente por incendio. Además por ser materiales de peso liviano los plásticos protegen la salud de los operarios al disminuir el esfuerzo físico durante su manobra, la reducción de accidentes al disminuir el impacto por golpe, en comparación con otro tipo de materiales y la disminución, también de riesgo de lesiones musculares o articulares por tratarse de materiales ligeros para su maniobrabilidad.

Por otra parte sus costos de producción y precios de venta de permiten que los materiales plásticos sean accesibles a una mayor cantidad de usuarios, logrando con ello mejores edificaciones y la mejora en la calidad de vida de sus habitantes.

En general, como y se ha mencionado, los plásticos pueden ser reutilizados o reciclados, aunque hoy en día plantean un problema de respuesta compleja, principalmente en los grandes centros urbanos, la recolección y disposición final de envases de plástico representan una tarea ardua y onerosa para las autoridades por los volúmenes que representan y el reciclaje industrializado representa una probable solución a esta voluminosa contaminación urbana.

Entre de las características de los materiales plásticos que los hacen indispensables en los procesos constructivos y de edificación de espacios se pueden mencionar que:

- Tienen un menor impacto ambiental: Por su durabilidad, resistencia y larga vida permiten el ahorro de recursos naturales y económicos, además, al fin de su vida

útil estos materiales pueden ser reutilizados o reciclados en la producción de otros materiales.

- Son materiales ligeros y resistentes al impacto: Por su bajo peso específico, los plásticos fueron sustituyendo otros materiales tradicionales utilizados en la construcción, y con ello se generó la posibilidad de usar materiales con menores espesores e iguales o mayores resistencias al impacto.
- Son durables y resistentes a la corrosión y a los rayos UV: Estas características los hacen materiales ideales para la producción de tuberías de drenaje y de otros fluidos como agua fría o caliente, gases, vapor, etc., de igual manera por ser resistentes a la acción de los rayos ultravioletas son utilizados en la fabricación de ventanearía y marcos para puerta.
- Son aislantes de frío, calor y ruido: Permiten el aislamiento de los fluidos que transportan, lo cual permite ahorro de energía por ganancia o pérdida de temperatura. También aíslan ruido, por lo que permiten reducir la contaminación auditiva.
- Son de fácil producción e instalación: Son productos derivados del petróleo cuyos procesos productivos se han simplificado, lo cual permite la producción en serie y de muy alta calidad, el diseño de ensambles y uniones de las piezas permite que sean muy versátiles y de fácil instalación.
- Son higiénicos y permiten asepsia por ser impermeables, las tuberías y contenedores de líquidos contribuyen a la asepsia de los fluidos que transportan y contienen, lo cual contribuye a la salud de los usuarios.
- Prácticamente estos materiales no requieren de mantenimiento, lo cual genera ahorros considerables en el largo plazo, en comparación con otros productos.
- Sus costos y precios de venta son reducidos: Son materiales con una excelente relación costo /beneficio, su ligereza permite una fácil transportación de los centros de producción a los de distribución y comercialización que también inciden en su precio final.

A continuación se mencionan algunos productos de plástico que promueven el uso eficiente de la energía y otros recursos, y que son utilizados en diferentes etapas de la construcción:

Cubiertas: Techumbres de doble capa de lámina con espuma de poliuretano (EPU) entre ambas capas que funciona como aislante térmico para reducir los costos de acondicionamiento térmico. De igual manera los paneles de poliuretano en diferentes espesores son sobrepuestos en las azoteas convencionales de concreto como aislantes térmicos para ahorro de energía en climatización.

A su vez, el policarbonato (PC) es un material plástico empleado como sustituto de materiales convencionales como vidrio y acrílico en techumbres translúcidas y domos, resistente a la ruptura y al intemperismo y con una muy baja conductividad térmica.

Muros: El uso de paneles estructurales de lámina con material aislante a base de espuma de poliestireno expandido (EPE), que son colocados como envolventes (muros) de las construcciones, permiten ahorros considerables en los sistemas de calefacción y aire acondicionado en edificios. De igual manera se pueden colocar paneles de poliestireno de distintos grosores como recubrimiento en fachadas convencionales que permitan un aislamiento térmico de los muros con el consiguiente ahorro en los consumos eléctricos.

Pisos: Las losetas de vinil en diferentes espesores, colores y texturas son revestimientos muy durables aún en edificaciones con circulaciones de tráfico muy pesado, que facilitan la limpieza e incluso bajo condiciones de asepsia máxima en edificios como hospitales y clínicas y son al mismo tiempo excelentes aislantes térmicos.

Ventanas: Los plásticos también compiten con materiales como el aluminio, cuya producción requiere de grandes cantidades de energía y genera grandes volúmenes de gases tóxicos. El cloruro de polivinilo (PVC) es muy utilizado en la fabricación de perfiles para cancelería y ventanas. Así mismo, el policarbonato (PC) puede ser utilizado en sustitución del vidrio en ventanas, ya que por ser un material translúcido, permite el paso de la luz y tiene además una mayor resistencia al impacto y al paso de radiación directa con una baja conductividad térmica.

