

2. Materiales II

2.1 Materiales Metálicos

Se denomina metal a los elementos químicos caracterizados por ser buenos conductores del calor y la electricidad. Poseen alta densidad y son sólidos en temperaturas normales (excepto el mercurio); sus sales forman iones electropositivos (cationes) en disolución.

La ciencia de materiales define un metal como un material en el que existe un solapamiento entre la banda de valencia y la banda de conducción en su estructura electrónica (enlace metálico). Esto le da la capacidad de conducir fácilmente calor y electricidad, y generalmente la capacidad de reflejar la luz, lo que le da su peculiar brillo. En ausencia de una estructura electrónica conocida, se usa el término para describir el comportamiento de aquellos materiales en los que, en ciertos rangos de presión y temperatura, la conductividad eléctrica disminuye al elevar la temperatura, en contraste con los semiconductores.

El concepto de metal se refiere tanto a elementos puros, así como aleaciones con características metálicas, como el acero y el bronce. Los metales comprenden la mayor parte de la tabla periódica de los elementos y se separan de los no metales por una línea diagonal entre el boro y el polonio. En comparación con los no metales tienen baja electronegatividad y baja energía de ionización, por lo que es más fácil que los metales cedan electrones y más difícil que los ganen.

En astrofísica se llama metal a todo elemento más pesado que el helio.

2.1.1 Historia

Metales como el oro, la plata y el cobre, fueron utilizados desde la prehistoria. Al principio, sólo se usaron los que se encontraban fácilmente en estado puro (en forma de elementos nativos), pero paulatinamente se fue desarrollando la tecnología necesaria para obtener nuevos metales a partir de sus menas, calentándolos en un horno mediante carbón de madera.

El primer gran avance se produjo con el descubrimiento del bronce, fruto de la utilización de mineral de cobre con incursiones de estaño, entre 3500 a. C. y 2000 a. C., en diferentes regiones del planeta, surgiendo la denominada Edad del Bronce, que sucede a la Edad de Piedra.

Otro hecho importante en la historia fue la utilización del hierro, hacia 1400 a. C. Los hititas fueron uno de los primeros pueblos en utilizarlo para elaborar armas, tales como espadas, y las civilizaciones que todavía estaban en la Edad del Bronce, como los egipcios.

No obstante, en la antigüedad no se sabía alcanzar la temperatura necesaria para fundir el hierro, por lo que se obtenía un metal impuro que había de ser moldeado a martillazos. Hacia el año 1400 A. D (Anno Domini). se empezaron a utilizar los hornos provistos de fuelle, que permiten alcanzar la temperatura de fusión del hierro, unos 1.535 °C.

Henry Bessemer descubrió un modo de producir acero en grandes cantidades con un coste razonable. Tras numerosos intentos fallidos, dio con un nuevo diseño de horno (el convertidor Thomas-Bessemer) y, a partir de entonces, mejoró la construcción de estructuras en edificios y puentes, pasando el hierro a un segundo plano.

Poco después se utilizó el aluminio y el magnesio, que permitieron desarrollar aleaciones mucho más ligeras y resistentes, muy utilizadas en aviación, transporte terrestre y herramientas portátiles.

El titanio, es el último de los metales abundantes y estables con los que se está trabajando y se espera que, en poco tiempo, el uso de la tecnología del titanio se generalice.

Los elementos metálicos, así como el resto de elementos, se encuentran ordenados en un sistema denominado tabla periódica. La mayoría de los elementos de esta tabla son metales.

Los metales se diferencian del resto de elementos, fundamentalmente en el tipo de enlace que constituyen sus átomos. Se trata de un enlace metálico y en él los electrones forman una «nube» que se mueve, rodeando todos los núcleos. Este tipo de enlace es el que les confiere las propiedades de conducción eléctrica, brillo, etc.

Hay todo tipo de metales: metales pesados, metales preciosos, metales ferrosos, metales no ferrosos, etc. y el mercado de metales es muy importante en la economía mundial.

2.1.2 Propiedades

La gran resistencia del metal junto a la facilidad de su trabajo lo hacen un material excelente para cualquier construcción, en la imagen el Puente de La Vicaria construido en acero corten.

Los metales poseen ciertas propiedades físicas características, entre ellas son conductores de la electricidad. La mayoría de ellos son de color grisáceo, pero algunos presentan colores distintos; el bismuto (Bi) es rosáceo, el cobre (Cu) rojizo y el oro (Au) amarillo. En otros metales aparece más de un color; este fenómeno se denomina policromismo.

Otras propiedades serían:

Maleabilidad: capacidad de los metales de hacerse láminas al ser sometidos a esfuerzos de compresión.

Ductilidad: propiedad de los metales de moldearse en alambre e hilos al ser sometidos a esfuerzos de tracción.

Tenacidad: resistencia que presentan los metales al romperse o al recibir fuerzas bruscas (golpes, etc.)

Resistencia mecánica: capacidad para resistir esfuerzo de tracción, compresión, torsión y flexión sin deformarse ni romperse.

Suelen ser opacos o de brillo metálico, tienen alta densidad, son dúctiles y maleables, tienen un punto de fusión alto, son duros, y son buenos conductores (calor y electricidad).

La ciencia de materiales define un metal como un material en el que existe un traslape entre la banda de valencia y la banda de conducción en su estructura electrónica (enlace metálico). Esto le da la capacidad de conducir fácilmente calor y electricidad, y generalmente la capacidad de reflejar la luz, lo cual le da su peculiar brillo.

2.1.2.1 Teoría del gas electrónico

Los metales tienen ciertas propiedades físicas características: a excepción del mercurio son sólidos en condiciones ambientales normales, suelen ser opacos y brillantes, tener alta densidad, ser dúctiles y maleables, tener un punto de fusión alto, ser duros, y ser buenos conductores del calor y la electricidad.

Estas propiedades se deben al hecho de que los electrones exteriores están ligados sólo «ligeramente» a los átomos, formando una especie de gas (también llamado «gas electrónico», «nube electrónica» o «mar de electrones»), que se conoce como enlace metálico. Drude y Lorentz propusieron este modelo hacia 1900.

Mediante la teoría del «gas electrónico» podemos explicar por que los metales son tan buenos conductores del calor y la electricidad, pero es necesario comprender la naturaleza del enlace entre sus átomos.

Un primer intento para explicar el enlace metálico consistió en considerar un modelo en el cual los electrones de valencia de cada metal se podían mover libremente en la red cristalina. De esta forma, el retículo metálico se considera constituido por un conjunto de iones positivos (los núcleos rodeados por su capa de electrones) y electrones (los de valencia), en lugar de estar formados por átomos neutros.

En definitiva, un elemento metálico se considera que está constituido por cationes metálicos distribuidos regularmente e inmersos en un «gas electrónico» de valencia deslocalizados, actuando como un aglutinante electrostático que mantiene unidos a los cationes metálicos.

El modelo del «gas electrónico» permite una explicación cualitativa sencilla de la conductividad eléctrica y térmica de los metales. Dado que los electrones son móviles, se pueden trasladar desde el electrodo negativo al positivo cuando el metal se somete al efecto de una diferencia de potencial eléctrico. Los electrones móviles también pueden conducir el calor transportando la energía cinética de una parte a otra del cristal. El carácter dúctil y maleable de los metales está permitido por el hecho de que el enlace deslocalizado se extiende en todas las direcciones; es decir, no está limitado a una orientación determinada, como sucede en el caso de los sólidos de redes covalentes.

Cuando un cristal metálico se deforma, no se rompen enlaces localizados; en su lugar, el mar de electrones simplemente se adapta a la nueva distribución de los cationes, siendo la energía de la estructura deformada similar a la original. La energía necesaria para deformar un metal como el litio es relativamente baja, siendo, como es lógico, mucho mayor la que se necesita para deformar un metal de transición, porque este último posee muchos más electrones de valencia que son el aglutinante electrostático de los cationes.