Barandales y cercas: El plástico reciclado permite la fabricación de materiales con apariencia de madera para la manufactura de barandales y cercas colocados en exteriores, con mayor resistencia a la intemperie en estos elementos cuando son fabricados con madera o fierro.

Tuberías: Las tuberías y conexiones fabricadas con materiales sintéticos como el polivinil cloruro (PVC) o butadieno estireno (ABS) son materiales ideales para la conducción de agua potable, caliente o fría, y de aguas residuales, sean negras, jabonosas o pluviales. Estas tuberías además de su gran flexibilidad, tienen mayor resistencia al impacto y a la corrosión que las tradicionales de cobre o fierro y son también resistentes al paso de fluidos calientes e incluso al vapor.

Como las tuberías de plástico no se corroen y son resistentes a sustancias químicas industriales, son empleadas en sustitución de los tubos metálicos. El PVC, cloruro de polivinilo, el PE, Polietileno y el PS, poliestireno son los materiales ampliamente usados en la fabricación de tuberías. El PVC es el de uso más extendido, ya que se trata de un material con una superficie interior lisa que facilita el transporte de fluidos, es ligero no combustible, no es magnético, ni genera chispas, no transfiere olor ni sabor a los fluidos, es resistente a la intemperie aunque los rayos solares lo cristalizan, se corta con facilidad y se acopla a las conexiones mediante cementos adherentes. Sus desventajas principales son su baja resistencia a temperaturas altas y sus bajos límites de presión y se contrae y se dilata más que el acero. Las tuberías metálicas revestidas interiormente con una membrana plástica poseen la ventaja de combinar la resistencia mecánica con la resistencia química del plástico.


Productos geo-sintéticos: Recientemente están siendo utilizadas en diversas áreas de la ingeniería y la construcción mallas de material plástico tales como: geo-mallas y geotextiles para edificar muros y taludes de tierra reforzada, repavimentaciones y estabilización de suelos; gaviones; geo-mallas y geo-compuestos para construcción de diques y represas, control de erosión y reforestación de taludes, drenaje y filtración de suelos, saneamiento ambiental impermeabilización, etc.; y mallas y fibras plásticas para refuerzo interior de concretos.



El uso de los materiales plásticos en el sector de la construcción alcanza innumerables beneficios en el terreno de la economía por la disminución de costos en la producción de bienes y más aún en el ámbito de la ecología por la reducción en la explotación de otros recursos naturales, además de la posibilidad de reutilizar, reciclar o incinerar, con recuperación energética, una gran parte de los residuos generados.


Así mismo, los plásticos utilizados en la construcción se caracterizan por tener alta resistencia al desgaste y a la corrosión por lo que alcanzan una larga vida útil sin necesidad de reemplazo o de reparaciones continuas y para su transformación a residuo pueden transcurrir muchas décadas. Por otra parte, el empleo de materiales plásticos en la industria de la construcción proporciona seguridad al ambiente laboral, ya que se reducen considerablemente los riesgos por accidentes o incendios, por tratarse de materiales ligeros, resistentes e inflamables. Incluso mucha de la indumentaria utilizada por los trabajadores como cascos, guantes, calzado con suelas antideslizantes y otros equipos de seguridad están elaborados con materiales plásticos.



Finalmente resulta conveniente reiterar que el uso de los plásticos en la construcción disminuyen el índice de accidentes en obra, son productos que en su proceso productivo generan menos impactos al medio ambiente y en general contribuyen a mejorar la economía y la calidad de vida de los usuarios.



PVC = Policloruro de vinilo.				
Aplicaciones en la construcción	Características generales	Impactos para el medio ambiente	Ventajas para la salud	
<ul style="list-style-type: none"> - Tuberías de distribución de agua Potable (en redes públicas o domiciliarias) - Canales de Riego - Drenajes cloacales y pluviales (Públicos y domiciliarios) - Bajadas de techos y canaletas - Conductos de instalaciones eléctricas, telefónicas o comunicaciones (públicas o domiciliarias) - Recubrimiento aislante de cables - Cajas de distribución eléctrica, enchufes y tomacorrientes - Recubrimientos - Alfombras y tapizados. - Pisos y techos - Puertas, Ventanas y Persianas - Paneles divisorios y cercas 	<ul style="list-style-type: none"> - Gran versatilidad, ya que pueden obtenerse desde piezas totalmente rígidas hasta otras muy flexibles, opacas, cristalinas y/o coloreadas, compactas o espumadas, de pequeño o gran tamaño, en la forma que sea necesario, desde film o telas hasta altos espesores. - Bajo peso y Fácil instalación - Resistentes a la intemperie, permite ahorros económicos por su bajo mantenimiento, ya que no se pinta. - Alto desempeño: soporta altos requerimientos mecánicos como en las tuberías de conducción de agua a presión. - Resistencia a la abrasión y al impacto. Resistente a la putrefacción, corrosión y ataque de insectos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Consume muy bajas cantidades de recursos no renovables - Consume también muy baja energía en todo su ciclo de producción - Es inerte e inocuo - Resistente al ataque químico: no se corroe ni se oxida, lo que le da una muy larga vida (mayor a 50 años). - Resistente a la combustión: no propaga la llama. Es auto-extinguible. - Los residuos industriales son muy fáciles de reciclar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Por su bajo peso es fácil de manipular e instalar y evita accidentes en la construcción. - Ayuda a que cada vez más gente acceda a mejores condiciones de vida. - Aislante térmico le da mayor seguridad a la vivienda y contribuye al ahorro de energía. - Aislante acústico: da mayor confort a la vivienda y mejora la calidad de vida. - Resistente a la combustión: A favor de la vida: da mayor seguridad a la vivienda y disminuye el riesgo de incendio accidental. - Los pisos de PVC en instituciones hospitalarias reducen el impacto ante una caída y aseguran una mayor higiene con menos consumo de sustancias limpiadoras. 	