Mediante la teoría del «gas electrónico» se pueden justificar de forma satisfactoria muchas propiedades de los metales, pero no es adecuada para explicar otros aspectos, como la descripción detallada de la variación de la conductividad entre los elementos metálicos.

2.1.3 Obtención

Algunos metales se encuentran en forma de elementos nativos, como el oro, la plata y el cobre, aunque no es el estado más usual.

Muchos metales se encuentran en forma de óxidos. El oxígeno, al estar presente en grandes cantidades en la atmósfera, se combina muy fácilmente con los metales, que son elementos reductores, formando compuestos como la bauxita (Al_2O_3) y la limonita (Fe_2O_3).

Los sulfuros constituyen el tipo de mena metálica más frecuente. En este grupo destacan el sulfuro de cobre (I), Cu_2S , el sulfuro de mercurio (II), HgS , el sulfuro de plomo, PbS y el sulfuro de bismuto (III), Bi_2S_3 .

Los metales alcalinos, además del berilio y el magnesio, se suelen extraer a partir de los cloruros depositados debido a la evaporación de mares y lagos, aunque también se extrae del agua del mar. El ejemplo más característico es el cloruro sódico o sal común, NaCl .

Algunos metales alcalino-térreos, el calcio, el estroncio y el Bario, se obtienen a partir de los carbonatos insolubles en los que están insertos.

Por último, los lantánidos y actínidos se suelen obtener a partir de los fosfatos, que son unas sales en las que pueden estar incluidos.

2.1.4 Usos en la industria

Los pigmentos amarillos y anaranjados del cadmio son muy buscados por su gran estabilidad, como protección contra la corrosión, para las soldaduras y las aleaciones correspondientes y en la fabricación de baterías de níquel y cadmio, consideradas excelentes por la seguridad de su funcionamiento. También se le utiliza como estabilizador en los materiales plásticos (PVCs) y como aleación para mejorar las características mecánicas del alambre de cobre. Su producción se lleva a cabo en el momento de la refinación de zinc, con el que está ligado, se trata de un contaminante peligroso.

El litio, metal ligero, se emplea principalmente en la cerámica y en los cristales, como catalizador de polimerización y como lubricante, así como para la obtención del aluminio mediante electrólisis. También se emplea para soldar, en las pilas y en las baterías para relojes, en medicina (tratamiento para los maníaco-depresivos) y en química.

El níquel, a causa de su elevada resistencia a la corrosión, sirve para niquelar los objetos metálicos, con el fin de protegerlos de la oxidación² y de darles un brillo inalterable en la intemperie.

El denominado "hierro blanco" es, en realidad, una lámina de acero dulce que recibe un baño de cloruro de zinc fundido, y a la que se da después un revestimiento especial de estaño.

2.1.5 Dilatación de los metales

Los metales son materiales que tienen una elevada dilatación, en parte debido a su conductividad. Las dilataciones son perceptibles a veces aun con los cambios de temperatura ambiental. Se miden linealmente y se fija la unidad de longitud para la variación de 1° C de temperatura. Maleabilidad es la propiedad de los metales de poder ser modificados en su forma y aun ser reducidos a láminas de poco espesor a temperatura ambiente, por presión continua, martillado o estirado. Produciendo las modificaciones en el metal, se llega a un momento en que el límite de elasticidad es excedido, tornándose el metal duro y quebradizo; es decir, sufre deformaciones cristalinas que lo hacen frágil. La maleabilidad puede ser recuperada mediante el recocido, que consiste en calentar el metal a una alta temperatura luego de laminado o estirado, y dejarlo enfriar lentamente. La maleabilidad se aprecia por la sutileza del laminado. Tomando el oro como base, se suele hacer la siguiente clasificación: 1 Oro. 2 Plata. 3 Cobre. 4 Aluminio. 5 Estaño. 6 Platino. 7 Plomo. 8 Zinc. 9 Hierro. 10 Níquel.

2.1.6 Definiciones de términos usados en fundiciones

Aleación: Una aleación es la mezcla de dos o más elementos, siendo uno de ellos el metal.

Arrabio: Hierro líquido con menos impurezas que el hierro inicial.

Escoria: Las impurezas que reaccionan con caliza.

Alto horno: Horno para hacer aleaciones y fundiciones, se alcanzan temperaturas muy elevadas. Hay que construirlo con materiales refractarios, es decir muy resistentes al calor.

2.1.7 Aleaciones

Los metales pueden formar aleaciones entre sí y se clasifican en:

Ultraligeros: Densidad en g/cm^3 inferior a 2. Los más comunes de este tipo son el magnesio y el berilio.

Ejemplo de aleación ligera

Ligeros: Densidad en g/cm^3 inferior a 4,5. Los más comunes de este tipo son el aluminio y el titanio.

Pesados: Densidad en g/cm^3 superior a 4,5. Son la mayoría de los metales.

Véase también la clasificación de los metales en la tabla periódica.

2.1.8 Fractura en materiales metálicos

2.1.8.1 Fractura dúctil

Suele presentarse en forma transgranular, es decir a través de los granos, en los metales dúctiles y con buena tenacidad.

La deformación sucede antes de la fractura final, se puede observar una deformación, la modificación visible que aparenta un cuello, entallamiento o estricción justo en la parte donde se ocasionó la falla. Estas facturas pueden ser ocasionadas por sobrecargas simples o al aplicar un esfuerzo muy grande al material.

Si se realiza una prueba de tensión en un ensayo simple el proceso de fractura será con la nucleación, el crecimiento y la coalescencia de microhuecos, formados cuando un gran esfuerzo crea una separación en los límites de granos, conforme el esfuerzo aumenta la separación de los granos crea cavidades más grandes con lo cual el área de contacto con el metal es muy pequeña y no puede soportar la carga provocando finalmente la fractura.

2.1.8.2 Fractura frágil

Sucede en los metales y aleaciones de alta resistencia o pueden presentarse en los de mala ductibilidad y tenacidad, sin importar que los metales tengan dentro de sus

propiedades la ductibilidad al exponerlos a bajas temperaturas pueden fallar por fragilidad, así mismo en las secciones gruesas o por imperfecciones.

Las fracturas frágiles son observadas con frecuencia cuando es el impacto y no la sobrecarga lo que causa la falla. El proceso comienza formando una pequeña grieta, imperfección, donde se concentra el esfuerzo. La grieta puede extenderse con una velocidad cercana al sonido, la cual se propaga con más facilidad a lo largo de planos cristalográficos específicos.

2.2 Materiales Plásticos

El término plástico en su significación más general, se aplica a las sustancias de similares estructuras que carecen de un punto fijo de evaporación y poseen, durante un intervalo de temperaturas, propiedades de elasticidad y flexibilidad que permiten moldearlas y adaptarlas a diferentes formas y aplicaciones. Sin embargo, en sentido concreto, nombra ciertos tipos de materiales sintéticos obtenidos mediante fenómenos de polimerización o multiplicación semi-natural de los átomos de carbono en las largas cadenas moleculares de compuestos orgánicos derivados del petróleo y otras sustancias naturales.

La palabra plástico se usó originalmente como adjetivo para denotar un escaso grado de movilidad y facilidad para adquirir cierta forma, sentido que se conserva en el término plasticidad.

2.2.1 Historia

El invento del primer plástico se origina como resultado de un concurso realizado en 1860, cuando el fabricante estadounidense de bolas de billar Phelan and Collarder ofreció una recompensa de 10 000 dólares a quien consiguiera un sustituto del marfil natural, destinado a la fabricación de bolas de billar. Una de las personas que compitieron fue el inventor norteamericano John Wesley Hyatt, quien desarrolló el celuloide disolviendo celulosa (material de origen natural) en una solución de alcanfor y etanol. Si bien Hyatt no ganó el premio, consiguió un producto muy comercial que sería vital para el posterior desarrollo de la industria cinematográfica de finales de siglo XIX.

En 1909 el químico norteamericano de origen belga Leo Hendrik Baekeland sintetizó un polímero de gran interés comercial, a partir de moléculas de fenol y formaldehído. Se bautizó con el nombre de baquelita y fue el primer plástico totalmente sintético de la historia, fue la primera de una serie de resinas sintéticas que revolucionaron la tecnología moderna iniciando la «era del plástico». A lo largo

del siglo XX el uso del plástico se hizo popular y llegó a sustituir a otros materiales tanto en el ámbito doméstico, como industrial y comercial.

En 1919 se produjo un acontecimiento que marcaría la pauta en el desarrollo de los materiales plásticos. El químico alemán Hermann Staudinger aventuró que éstos se componían en realidad de moléculas gigantes o macromoléculas. Los esfuerzos realizados para probar estas afirmaciones iniciaron numerosas investigaciones científicas que produjeron enormes avances en esta parte de la química.

2.2.2 Propiedades y características

Los plásticos son sustancias químicas sintéticas denominadas polímeros, de estructura macromolecular que puede ser moldeada mediante calor o presión y cuyo componente principal es el carbono. Estos polímeros son grandes agrupaciones de monómeros unidos mediante un proceso químico llamado polimerización. Los plásticos proporcionan el balance necesario de propiedades que no pueden lograrse con otros materiales por ejemplo: color, poco peso, tacto agradable y resistencia a la degradación ambiental y biológica.

De hecho, plástico se refiere a un estado del material, pero no al material en sí: los polímeros sintéticos habitualmente llamados plásticos, son en realidad materiales sintéticos que pueden alcanzar el estado plástico, esto es cuando el material se encuentra viscoso o fluido, y no tiene propiedades de resistencia a esfuerzos mecánicos. Este estado se alcanza cuando el material en estado sólido se transforma en estado plástico generalmente por calentamiento, y es ideal para los diferentes procesos productivos ya que en este estado es cuando el material puede manipularse de las distintas formas que existen en la actualidad. Así que la palabra plástico es una forma de referirse a materiales sintéticos capaces de entrar en un estado plástico, pero plástico no es necesariamente el grupo de materiales a los que cotidianamente hace referencia esta palabra.

Las propiedades y características de la mayoría de los plásticos (aunque no siempre se cumplen en determinados plásticos especiales) son estas:

fáciles de trabajar y moldear,

tienen un bajo costo de producción,

poseen baja densidad,

suelen ser impermeables,

buenos aislantes eléctricos,

aceptables aislantes acústicos,

buenos aislantes térmicos, aunque la mayoría no resisten temperaturas muy elevadas, resistentes a la corrosión y a muchos factores químicos;

algunos no son biodegradables ni fáciles de reciclar, y si se queman, son muy contaminantes.

2.2.3 Proceso productivo

La primera parte de la producción de plásticos consiste en la elaboración de polímeros en la industria química. Hoy en día la recuperación de plásticos post-consumidor es esencial también. Parte de los plásticos determinados por la industria se usan directamente en forma de grano o resina. Más frecuentemente, existen varias formas de procesamiento de plásticos. Una de ellas es la extrusión de perfiles o hilos, la cual permite generar un producto extenso y continuo. Otra forma de procesamiento es por moldeo (por inyección, compresión, rotación, inflación, etc.). También existe el termoconformado, un proceso que usa un material termoplástico previamente producido a través del procesamiento de extrusión. Este tipo de procesamiento tiene diferentes variantes: termoconformado al vacío, a presión y el termoconformado mecánico.

2.2.4 Clasificación de los plásticos

2.2.4.1 Según el monómero base

En esta clasificación se considera el origen del monómero del cual parte la producción del polímero.

Naturales: Son los polímeros cuyos monómeros son derivados de productos de origen natural con ciertas características como, por ejemplo, la celulosa, la caseína y el caucho. Dentro de dos de estos ejemplos existen otros plásticos de los cuales provienen: Los derivados de la celulosa son: el celuloide, el celofán y el cellón.

Los derivados del caucho son: la goma y la ebonita.

Sintéticos: Son aquellos que tienen origen en productos elaborados por el hombre, principalmente derivados del petróleo como lo son las bolsas de polietileno

2.2.4.2 Según su comportamiento frente al calor

Termoplásticos

Un termoplástico es un plástico que, a temperatura ambiente, es plástico o deformable, se convierte en un líquido cuando se calienta y se endurece en un estado vítreo cuando se enfría suficiente. La mayoría de los termoplásticos son polímeros de alto peso molecular, los que poseen cadenas asociadas por medio de débiles fuerzas Van der Waals (Polietileno); fuertes interacciones dipolo-dipolo y enlace de hidrógeno; o incluso anillos aromáticos apilados (poliestireno). Los polímeros termoplásticos difieren de los polímeros termoestables en que después de calentarse y moldearse éstos pueden recalentarse y formar otros objetos, ya que en el caso de los termoestables o termoduros, su forma después de enfriarse no cambia y este prefiere incendiarse..

Sus propiedades físicas cambian gradualmente si se funden y se moldean varias veces.

Los principales son:

Resinas celulósicas: obtenidas a partir de la celulosa, el material constituyente de la parte leñosa de las plantas. Pertenece a este grupo el rayón.

Polietilenos y derivados: Emplean como materia prima el etileno obtenido del craqueo del petróleo que, tratado posteriormente, permite obtener diferentes monómeros como acetato de vinilo, alcohol vinílico, cloruro de vinilo, etc. Pertenecen a este grupo el PVC, el poliestireno, el metacrilato, etc.

Derivados de las proteínas: Pertenecen a este grupo el nailon y el perlón, obtenidos a partir de las diamidas.

Derivados del caucho: Son ejemplo de este grupo los llamados comercialmente pliofilmes, clorhidratos de caucho obtenidos adicionando ácido clorhídrico a los polímeros de caucho.

Termoestables

Los plásticos termoestables son materiales que una vez que han sufrido el proceso de calentamiento-fusión y formación-solidificación, se convierten en materiales rígidos que no vuelven a fundirse. Generalmente para su obtención se parte de un aldehído.

Polímeros del fenol: Son plásticos duros, insolubles e infusibles pero, si durante su fabricación se emplea un exceso de fenol, se obtienen termoplásticos.

Resinas epoxi.

Resinas melamínicas.

Baquelita.

Aminoplásticos: Polímeros de urea y derivados. Pertenece a este grupo la melamina.

Poliésteres: Resinas procedentes de la esterificación de polialcoholes, que suelen emplearse en barnices. Si el ácido no está en exceso, se obtienen termoplásticos.

Según la reacción de síntesis

También pueden clasificarse según la reacción que produjo el polímero:

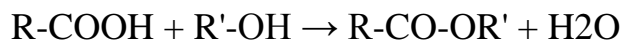
Polímeros de adición

Implican siempre la ruptura o apertura de una unión del monómero para permitir la formación de una cadena. En la medida que las moléculas son más largas y pesadas, la cera parafínica se vuelve más dura y más tenaz. Ejemplo:



Polímeros de condensación

Son aquellos donde los monómeros deben tener, por lo menos, dos grupos reactivos por monómero para darle continuidad a la cadena. Ejemplo:



Polímeros formados por etapas

La cadena de polímero va creciendo gradualmente mientras haya monómeros disponibles, añadiendo un monómero cada vez. Esta categoría incluye todos los polímeros de condensación de Carothers y además algunos otros que no liberan moléculas pequeñas pero sí se forman gradualmente, como por ejemplo los poliuretanos.

Según su estructura molecular

Amorfos

Son amorfos los plásticos en los que las moléculas no presentan ningún tipo de orden; están dispuestas desordenadamente sin corresponder a ningún orden. Al no tener orden entre cadenas se crean unos huecos por los que la luz pasa, por esta razón los polímeros amorfos son transparentes.

Semicristalinos

Los polímeros semicristalinos Tienen zonas con cierto tipo de orden junto con zonas amorfas. En este caso al tener un orden existen menos huecos entre cadenas por lo que no pasa la luz a no ser que posean un espesor pequeño.