PEAD = Polietileno de alta densidad				
Aplicaciones en la construcción	Características generales	Impactos para el medio ambiente	Ventajas para la salud	
<ul style="list-style-type: none"> -Tuberías y cañerías - Revestimiento de cables - Tuberías para gas, telefonía, agua potable, drenaje sanitario - Geo-membranas, Geo-textiles y recubrimientos de arcilla geo-sintéticos para rellenos sanitarios y otros centros de disposición de residuos - Se utiliza PEAD reciclado, bajo la forma de "madera plástica" en aplicaciones a la interperie. 	<ul style="list-style-type: none"> - Resistente a las bajas temperaturas - Irrompible - Liviano - Impermeable - Los paneles con un núcleo sinusoidal de PEAD no son afectados por la humedad, son resistentes al agua y además son durables, de fácil instalación, livianos, económicos y de bajo mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Es un material inerte por lo que no contamina el medio ambiente. - Las geomembranas en los rellenos sanitarios impiden la contaminación de los mantos subterráneos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Es un material no tóxico para la salud. - Por ser liviano e irrompible reduce el riesgo de accidentes laborales durante su manipuleo e instalación y reduce el índice de lesiones musculares 	
PEBD = Polietileno de baja densidad				
<ul style="list-style-type: none"> - Revestimiento de pisos - Recubrimiento de obras en construcción - Palletizado de ladrillos, tejas, etc. - Tuberías para riego 	<ul style="list-style-type: none"> - Flexible - Liviano - Transparente - Impermeable - Económico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Es inerte al contenido, por lo que no contamina el medio ambiente. - El recubrimiento de pisos de rellenos sanitarios protege la contaminación de los mantos freáticos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Es un material no tóxico para la salud. - El recubrimiento de la parte externa de las obras en construcción funciona como cortina y protege a los peatones de accidentes por caída de elementos de la construcción, como ladrillos, etc. - La palletización de ladrillos o tejas protege la salud de los obreros que deben manipular estos elementos pues reduce el riesgo de accidentes 	

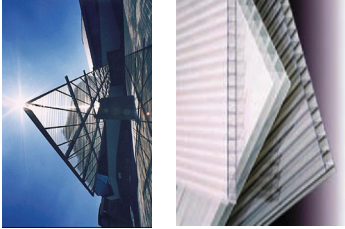

PP = Polipropileno				
<p>Aplicaciones en la construcción</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alfombras y bases de alfombras - Caños e instalaciones para agua fría y caliente - Cajas de electricidad - Enchufes, perfiles, muebles - Membranas para rellenos sanitarios - Sacos y Bolsas de rafia tejidas para cargar cemento, arena, y otros materiales granulados o en polvo. - Membranas de asfalto modificado para techos comerciales tanto en construcción nueva como retechado. - Fibras de PP para reforzar el concreto - Baldes de pintura y encajado - Tubería para desagüe - Rejillas 	<p>Características generales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alta resistencia a la abrasión - Resistente a la temperatura (hasta 135°) - Impermeable - Irrrompible - Brillo - Liviano - Transparente en películas - Alta resistencia química - Las bolsas y sacos soportan pesos de hasta 2.500 kg. - Las membranas para techos tienen mayor resistencia al agua, y al calor, larga vida útil (más de 20 años). 	<p>Impactos para el medio ambiente</p> <ul style="list-style-type: none"> - Es inerte por lo que no contamina el medio ambiente. - Las membranas de rellenos sanitarios protegen las napas subterráneas de agua, evitando su contaminación por lixiviados infiltrados desde los rellenos. - Los procesos más modernos de producción de PP carecen de efluentes líquidos o gaseosos. Está constituido en un 99% por carbono e hidrógeno, elementos inocuos y abundantes en la naturaleza. - Los residuos de PP constituyen una excelente alternativa para ser usados como combustible para producir energía eléctrica y calor. 	<p>Ventajas para la salud</p> <ul style="list-style-type: none"> - Es un material no tóxico para la salud. - Al evitar la contaminación de napas subterráneas de agua, protege también la salud de los habitantes de la zona 	