Cristalizables

Según la velocidad de enfriamiento, puede disminuirse (enfriamiento rápido) o incrementarse (enfriamiento lento) el porcentaje de cristalinidad de un polímero semicristalino, sin embargo, un polímero amorfo, no presentará cristalinidad aunque su velocidad de enfriamiento sea extremadamente lenta.

Comodities

Son aquellos que tienen una fabricación, disponibilidad, y demanda mundial, tienen un rango de precios internacional y no requieren gran tecnología para su fabricación y procesamiento.

De ingeniería

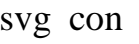
Son los materiales que se utilizan de manera muy específica, creados prácticamente para cumplir una determinada función, requieren tecnología especializada para su fabricación o su procesamiento y de precio relativamente alto.

Elastómeros o cauchos

Los elastómeros se caracterizan por su gran elasticidad y capacidad de estiramiento y rebote, recuperando su forma original una vez que se retira la fuerza que los deformaba. Comprenden los cauchos naturales obtenidos a partir del látex natural y sintéticos; entre estos últimos se encuentran el neopreno y el polibutadieno.

Los elastómeros son materiales de moléculas grandes las cuales después de ser deformadas a temperatura ambiente, recobran en mayor medida su tamaño y geometría al ser liberada la fuerza que los deformó.

2.2.5 Codificación de plásticos

Existe una gran variedad de plásticos y para clasificarlos, se usa un sistema de codificación que se muestra en la Tabla 1. Los productos llevan una marca que consiste en el símbolo internacional de reciclado  con el código correspondiente en medio según el material específico. El objetivo principal de este código es la identificación del tipo de polímero del que está hecho el plástico para su correcto reciclaje.

El número presente en el código, está designado arbitrariamente para la identificación del polímero del que está hecho el plástico y no tiene nada que ver con la dificultad de reciclaje ni dureza del plástico en cuestión.

2.2.6 Usos más comunes

Aplicaciones en el sector industrial: piezas de motores, aparatos eléctricos y electrónicos, carrocerías, aislantes eléctricos, etc.

En construcción: tuberías, impermeabilizantes, espumas aislantes de poliestireno, etc.

Industrias de consumo y otras: envoltorios, juguetes, envoltorios de juguetes, maletas, artículos deportivos, fibras textiles, muebles, bolsas de basura, etc.

2.2.7 Reciclado

Los desechos plásticos no son susceptibles de asimilarse de nuevo en la naturaleza. Debido a esto, se ha establecido el reciclado de tales productos de plástico, que ha consistido básicamente en recolectarlos, limpiarlos, seleccionarlos por tipo de material y fundirlos de nuevo para usarlos como materia prima adicional, alternativa o sustituta para el moldeado de otros productos.

De esta forma la humanidad ha encontrado una forma adecuada para evitar la contaminación de productos que por su composición, materiales o componentes, no son fáciles de desechar de forma convencional.

Se pueden salvar grandes cantidades de recursos naturales no renovables cuando en los procesos de producción se utilizan materiales "reciclados". Los recursos renovables, como los árboles, también pueden ser salvados. La utilización de productos reciclados disminuye el consumo de energía. Cuando se consuman menos combustibles fósiles, se generará menos CO₂ y por lo tanto habrá menos lluvia ácida y se reducirá el efecto invernadero.

Desde el punto de vista financiero: Un buen proceso de reciclaje es capaz de generar ingresos. Por lo anteriormente expuesto, se hace ineludible mejorar y establecer nuevas tecnologías en cuanto a los procesos de recuperación de plásticos y buscar solución a este problema tan nocivo para la sociedad y que día a día va en aumento deteriorando al medio ambiente. En las secciones siguientes se plantea el diseño de un fundidor para polietileno de baja densidad, su uso, sus características, recomendación y el impacto positivo que proporcionará a la comunidad.

Algunos plásticos no son recuperables, como el poliestireno cristal y la baquelita.

2.2.7.1 Plásticos biodegradables

A fines del siglo XX el precio del petróleo disminuyó, y de la misma manera decayó el interés por los plásticos biodegradables. En los últimos años esta tendencia se ha revertido, además de producirse un aumento en el precio del petróleo, se ha tomado mayor conciencia de que las reservas petroleras se están agotando de manera alarmante. Dentro de este contexto, se observa un marcado incremento en el interés científico e industrial en la investigación para la producción de plásticos biodegradables o EDPs (environmentally degradable polymers and plastics). La fabricación de plásticos biodegradables a partir de materiales naturales, es uno de los grandes retos en diferentes sectores; industriales, agrícolas, y de materiales para varios servicios. Ante esta perspectiva, las investigaciones que involucran a los plásticos obtenidos de otras fuentes han tomado un nuevo impulso y los polihidroxicanoatos aparecen como una alternativa altamente prometedora.

La sustitución de los plásticos actuales por plásticos biodegradables es una vía por la cual el efecto contaminante de aquellos, se vería disminuido en el medio ambiente. Los desechos de plásticos biodegradables pueden ser tratados como desechos orgánicos y eliminarlos en los depósitos sanitarios, donde su degradación se realice en exiguos períodos de tiempo.

Los polímeros biodegradables se pueden clasificar de la siguiente manera:

Polímeros extraídos o removidos directamente de la biomasa: polisacáridos como almidón y celulosa. Proteínas como caseína, queratina, y colágeno.

Polímeros producidos por síntesis química clásica utilizando monómeros biológicos de fuentes renovables.

Polímeros producidos por microorganismos, bacterias productoras nativas o modificadas genéticamente.

Dentro de la última categoría se hallan los plásticos biodegradables producidos por bacterias, en este grupo encontramos a los PHAs y al ácido poliláctico (PLA). Los PHAs debido a su origen de fuentes renovables y por el hecho de ser biodegradables, se denominan “polímeros doblemente verdes”. El PLA, monómero natural producido por vías fermentativas a partir de elementos ricos en azúcares, celulosa y almidón, es polimerizado por el hombre. Los bioplásticos presentan propiedades fisicoquímicas y termoplásticas iguales a las de los polímeros fabricados a partir del petróleo, pero una vez depositados en condiciones favorables, se biodegradan.

Ácido poliláctico (PLA)

El almidón es un polímero natural, un gran hidrato de carbono que las plantas sintetizan durante la fotosíntesis que sirve como reserva de energía. Los cereales como el maíz y trigo contienen gran cantidad de almidón y son la fuente principal para la producción de PLA. Los bioplásticos producidos a partir de este polímero tienen la característica de una resina que puede inyectarse, extruirse y termoformarse.

La producción de este biopolímero empieza con el almidón que se extrae del maíz, luego los microorganismos lo transforman en una molécula más pequeña de ácido láctico o 2 hidroxipropiónico (monómero), la cual es la materia prima que se polimeriza formando cadenas, con una estructura molecular similar a los productos de origen petroquímico, que se unen entre sí para formar el plástico llamado PLA.

El PLA es uno de los plásticos biodegradables actualmente más estudiados, se encuentra disponible en el mercado desde 1990. Es utilizado en la fabricación de botellas transparentes para bebidas frías, bandejas de envasado para alimentos, y otras numerosas aplicaciones.

Polihidroxialcanoatos

Historia

Los PHAs son producidos generalmente por bacterias Gram negativas, aunque existen bacterias Gram positivas también productoras en menor escala. El primer PHA descubierto fue el PHB, que fue descrito en el instituto Pasteur en 1925 por el microbiólogo Lemoigne quien observó la producción de PHB por *Bacillus megaterium*. Posteriormente, en 1958 Macrae e Wildinson observaron que *Bacillus megaterium* acumulaba el polímero cuando la relación glucosa/nitrógeno en el medio de cultivo no se encontraba en equilibrio y observaron su degradación cuando existía falta o deficiencia de fuentes de carbono o energía. A partir de este hecho, se encontraron inclusiones de PHA en una extensa variedad de especies bacterianas. En la actualidad se conocen aproximadamente 150 diferentes polihidroxialcanoatos.