PS = Poliestireno				
Aplicaciones en la construcción	Características generales	Impactos para el medio ambiente	Ventajas para la salud	
<ul style="list-style-type: none"> - Placas aislantes para la construcción 	<ul style="list-style-type: none"> - Ignifugo - Liviano - Irrompible (alta resistencia al impacto en aplicaciones de PS con caucho) - Impermeable sólo a líquidos, no a ciertos vapores o gases - Posibilidad de Transparencia en algunas aplicaciones - Fácil limpieza 	<ul style="list-style-type: none"> - No tóxico para la salud - Los fabricantes de PS espumado pueden utilizar tecnologías que capturan las emisiones de gas pentano. - Por ser ignifugo y liviano reduce el riesgo de incendio y reduce el riesgo de lesiones musculares y articulares que típicamente se producen al cargar grandes pesos. Algunos fabricantes usan dióxido de carbono para hacer la espuma de PS. El CO2 no es tóxico, es inflamable, no depleciona la capa de ozono 	<ul style="list-style-type: none"> - Los materiales de PS resultan totalmente inocuos para el medio ambiente, ya que son estables y no sufren degradación. Por lo tanto, no generan lixiviado de productos de degradación, líquidos o gases, que se emitan al aire, suelo o aguas subterráneas. - La fabricación de poliestireno consume menos del 1% del gas natural y el petróleo de EE.UU. - Los productos de PS espumado se fabrican usando dos tipos de agentes sólidos: Pentano y CO2 (dióxido de carbono). - El gas pentano no afecta la capa de ozono. 	 

PS = Poliestireno expandido

Aplicaciones en la construcción	Características generales	Impactos para el medio ambiente	Ventajas para la salud
<ul style="list-style-type: none"> - Aislantes térmicos en la construcción. - Aislación de cañerías - Aislación acústica - Cielorrasos - Pisos flotantes - Hormigón liviano - Ladrillos aislantes - Sistemas modulares usados en construcción - Aislantes para techos, paredes y pisos - Construcciones prefabricadas - Sistemas de calefacción - Cámaras frigoríficas - Encofrados para obras - Aislación de ruidos en obras en centros urbanos - Puentes: actúa como un relleno de vacío, permitiendo reducir el peso total del puente 	<ul style="list-style-type: none"> - Baja conductividad térmica - Gran capacidad aislante - Resistencia a la compresión - Alto poder de amortiguación - Fácilmente trabajables y manipulables - Alta resistencia química a los materiales que se utilizan en la construcción - Una de las propiedades más importantes del poliestireno expandido es su excelente capacidad de aislamiento térmico, pues de ella depende el espesor necesario de la capa aislante y por lo tanto los costos. - Por su estabilidad a las bajas temperaturas, de hasta -190°C, el EPS es muy apto para la aislación de cañerías conductoras de frío (agua fría, líquidos refrigerantes, gases licuados, etc.) y soporta además temperaturas de hasta +85°C, utilizándose en cañerías de agua caliente y calefacción por agua 	<ul style="list-style-type: none"> - Los productos con PSE no tienen sustrato nutritivo de animales, hongos ni bacterias, no se pudren y no son solubles en agua ni liberan materiales solubles en medio acuoso, por lo que no contaminan las aguas subterráneas. - El Poliestireno Expandido - EPS - es un material inerte que no emite ningún tipo de contaminantes Tampoco daña la capa de ozono 	<ul style="list-style-type: none"> - La aislación de ruidos en obras de construcción reduce el stress auditivo y mejora el entorno. - Un aislamiento térmico correctamente colocado previene la aparición de grietas, manchas y humedad en los ambientes, deterioros de la construcción y congelamiento de agua en las cañerías y del agua en las partes húmedas de los elementos constructivos, en condiciones climáticas severas así como también evita las grandes pérdidas de calor (gasto elevado de energía). - Las construcciones prefabricadas dan una solución más rápida y accesible económicamente a muchas personas sin vivienda, reduciendo el tiempo de espera de entrega de la vivienda durante el cual muchos viven a la intemperie y es el período de alto riesgo para accidentes y enfermedades. Esto mejora notablemente la calidad de vida y el nivel sanitario.