La primera patente de PHB fue pedida en los Estados Unidos por J. N. Baptist en 1962. En 1983 ocurrieron dos acontecimientos importantes, primero fue el descubrimiento por De Smet, de una cepa de *Pseudomonas oleovorans* (ATCC 29347) productora de PHB, y consecutivamente se dio la primera producción del primer biopolímero de uso comercial. Un copolímero formado por monómeros de cuatro y cinco carbonos, denominados PHB y PHV, respectivamente, este producto se denominó comercialmente “Biopol” y se produce utilizando *Ralstonia eutropha*, a partir de glucosa y ácido propiónico. Este bioplástico en la actualidad ya es sintetizado a partir de una sola fuente de carbono en bacterias recombinantes; y exhibe un alto potencial de biodegradabilidad y propiedades termomecánicas mejores que el PHB puro.

En general los PHAs son insolubles en agua, biodegradables, no tóxicos, por lo cual uno de los principales beneficios que se obtienen de la aplicación de PHAs, es el ambiental. La utilización de estos productos, reduce la dependencia del petróleo por parte de la industria plástica, provoca una disminución de los residuos sólidos y se observaría una reducción de la emisión de gases que provocan el efecto invernadero.

Los puntos de interés en cuanto a aplicaciones de bioplásticos, de acuerdo con la IBAW (Asociación Internacional y Grupo de Trabajo de Polímeros Biodegradables) se centran en los sectores de empaque, medicina, agricultura y productos desechables. Sin embargo, con el avance de esta industria se ha ampliado la utilización de biomateriales aplicándose en: teléfonos celulares, computadores, dispositivos de audio y video. De acuerdo a esta información se ha establecido que

el 10% de los plásticos que actualmente se emplean en la industria electrónica pueden ser reemplazados por biopolímeros.

2.2.8 Problemas relacionados con el reciclaje

En la vida moderna el plástico ha constituido un fenómeno de indudable trascendencia. Hoy en día el hombre vive rodeado de objetos plásticos que en siglos anteriores no eran necesarios para la vida cotidiana. Los plásticos se han fabricado para satisfacer las demandas de una gran variedad de usos, dando lugar a una vasta industria donde la civilización debería llamarse la civilización del plástico, debido al papel determinante que ha desempeñado este material en su desarrollo, en el mejoramiento de las condiciones de la vida del hombre y el acelerado crecimiento de la ciencia y la tecnología.

En general, las personas tienen muy poco conocimiento sobre lo que es un plástico, cómo se obtiene, cuáles son los tipos de plástico y sus aplicaciones, y cuáles son los procesos de transformación del mismo. Estas informaciones son importantes para quienes trabajan en la comercialización de plásticos, e industrias de producción o transformación del plástico, o apenas curiosos por el asunto. De tal forma surge como necesidad en este proyecto mostrar a una parte importante de la población las graves consecuencias del mal uso del plástico que va desde la manera de obtención, hasta los procesos que se utilizan para reciclarlos.

Cabe destacar que el plástico es una sustancia muy importante para el desarrollo de la industria ya que su material sintético o natural que contiene como ingredientes esenciales sustancias orgánicas de elevada masa molecular llamada polímero.

2.2.8.1 Problemas medioambientales

La sopa de plástico, situada en el giro oceánico del Pacífico norte, es el mayor vertedero de materiales plásticos del mundo. Se estima que tiene un tamaño de 1.400.000 km².

Actualmente estos plásticos son muy utilizados como envases o envolturas de sustancias o artículos alimenticios que al desecharse sin control, tras su utilización, han originado gigantescos basureros marinos, como la llamada «sopa de plástico», el mayor vertedero del mundo.

De este modo, surge el problema asociado a la contaminación ambiental, muchas veces producto del desecho de los plásticos de alta y baja densidad. Las características moleculares (tipos de polímeros) del plástico contribuyen a que

presenten una gran resistencia a la degradación ambiental y con mayor razón a la biodegradación. La radiación UV del sol es la única forma de degradación natural que hace sentir sus efectos en el plástico a mediano plazo, destruyendo los enlaces poliméricos y tornándolo frágil y quebradizo.

Como es evidente el desecho acumulativo de estos plásticos al ambiente trae graves consecuencias a las comunidades como lo son las enfermedades entre las cuales se encuentra el dengue; producida por el acumulamiento de basura y estancamiento de aguas negras sirviendo éstos como criaderos del zancudo patas blancas. Entre otras de las consecuencias importantes se pueden mencionar son las obstrucciones de las tuberías de aguas negras. Aunado a ello el desecho de estos materiales plásticos al ambiente provoca la disminución del embellecimiento de algunas áreas, establecimientos, municipios, ciudades y estados.

Los plásticos arrojados al mar que presentan flotabilidad son un gran problema en las zonas de calmas ecuatoriales, ya que se van reuniendo en esos sectores acumulándose en grandes cantidades.

En Chile, durante una grave sequía producida en 1967 en la IV región de La Serena, una gran cantidad ganado caprino de las estancias rurales aledañas a la Ruta Panamericana se alimentó en los restos plásticos (bolsas de polietileno) que se desechaban a las orillas por los usuarios, provocando la muerte en masa al cabo de unas pocas horas después de la ingesta.

Muchas de las ventajas de los productos plásticos se convierten en una desventaja en el momento que desechamos ya sea el envase porque es descartable o bien cuando tiramos objetos de plástico porque se han roto.

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 envases se le debe sumar el volumen que representan.

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 5 o 6 toneladas de plásticos compactados, 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 vienen sustituyendo los envases de vidrio por los de plástico retornables en un comienzo, y no retornables posteriormente. Esta decisión implica un permanente cambio en la composición de la basura. En Uruguay este proceso se ha acelerado desde mediados de 1996, agravándose durante 1997 cuando además, muchos envases retornables de vidrio se transformaron en vidrio descartable.

De esta manera, resulta claro que el abandono de estos materiales al medio ambiente representa un grave problema ambiental.

Por consiguiente existe la inquietud de elaborar un equipo con la capacidad de recuperar dichos plásticos que han sido desechados por la sociedad, los cuales son considerados no reutilizables.

De este modo surge como propósito diseñar un equipo que utilice energía térmica por inducción fundiendo el polietileno de baja densidad que se encuentren depositados en el mismo, una vez fundidos, aglomerados y en estado líquido pasan a ser vertidos a un molde para elaborar otros productos que serán utilizados en otras aplicaciones.

Un material candidato a sustituir al petróleo es el cáñamo, utilizable para todos los usos petroquímicos, pero que además es 100% biodegradable y altamente reciclable.

Madera plástica

Otra de las soluciones que se han planteado ante la acumulación de residuos plásticos ha sido la madera plástica.

2.3 Materiales Petreos

De acuerdo a la definición de la RAE, pétreo (del latín «petreus») es aquel material proveniente de la roca, piedra o peñasco; regularmente se encuentran en forma de bloques, losetas o fragmentos de distintos tamaños, esto principalmente en la naturaleza, aunque de igual modo existen otros que son procesados e industrializados por el hombre.

2.3.1 Clasificación

Dentro de la clasificación de los materiales pétreos podemos encontrar 3 tipos:

Naturales Están localizados en yacimientos naturales, para utilizarlos sólo es necesario que sean seleccionados, refinados y clasificados por tamaños. Comúnmente se hallan en yacimientos, canteras y/o graveras.

Artificiales Estos se localizan en macizos rocosos, para obtenerlos se emplean procedimientos de voladura con explosivos, posteriormente se limpian, machacan y clasifican y con ello se procede a utilizarlos.

Industriales Son aquellos que han pasado por diferentes procesos de fabricación, tal como productos de desecho, materiales calcinados, procedentes de demoliciones o algunos que ya han sido manufacturados y mejorados por el hombre.

2.3.2 Usos y aplicaciones

Algunos ejemplos de el uso de estos materiales incluyen el yeso, que mezclado con agua se puede utilizar en la construcción de bóvedas, tabiques, placas y moldes, así como el cemento y hormigón, que se emplean principalmente en el área de ingeniería civil o arquitectura, ya que se usan para fabricación de estructuras, columnas, elementos decorativos, etcétera. También se emplean en la elaboración de carreteras, vías férreas, esculturas, recubrimiento de suelos y paredes. Así pues, este tipo de materiales se han vuelto importantes en la industria ya que se utilizan en todo tipo de proyectos, desde lo más sencillo como elaborar firmes de carretera, revestimientos de pavimentos, hasta algo más complejo como pueden ser edificios de grandes proporciones.

2.3.3 Ejemplos

Algunos tipos de materiales pétreos son el mármol, el granito, la pizarra, vidrio, yeso y cemento entre una gran gama de materiales que se pueden procesar y crear, y cada uno de ellos cumple una función importante y singular en el área de la construcción.

2.4 Materiales Polimericos

Los polímeros (del Griego: poly: muchos y mero: parte, segmento) son macromoléculas (generalmente orgánicas) formadas por la unión de moléculas más pequeñas llamadas monómeros.

El almidón, la celulosa, la seda y el ADN son ejemplos de polímeros naturales, entre los más comunes de estos y entre los polímeros sintéticos encontramos el nailon, el polietileno y la baquelita.

2.4.1 Polimerización

La reacción por la cual se sintetiza un polímero a partir de sus monómeros se denomina polimerización. Según el mecanismo por el cual se produce la reacción de polimerización para dar lugar al polímero, esta se clasifica como "polimerización por pasos" o como "polimerización en cadena". En cualquier caso, el tamaño de la cadena dependerá de parámetros como la temperatura o el tiempo de reacción, teniendo cada cadena un tamaño distinto y, por tanto, una masa molecular distinta, de ahí que se hable de masa promedio del polímero.

2.4.1.1 Tipos de polimerización

Existen dos tipos fundamentales de polimerización:

Polimerización por condensación.

En cada unión de dos monómeros se pierde una molécula pequeña, por ejemplo agua. Debido a esto, la masa molecular del polímero no es necesariamente un múltiplo exacto de la masa molecular del monómero. Los polímeros de condensación se dividen en dos grupos:

Los Homopolímeros.

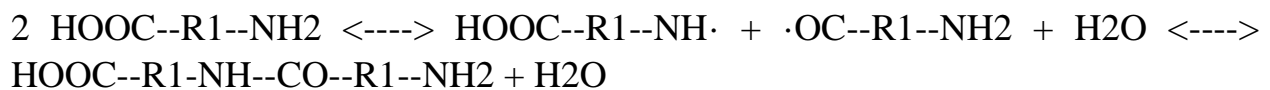
Polietilenglicol Siliconas Los Copolímeros.

Baquelitas. Poliésteres. Poliamidas.

La polimerización en etapas (condensación) necesita al menos monómeros bifuncionales. Deben de saber que los polímeros pueden ser maquinables.

Ejemplo: HOOC--R1--NH_2

Si reacciona consigo mismo, entonces:



Polimerización por adición.

En este tipo de polimerización la masa molecular del polímero es un múltiplo exacto de la masa molecular del monómero.

Suelen seguir un mecanismo en tres fases, con ruptura hemolítica:

Iniciación: $\text{CH}_2=\text{CHCl} + \text{catalizador} \Rightarrow \bullet\text{CH}_2-\text{CHCl}\bullet$ Propagación o crecimiento: $2 \bullet\text{CH}_2-\text{CHCl}\bullet \Rightarrow \bullet\text{CH}_2-\text{CHCl}-\text{CH}_2-\text{CHCl}\bullet$ Terminación: Los radicales libres de los extremos se unen a impurezas o bien se unen dos cadenas con un terminal neutralizado.

Por otra parte, los polímeros pueden ser lineales, formados por una única cadena de monómeros, o bien esta cadena puede presentar ramificaciones de mayor o menor tamaño. También se pueden formar entrecruzamientos provocados por el enlace entre átomos de distintas cadenas.

La naturaleza química de los monómeros, su masa molecular y otras propiedades físicas, así como la estructura que presentan, determinan diferentes características para cada polímero. Por ejemplo, si un polímero presenta entrecruzamiento, el material será más difícil de fundir que si no presentara ninguno.

Los enlaces de carbono en los polímeros no son equivalentes entre sí, por eso dependiendo del orden estereoquímico de los enlaces, un polímero puede ser: atáctico (sin orden), isotáctico (mismo orden), o sindiotáctico (orden alternante) a esta conformación se la llama tacticidad. Las propiedades de un polímero pueden verse modificadas severamente dependiendo de su estereoquímica.

En el caso de que el polímero provenga de un único tipo de monómero se denomina homopolímero y si proviene de varios monómeros se llama copolímero o heteropolímero. Por ejemplo, el poliestireno es un homopolímero, pues proviene de un único tipo de monómero, el estireno, mientras que si se parte de estireno y acrilonitrilo se puede obtener un copolímero de estos dos monómeros.

En los heteropolímeros los monómeros pueden distribuirse de diferentes maneras, particularmente para polímeros naturales, los monómeros pueden repetirse de forma aleatoria, informativa (como en los polipéptidos de las proteínas o en los polinucleótidos de los ácidos nucleicos) o periódica, como en el peptidoglucano o en algunos polisacáridos.

Los monómeros que conforman la cadena de un copolímero se pueden ubicar en la cadena principal alternándose según diversos patrones, denominándose copolímero alternante, copolímero en bloque, copolímero aleatorio, copolímero de injerto. Para

lograr este diseño, la reacción de polimerización y los catalizadores deben ser los adecuados

2.4.2 Propiedades

Fotoconductividad

Electrocromismo

Fotoluminiscencia (fluorescencia y fosforescencia)

Propiedades eléctricas

Los polímeros industriales en general suelen ser malos conductores eléctricos, por lo que se emplean masivamente en la industria eléctrica y electrónica como materiales aislantes. Las baquelitas (resinas fenólicas) sustituyeron con ventaja a las porcelanas y el vidrio en el aparellaje de baja tensión hace ya muchos años; termoplásticos como el PVC y los PE, entre otros, se utilizan en la fabricación de cables eléctricos, llegando en la actualidad a tensiones de aplicación superiores a los 20 KV, y casi todas las carcasas de los equipos electrónicos se construyen en termoplásticos de magníficas propiedades mecánicas, además de eléctricas y de gran duración y resistencia al medio ambiente, como son, por ejemplo, las resinas ABS.

Para evitar cargas estáticas en aplicaciones que lo requieran, se ha generalizado el uso de antiestáticos que permite en la superficie del polímero una conducción parcial de cargas eléctricas.

Evidentemente la principal desventaja de los materiales plásticos en estas aplicaciones está en relación a la pérdida de características mecánicas y geométricas con la temperatura. Sin embargo, ya se dispone de materiales que resisten sin problemas temperaturas relativamente elevadas (superiores a los 200 °C).

Las propiedades eléctricas de los polímeros industriales están determinadas principalmente, por la naturaleza química del material (enlaces covalentes de mayor o menor polaridad) y son poco sensibles a la microestructura cristalina o amorfa del material, que afecta mucho más a las propiedades mecánicas. Su estudio se acomete mediante ensayos de comportamiento en campos eléctricos de distinta intensidad y frecuencia. Seguidamente se analizan las características eléctricas de estos materiales.

Los polímeros conductores fueron desarrollados en 1974 y sus aplicaciones aún están siendo estudiadas.