PC = Policarbonato				
<p>Aplicaciones en la construcción</p> <ul style="list-style-type: none"> - "Vidrios" de seguridad - Vallas y cercos de seguridad transparentes 	<p>Características generales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Inerte, inocuo, Altísima resistencia a la temperatura, propiedades mecánicas y productos químicos. 	<p>Impactos para el medio ambiente</p> <ul style="list-style-type: none"> - Es un material inerte por lo que no contamina el medio ambiente 	<p>Ventajas para la salud</p> <ul style="list-style-type: none"> - Es un material no tóxico para la salud 	
PET = Polietileno tereftalato				
<ul style="list-style-type: none"> - Placas para carteles y exhibidores. - Geotextiles (pavimentación / caminos) - Fibras para alfombras, cortinas, tapicería. 	<ul style="list-style-type: none"> - Resistentes a la radiación ultravioleta, viento, clima y vandalismo, lo que permite el uso en carteles a la intemperie, que se verán bien año tras año. - Mayor resistencia al impacto que las placas de acrílico modificado. - Transparente, Irrompible, Liviano e Impermeable. 	<ul style="list-style-type: none"> - Es un material inerte por lo que no contamina el medio ambiente. - El termoformado de la placa ahorra tiempo, energía y dinero. 	<ul style="list-style-type: none"> - Es un material no tóxico. - Mayor resistencia al impacto: minimiza las roturas en fábrica, durante el transporte y su uso, por lo que resulta más segura, reduciendo la posibilidad de heridas. - Por ser liviano e irrompible reduce los riesgos de accidentes laborales durante su instalación y reduce el índice de lesiones musculares. 	

PU = Poliuretano				
Aplicaciones en la construcción	<ul style="list-style-type: none"> - Es un material inerte por lo que no contamina el medio ambiente. - El termoformado de la placa ahorra tiempo, energía y dinero. 	Características generales <ul style="list-style-type: none"> - Material no tóxico para la salud. - Mayor resistencia al impacto: minimiza las roturas en fábrica, durante el transporte y su uso, por lo que resulta más segura, reduciendo la posibilidad de heridas. - Por ser liviano e irrompible reduce los riesgos de accidentes y también reduce las lesiones musculares 	Impactos para el medio ambiente <ul style="list-style-type: none"> - Placas para carteles y exhibidores, - Geotextiles (pavimentación / caminos) - Fibras para alfombras, cortinas, tapicería. 	Ventajas para la salud <ul style="list-style-type: none"> - Resistentes a la radiación ultravioleta, el viento, el clima y el vandalismo, lo que posibilita el uso en carteles a la intemperie, que se verán bien año tras año. - Mayor resistencia al impacto que las placas de acrílico modificado. - Transparente. - Liviano. - Impermeable

Tabla: Tratamiento de plásticos en el sector de la construcción.
Fuente: www.plastivida.com.ar/pdf/15.pdf

RECICLAJE DE PLÁSTICOS EN LA CONSTRUCCIÓN

En la actualidad uno de los grandes problemas en esta industria, se relaciona con aspectos de sostenibilidad, por lo que se busca la utilización de tecnologías amigables con el medio ambiente y la reducción de residuos. Por otra parte se trata de impulsar la cultura del reciclaje. El uso del plástico reciclado, en general, ha aumentado enormemente en los últimos años, esto se debe a las propiedades y beneficios que ofrecen estos productos sobre los materiales tradicionales, lo que significa la incorporación de medidas ecológicas en la producción de insumos para esta industria.

El plástico reciclado es un material versátil, que reduce significativamente los costos de mantenimiento, lo que demuestra que en la construcción no se tiene por qué renunciar a la calidad al integrar los materiales reciclados en sus suministros. Una gama importante de variedades de plásticos pueden ser reciclados son los siguientes: PET, HDPE, LDPE, PP, PVC, PE y ABS.

Estos polímeros cuando se reciclan, conservan adecuadamente sus propiedades de calidad y resistencia en comparación con el plástico original, lo cual los hace unos materiales muy apreciados porque:

- No requieren mantenimiento
- Son resistentes a impactos
- No necesitan de conservadores
- Son a prueba de la putrefacción
- Resistentes al musgo y el crecimiento de algas
- A prueba de graffiti
- Se pueden trabajar como la madera con mayor resistencia

Algunas de las principales fuentes de residuos plásticos que son reciclados para la obtención de nuevos plásticos son los empaques y embalajes de productos diversos, como los envases de bebidas gaseosas, agua, alimentos, productos para baño y aseo personal, aceites y otros productos del ramo automotriz, las bolsas de supermercado, los residuos propios de la demolición de construcciones y muchos más.



Para el reciclado de los materiales plásticos se ha establecido un proceso físico denominado reciclado mecánico mediante el cual el plástico post-consumo y el residuo industrial (scrap) son recuperados. Para este proceso se distinguen por lo general tres etapas: la etapa de recolección, la etapa en el tiradero o centro de reciclado y la clasificación de los residuos sólidos.

La recolección de materiales sólidos debe ser diferenciada a partir del principio de separación, la cual debe realizarse en los propios hogares en dos grupos básicos: los residuos orgánicos y los inorgánicos que incluyen plástico, vidrio, aluminio, madera, cartón, etc. En el tiradero o centro de reciclado se hace la separación de los plásticos del resto de materiales inorgánicos y se almacenan durante períodos de no más de tres meses para evitar que la radiación ultravioleta pueda afectar la estructura del material. Finalmente se procede a la clasificación de materiales por tipo de plástico y color, labor que es realizada de manera manual por los pepenadores, aunque en muchos países desarrollados esta actividad se lleva a cabo de manera automatizada.



En relación con esta última etapa los residuos plásticos procedentes de residuos sólidos urbanos se pueden clasificar en tres tipologías: residuos plásticos mixtos mezclados con otros residuos sólidos; residuos mixtos con diferentes tipos de plásticos combinados entre sí; y residuos plásticos simples los cuales han sido separados y clasificados en las distintas clases de plástico.

A su vez los residuos plásticos, conocidos como scrap, resultantes de los procesos de fabricación, tanto en la industria petroquímica como en la transformadora. Algunos procesos de transformación como el termoformado generan hasta el 30% y 50% de scrap, el cual resulta más fácil de reciclar porque aún es una materia prima homogénea en su composición.

Por su parte, la industria petroquímica inició el reciclado químico, con objeto de optimizar recursos con la recuperación de residuos, a través de diferentes procesos mediante los cuales las moléculas de los polímeros son fragmentadas para la obtención de materia prima virgen. Incluso para algunos procesos de reciclado químico no es necesario separar por

tipos de plástico reduciendo de esta manera los costos originados por la separación y clasificación del material.

Entre los procesos de reciclado químico más utilizados se pueden mencionar:

- **Chemólisis:** Consiste en la aplicación de procesos solvólíticos a poliésteres, poliuretanos y poliamidas para transformarlos en monómeros básicos y luego en nuevos plásticos.
- **Hidrogenación:** Se basa en el tratamiento de plásticos a partir de hidrógeno y calor que rompen las cadenas de polímeros para convertirlas en petróleo sintético.
- **Metanólisis:** Consiste en la aplicación de metanol a residuos de PET, el cual se descompone en sus moléculas básicas, las cuales re-polimerizadas producen resina virgen.
- **Gasificación:** Los residuos plásticos son fundidos con aire u oxígeno para la obtención de gases como CO e hidrógeno utilizados en la producción de metanol o amoníaco.
- **Pirolisis:** Consiste en el calentamiento al vacío de residuos para lograr la fragmentación de moléculas y la generación de hidrocarburos sólidos y líquidos.

Algunos de estos procesos como la chemólisis o la metanólisis demandan la separación y clasificación de los residuos por tipo de plásticos, a diferencia del proceso por pirolisis que permite utilizar residuos plásticos mixtos.

Existen algunos obstáculos económicos para el reciclaje de plásticos, en particular los costos relativos a factores tales como:

- Los costos de almacenaje y transporte, ya que los envases de plástico son voluminosos;
- Los gastos relativos a la separación de las diferentes variedades de plástico que producen reciclado de baja calidad cuando no están separados;
- En algunos casos puede ser más barato usar plástico nuevo en lugar del reciclado;
- Algunos plásticos sólo pueden ser reciclados una sola vez.



Se pueden hacer cambios efectivos a las operaciones de separación y reciclaje de los residuos plásticos y permitir que más desechos sean reciclados:

- Separando los residuos de plástico de polímeros diferentes.

- Proporcionando al personal capacitación para la separación de diversos tipos de plásticos.
- Recuperando de los materiales y así evitar enviarlos a los tiraderos.
- Mejorando los procedimientos de transporte.
- Rediseñando, por ejemplo las redes de tuberías de plástico las cuales pueden ser diseñados para su uso como accesorios de menor número posible de usos.
- Los plásticos recuperados pueden ser utilizados en la fabricación de:
 - Envases para diversos productos.
 - En jardinería , por ejemplo: pasarelas, puentes, vallas y señales.
 - Fibras textiles y prendas de vestir.
 - Abrigos y ropa de lana de poliéster y poliéster relleno de edredones.
 - Mobiliario urbano; por ejemplo: bancas, basureros, señales de tráfico y macetas.
 - Bolsas para almacenamiento de basura.
 - Productos de gestión del tráfico y flejes industriales, etc.



No obstante que el reciclado de tipo mecánico es en la actualidad el más evolucionado, este proceso no es suficiente para resolver el problema de los residuos plásticos. Se debe considerar que estos residuos son derivados del petróleo que es un recurso no renovable. Los plásticos post-consumo podrían considerarse entonces, como materia prima o combustible del mañana, y el reciclado químico permitirá la optimización y ahorro de recursos naturales al reducir el consumo de petróleo. El éxito para la implementación de este proceso estribará en los acuerdos entre los actores participantes: industrias petroquímicas y transformadoras, consumidores y autoridades municipales, con objeto de asegurar el ciclo de reciclado y que los residuos arriben a plantas de tratamiento, a su vez los consumidores deben prepararse para tal cambio tecnológico.