Propiedades físicas de los polímeros

Estudios de difracción de rayos X sobre muestras de polietileno comercial, muestran que este material, constituido por moléculas que pueden contener desde 1.000 hasta 150.000 grupos CH₂ – CH₂ presentan regiones con un cierto ordenamiento cristalino, y otras donde se evidencia un carácter amorfo: a éstas últimas se les considera defectos del cristal. En este caso las fuerzas responsables del ordenamiento cuasicristalino, son las llamadas fuerzas de van der Waals. En otros casos (nylon 66) la responsabilidad del ordenamiento recae en los enlaces de H.

La temperatura tiene mucha importancia en relación al comportamiento de los polímeros. A temperaturas más bajas los polímeros se vuelven más duros y con ciertas características vítreas, debido a la pérdida de movimiento relativo entre las cadenas que forman el material. La temperatura a la que funden las zonas cristalinas se llama temperatura de fusión (T_f). Otra temperatura importante es la de descomposición y es conveniente que sea bastante superior a T_f.

Las propiedades mecánicas

Son una consecuencia directa de su composición, así como de la estructura molecular, tanto a nivel molecular como supermolecular. Actualmente las propiedades mecánicas de interés son las de los materiales polímeros y éstas han de ser mejoradas mediante la modificación de la composición o morfología: por ejemplo, cambiar la temperatura a la que los polímeros se ablandan y recuperan el estado de sólido elástico o también el grado global del orden tridimensional. Normalmente el incentivo de estudios sobre las propiedades mecánicas es generalmente debido a la necesidad de correlacionar la respuesta de diferentes materiales bajo un rango de condiciones con objeto de predecir el comportamiento de estos polímeros en aplicaciones prácticas.

Durante mucho tiempo los ensayos han sido realizados para comprender el comportamiento mecánico de los materiales plásticos a través de la deformación de la red de polímeros reticulados y cadenas moleculares enredadas, pero los esfuerzos para describir la deformación de otros polímeros sólidos en términos de procesos operando a escala molecular son más recientes. Por lo tanto, se considerarán los diferentes tipos de respuesta mostrados por los polímeros sólidos a diferentes niveles de tensión aplicados; elasticidad, viscoelasticidad, flujo plástico y fractura.

2.4.3 Clasificación

Existen varias formas posibles de clasificar los polímeros, sin que sean excluyentes entre sí.

Según su origen

Polímeros naturales. Existen en la naturaleza muchos polímeros y las biomoléculas que forman los seres vivos son macromoléculas poliméricas. Por ejemplo, las proteínas, los ácidos nucleicos, los polisacáridos (como la celulosa y la quitina), el hule o caucho natural, la lignina, etc.

Polímeros semisintéticos. Se obtienen por transformación de polímeros naturales. Por ejemplo, la nitrocelulosa, el caucho vulcanizado, etc.

Polímeros sintéticos. Muchos polímeros se obtienen industrialmente a partir de los monómeros. Por ejemplo, el nailon, el poliestireno, el Policloruro de vinilo (PVC), el polietileno, etc.

Según su mecanismo de polimerización

En 1929 Carothers propuso la siguiente clasificación:

Polímeros de condensación. La reacción de polimerización implica a cada paso la formación de una molécula de baja masa molecular, por ejemplo agua.

Polímeros de adición. La polimerización no implica la liberación de ningún compuesto de baja masa molecular. Esta polimerización se genera cuando un "catalizador", inicia la reacción. Este catalizador separa la unión doble carbono en los monómeros, luego aquellos monómeros se unen con otros debido a los electrones libres, y así se van uniendo uno tras uno hasta que la reacción termina.

Clasificación de Flory (modificación a la de Carothers para considerar la cinética de la reacción):

Polímeros formados por reacción en cadena. Se requiere un iniciador para comenzar la polimerización; un ejemplo es la polimerización de alquenos (de tipo radicalario). En este caso el iniciador reacciona con una molécula de monómero, dando lugar a un radical libre, que reacciona con otro monómero y así sucesivamente. La concentración de monómero disminuye lentamente. Además de la polimerización de alquenos, incluye también polimerización donde las cadenas reactivas son iones (polimerización catiónica y aniónica).

Polímeros formados por reacción por etapas. El peso molecular del polímero crece a lo largo del tiempo de manera lenta, por etapas. Ello es debido a que el monómero desaparece rápidamente, pero no da inmediatamente un polímero de peso molecular elevado, sino una distribución entre dímeros, trímeros, y en general, oligómeros; transcurrido un cierto tiempo, estos oligómeros empiezan a reaccionar entre sí, dando lugar a especies de tipo polimérico. Esta categoría incluye todos los polímeros de condensación de Carothers y además algunos otros que no liberan moléculas pequeñas pero sí se forman gradualmente, como por ejemplo los poliuretanos.

Según su composición química

Polímeros orgánicos. Posee en la cadena principal átomos de carbono.

Polímeros orgánicos vinílicos. La cadena principal de sus moléculas está formada exclusivamente por átomos de carbono.

Dentro de ellos se pueden distinguir: Poliolefinas, formados mediante la polimerización de olefinas.

Ejemplos: polietileno y polipropileno. Polímeros estirénicos, que incluyen al estireno entre sus monómeros.

Ejemplos: poliestireno y caucho estireno-butadieno. Polímeros vinílicos halogenados, que incluyen átomos de halógenos (cloro, flúor...) en su composición.

Ejemplos: PVC y PTFE. Polímeros acrílicos. Ejemplos: PMMA.

Polímeros orgánicos no vinílicos. Además de carbono, tienen átomos de oxígeno o nitrógeno en su cadena principal.

Algunas sub-categorías de importancia: Poliésteres

Poliamidas

Poliuretanos

Polímeros inorgánicos. Entre otros: Basados en azufre. Ejemplo: polisulfuros.

Basados en silicio. Ejemplo: silicona.

Según sus aplicaciones

Atendiendo a sus propiedades y usos finales, los polímeros pueden clasificarse en:

Elastómeros. Son materiales con muy bajo módulo de elasticidad y alta extensibilidad; es decir, se deforman mucho al someterlos a un esfuerzo pero recuperan su forma inicial al eliminar el esfuerzo. En cada ciclo de extensión y contracción los elastómeros absorben energía, una propiedad denominada resiliencia.

Plásticos. Son aquellos polímeros que, ante un esfuerzo suficientemente intenso, se deforman irreversiblemente, no pudiendo volver a su forma original. Hay que resaltar que el término plástico se aplica a veces incorrectamente para referirse a la totalidad de los polímeros.

Fibras. Presentan alto módulo de elasticidad y baja extensibilidad, lo que permite confeccionar tejidos cuyas dimensiones permanecen estables.

Recubrimientos. Son sustancias, normalmente líquidas, que se adhieren a la superficie de otros materiales para otorgarles alguna propiedad, por ejemplo resistencia a la abrasión.

Adhesivos. Son sustancias que combinan una alta adhesión y una alta cohesión, lo que les permite unir dos o más cuerpos por contacto superficial.

Según su comportamiento al elevar su temperatura

Para clasificar polímeros, una de las formas empíricas más sencillas consiste en calentarlos por encima de cierta temperatura. Según si el material funde y fluye o por el contrario no lo hace se diferencian tres tipos de polímeros:

Termoplásticos, que fluyen (pasan al estado líquido) al calentarlos y se vuelven a endurecer (vuelven al estado sólido) al enfriarlos. Su estructura molecular presenta pocos (o ningún) entrecruzamientos. Ejemplos: polietileno (PE), polipropileno (PP), cloruro de polivinilo PVC.

Termoestables, que no fluyen, y lo único que conseguimos al calentarlos es que se descompongan químicamente, en vez de fluir. Este comportamiento se debe a una estructura con muchos entrecruzamientos, que impiden los desplazamientos relativos de las moléculas.

Elastómero, plásticos con un comportamiento elástico que pueden ser deformados fácilmente sin que se rompan sus enlaces o modifique su estructura.