RECUPERACIÓN Y REUSO DE ALGUNOS PRODUCTOS DE PLÁSTICO COMO EL PET

En este afán de encontrar alguna utilidad a los grandes volúmenes de desechos plásticos como lo son los envases elaborados con PET, de manera ingeniosa a partir de la recuperación

del material de desecho, se han encontrado algunos usos alternos para la autoconstrucción de vivienda, se trata en según los casos documentados de recuperar envases para bebidas gaseosas de determinada capacidad para usarse en la edificación de muros y cubiertas como: En este afán de encontrar alguna utilidad a los grandes volúmenes de desechos plásticos como lo son los envases elaborados con PET, de manera ingeniosa a partir de la recuperación del material de desecho, se han encontrado algunos usos alternos para la autoconstrucción de vivienda, se trata en según los casos documentados de recuperar envases para bebidas gaseosas de determinada capacidad para usarse en la edificación de muros y cubiertas como:

- 1.- Muros sólidos levantados in situ que utilizan envases previamente rellenos con tierra.
- 2.- En paneles aligerados con envases vacíos, que por su ligereza son de fácil maniobra, y
- 3.- Para dovelas pre-coladas aligeradas con envases, las cuales unidas conforman una bóveda.

En el primer caso, se seleccionan suficientes envases de PET, los cuales han sido totalmente rellenos con tierra o arena, y luego debidamente tapados son colocados en hileras horizontales asentadas con lodo. El grueso del muro está definido por el alto de los envases empleados y los picos de las botellas son amarrados entre sí con rafia, con objeto de rigidizar de mejor manera las piezas de PET en el conjunto, en especial cuando los muros levantados son utilizados como tanques de agua o cisternas y reciben empujes laterales por presión del líquido contenido. Los apoyos de la techumbre pueden, de igual manera, edificarse a partir de envases rellenos, los cuales son colocados en forma radial horizontal, de tal manera que se levantan columnas cilíndricas que además de servir de amarre a los muros soportan el peso de una techumbre ligera.



Finalmente, los muros así levantados son recubiertos con algún mortero a base de tierra-cal, arena-cal o arena cemento y luego son pintados.



En el segundo caso, de igual manera se seleccionan envases de PET, los cuales son colocados en un panel encuadrado por un marco metálico o de madera, al cual previamente se le ha



colocado una malla metálica (metal desplegado o malla de gallinero) en una de sus caras, para luego colocar envases de la misma capacidad en forma vertical u horizontal. Una vez colocados todos los envases vacíos se cierra la otra cara del panel con otra malla, la cual al igual que la primera son fijadas al marco.

Todo este proceso de manufactura puede incluso ser ejecutado por mano de obra femenina y por la ligereza de los paneles, éstos pueden ser fácilmente transportados a pie de obra también por mujeres. Posteriormente, los paneles son fijados a la estructura de soporte del techo, previamente levantada, y luego son aplanados con mortero. A su vez las dovelas aligeradas con envases, son coladas in situ en un molde de forma abovedada, sobre el cual se coloca una malla de acero y luego envases horizontales en el sentido de la bóveda. Posteriormente las dovelas son coladas y retiradas del molde para su fraguado final y luego transportadas para ser izadas y colocadas en la estructura de soporte para finalmente quedar unidas por una capa de compresión.



BIBLIOGRAFÍA

- 2010 – 2011 Plastics Books. Design, Processing, Manufacturing, Materials, Polymer Science, Reference, Hanser publications.
- Apuntes tomados en la materia de Plásticos de la maestría en diseño industrial en el posgrado de Diseño Industrial de la U.N.A.M.
- Arista González Gerardo J., La autoproducción participativa. Género femenino, financiamiento y tecnologías alternas, Tesis doctoral, Doctorado en Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Nov. 2009
- Harper Charles A., Manual de Plásticos, , Mc. Graw Hill, 2 vol. México, D.F., 2ª Edición 2010
- Ing. Eduardo del Río, notas para su tesis de maestría en diseño industrial.
- Instituto Mexicano del Petróleo (IMPI), “Manual para identificación de plásticos”.
- McDonough, William y Braungart Michael. Cradle to cradle. Remaking the way we make things. North Point Press. Nueva York.
- Moldeo por inyección de plásticos”, Ed. Corso, México, 1990.
- Morton-Jones, “Procesamiento de plásticos”, Ed. LIMUSA, México 1993, 302 pp.
- Naranjo, Noriega, Sanz, Sierra, Oswald, Tecnología de Plásticos Manual de bolsillo, EXTRUSIÓN, Ed. Guadales, Cúcuta, Colombia, 2009.
- Naranjo, Noriega, Sanz, Sierra, Oswald, Tecnología de Plásticos Manual de bolsillo, INYECCIÓN, Ed. Guadales, Cúcuta, Colombia, 2009.
- Norman, Donald (2005). Emotional Design: Why We Love (or Hate) Everyday Things. Basic Books. Nueva York.
- Oswald, Jiménez, Procesado de Polímeros Fundamentos, Ed. Guadales, Cúcuta Colombia, 2008.

- Oswald, Menges, Flórez, Flórez, Ciencia de polímeros para ingenieros, Ed. Guaduales, Cúcuta Colombia, 2010.
- Plastics Technology Center Publication, artículo extraído de INTERNET.
- Plastics Technology, Robert V. Milby, Mc Graw Hill, U.S.A., 1973.
- Ramos del Valle Luis Francisco, Extrusión de Plásticos, principios básicos, LIMUSA, Noriega editores, México D.F. 2000.
- Sánchez, Yáñez, Rodríguez, Moldeo por inyección de termoplásticos, LIMUSA Noriega editores, México, D.F. 2002.
- Whiteley, Nigel (1998). Design for Society. Reaktion Books. Londres.

SITIOS WEB DE CONSULTA

- <http://casadebotellasdepet.blogspot.com>
- <http://edant.clarin.com/suplementos/economico/2003/08/03/n-00901.htm>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Caucho_estireno-butadieno
- http://es.wikipedia.org/wiki/Pl%C3%A1stico#Pl.C3.A1sticos_biodegradables
- <http://impreso.milenio.com/node/8701375>
- <http://javicantero.wordpress.com/category/ecodiseno/page/7/>
- <http://nanotecnologiayarquitectura.blogspot.com/2008/07/el-uso-de-plsticos-biodegradables-en-la.html>
- <http://www.aguamarket.com>
- <http://www.amarilloverdeyazul.com/el-juego-de-las-tortugas-de-plastico-reciclado/>
- http://www.americanchemistry.com/plastics/sec_content.asp?CID=1079&DID=4233
- <http://www.arquigrafico.com/el-plastico-en-la-construccion>
- <http://www.capellini.it/> Consultada en junio 21, 2011.
- <http://www.ceve.org.ar>
- <http://www.cohda.co.uk/>. Consultada en junio 15, 2011.
- <http://www.eis.uva.es/~macromol/curso03-04/Poliisopreno/polisopreno.htm>
- <http://www.fahneu.cl/> Consultada en junio 20, 2011.
- <http://www.ferreteraprado.com>

- <http://www.iafsa.com.mx>
- <http://www.ingenieriaayconstruccion.com.mx>
- <http://www.investimentos.sp.gov.br/setores/transformados-plasticos?lang=es>
- <http://www.lagranepoca.com/articles/2007/06/15/774.html>
- <http://www.leonart.tve.es/071019/ciencia/pdf/ciencia.pdf>
- <http://www.mini.co.uk/> Consultada en junio 23, 2011.
- <http://www.misrespuestas.com/que-son-los-elastomeros.html>
- <http://www.monografias.com/trabajos5/plasti/plasti2.shtml>
- <http://www.mundoextraordinario.com>
- <http://www.panoplia.net/textoforjados>
- <http://www.perfilesyherrajes.com>
- <http://www.photaki.es/foto-casetones>
- <http://www.plasticosmalfantichile.c>
- <http://www.plastivida.com.ar/pdf/15.pdf>
- <http://www.plastivida.com.ar/pdf/15.pdf>
- <http://www.pslc.ws/spanish/pb.htm>
- <http://www.redxm2.com>
- <http://www.rutlandplastics.co.uk>
- <http://www.slideshare.net/guestd32f63/procesos-de-manufactura-rocio-adriana-garcia-hernandes-socorro-cervantes-zavala-unideg>
- <http://www.slideshare.net/guestd32f63/procesos-de-manufactura-rocio-adriana-garcia-hernandes-socorro-cervantes-zavala-unideg>
- <http://www.stamfordscientific.es/materials.html>
- <http://www.stockphotos.mxwww.prosemax.com.ve>
- <http://www.termofusion.mx>
- <http://www.textoscientificos.com/polimeros/plasticos/elastomeros>
- <http://www.textoscientificos.com/polimeros/plasticos/elastomeros>
- <http://www.thebodyshop.com/> Consultada en junio 27, 2011.
- <http://www.tuferreteriaonline.com>
- <http://www.vendiv.com.mx/vial.htm>
- <http://www.veoverde.com/2010/02/disenio-sustentable-con-botellas-de-plastico/>
- www.businesslink.gov.uk/bdotg/action/detail?itemId=
- www.ecoportel.net/Temas_Especiales/Basura_-_Residuos/El_Reciclado_de_Plasticos

El libro Manual de plásticos para diseñadores
se terminó de imprimir en febrero de 2013
en los Talleres Gráficos de la UASLP
Av. Topacio S/N esq. Boulevard río Española,
Fracc. Valle Dorado, C.P. 78319
San Luis Potosí, S.L.P.
El tiraje fue de 500 ejemplares



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE SAN LUIS POTOSÍ

Editorial UASLP 2012