La clasificación termoplásticos / termoestables es independiente de la clasificación elastómeros / plásticos / fibras. Existen plásticos que presentan un comportamiento termoplástico y otros que se comportan como termoestables. Esto constituye de hecho la principal subdivisión del grupo de los plásticos y hace que a menudo cuando se habla de "los termoestables" en realidad se haga referencia sólo a "los plásticos termoestables". Pero ello no debe hacer olvidar que los elastómeros también se dividen en termoestables (la gran mayoría) y termoplásticos (una minoría pero con aplicaciones muy interesantes).

2.4.4 Nomenclatura

A parte de las reglas de nomenclatura establecidas por la IUPAC, existe otro mecanismo alternativo con el que también se pueden nombrar los polímeros y es tomando como base el monómero del cual son provenientes. Este sistema es el más común. Entre los compuestos nombrados de esta manera se encuentran: el polietileno y el poliestireno. Se tiene que cuando el nombre del monómero es de una sola palabra, el polímero constituido a partir de este sencillamente se nombra agregando el prefijo poli.

Las normas internacionales publicadas por la IUPAC indican que el principio general para nombrar polímeros básicos es utilizar el prefijo poli- seguido de la unidad estructural repetitiva (UER) que define al polímero, escrita entre paréntesis. La UER debe ser nombrada siguiendo las normas convencionales de la IUPAC para moléculas sencillas.

Ejemplo:

Poli (tio-1,4-fenileno)

Las normas IUPAC se utilizan habitualmente para nombrar los polímeros de estructura complicada, ya que permiten identificarlos sin ambigüedad en las bases de datos de artículos científicos.² Por el contrario, no suelen ser utilizadas para los polímeros de estructura más sencilla y de uso común principalmente porque estos polímeros fueron inventados antes de que se publicasen las primeras normas IUPAC, en 1952, y por tanto sus nombres "comunes" o "tradicionales" ya se habían popularizado.

En la práctica, los polímeros de uso común se suelen nombrar según alguna de las siguientes opciones:

Sufijo poli- seguido del monómero del que se obtiene el polímero. Esta convención es diferente de la IUPAC porque el monómero no siempre coincide con la UER y además se nombra sin paréntesis y en muchos casos según una nomenclatura "tradicional", no la IUPAC. Ejemplos: polietileno frente a poli (metileno); poliestireno frente a poli(1-feniletileno).

Fotoconductividad

Electrocromismo

Fotoluminiscencia (fluorescencia y fosforescencia)

Propiedades eléctricas

Los polímeros industriales en general suelen ser malos conductores eléctricos, por lo que se emplean masivamente en la industria eléctrica y electrónica como materiales aislantes. Las baquelitas (resinas fenólicas) sustituyeron con ventaja a las porcelanas y el vidrio en el aparellaje de baja tensión hace ya muchos años; termoplásticos como el PVC y los PE, entre otros, se utilizan en la fabricación de cables eléctricos, llegando en la actualidad a tensiones de aplicación superiores a los 20 KV, y casi todas las carcasas de los equipos electrónicos se construyen en termoplásticos de magníficas propiedades mecánicas, además de eléctricas y de gran duración y resistencia al medio ambiente, como son, por ejemplo, las resinas ABS.

Para evitar cargas estáticas en aplicaciones que lo requieran, se ha generalizado el uso de antiestáticos que permite en la superficie del polímero una conducción parcial de cargas eléctricas.

Evidentemente la principal desventaja de los materiales plásticos en estas aplicaciones está en relación a la pérdida de características mecánicas y geométricas con la temperatura. Sin embargo, ya se dispone de materiales que resisten sin problemas temperaturas relativamente elevadas (superiores a los 200 °C).

Las propiedades eléctricas de los polímeros industriales están determinadas principalmente, por la naturaleza química del material (enlaces covalentes de mayor o menor polaridad) y son poco sensibles a la microestructura cristalina o amorfa del material, que afecta mucho más a las propiedades mecánicas. Su estudio se acomete mediante ensayos de comportamiento en campos eléctricos de distinta intensidad y

frecuencia. Seguidamente se analizan las características eléctricas de estos materiales.

Los polímeros conductores fueron desarrollados en 1974 y sus aplicaciones aún están siendo estudiadas.

Propiedades físicas de los polímeros

Estudios de difracción de rayos X sobre muestras de polietileno comercial, muestran que este material, constituido por moléculas que pueden contener desde 1.000 hasta 150.000 grupos CH₂ – CH₂ presentan regiones con un cierto ordenamiento cristalino, y otras donde se evidencia un carácter amorfo: a éstas últimas se les considera defectos del cristal. En este caso las fuerzas responsables del ordenamiento cuasicristalino, son las llamadas fuerzas de van der Waals. En otros casos (nylon 66) la responsabilidad del ordenamiento recae en los enlaces de H.

La temperatura tiene mucha importancia en relación al comportamiento de los polímeros. A temperaturas más bajas los polímeros se vuelven más duros y con ciertas características vítreas, debido a la pérdida de movimiento relativo entre las cadenas que forman el material. La temperatura a la que funden las zonas cristalinas se llama temperatura de fusión (T_f). Otra temperatura importante es la de descomposición y es conveniente que sea bastante superior a T_f.

Las propiedades mecánicas

Son una consecuencia directa de su composición, así como de la estructura molecular, tanto a nivel molecular como supermolecular. Actualmente las propiedades mecánicas de interés son las de los materiales polímeros y éstas han de ser mejoradas mediante la modificación de la composición o morfología: por ejemplo, cambiar la temperatura a la que los polímeros se ablandan y recuperan el estado de sólido elástico o también el grado global del orden tridimensional. Normalmente el incentivo de estudios sobre las propiedades mecánicas es generalmente debido a la necesidad de correlacionar la respuesta de diferentes materiales bajo un rango de condiciones con objeto de predecir el comportamiento de estos polímeros en aplicaciones prácticas.

Durante mucho tiempo los ensayos han sido realizados para comprender el comportamiento mecánico de los materiales plásticos a través de la deformación de la red de polímeros reticulados y cadenas moleculares enredadas, pero los esfuerzos para describir la deformación de otros polímeros sólidos en términos de procesos operando a escala molecular son más recientes. Por lo tanto, se considerarán los

diferentes tipos de respuesta mostrados por los polímeros sólidos a diferentes niveles de tensión aplicados; elasticidad, viscoelasticidad, flujo plástico y fractura.

Clasificación

Existen varias formas posibles de clasificar los polímeros, sin que sean excluyentes entre sí.

Según su origen

Polímeros naturales. Existen en la naturaleza muchos polímeros y las biomoléculas que forman los seres vivos son macromoléculas poliméricas. Por ejemplo, las proteínas, los ácidos nucleicos, los polisacáridos (como la celulosa y la quitina), el hule o caucho natural, la lignina, etc.

Polímeros semisintéticos. Se obtienen por transformación de polímeros naturales. Por ejemplo, la nitrocelulosa, el caucho vulcanizado, etc.

Polímeros sintéticos. Muchos polímeros se obtienen industrialmente a partir de los monómeros. Por ejemplo, el nailon, el poliestireno, el Policloruro de vinilo (PVC), el polietileno, etc.

Según su mecanismo de polimerización

En 1929 Carothers propuso la siguiente clasificación:

Polímeros de condensación. La reacción de polimerización implica a cada paso la formación de una molécula de baja masa molecular, por ejemplo agua.

Polímeros de adición. La polimerización no implica la liberación de ningún compuesto de baja masa molecular. Esta polimerización se genera cuando un "catalizador", inicia la reacción. Este catalizador separa la unión doble carbono en los monómeros, luego aquellos monómeros se unen con otros debido a los electrones libres, y así se van uniendo uno tras uno hasta que la reacción termina.

Clasificación de Flory (modificación a la de Carothers para considerar la cinética de la reacción):

Polímeros formados por reacción en cadena. Se requiere un iniciador para comenzar la polimerización; un ejemplo es la polimerización de alquenos (de tipo radicalario). En este caso el iniciador reacciona con una molécula de monómero, dando lugar a un radical libre, que reacciona con otro monómero y así sucesivamente. La concentración de monómero disminuye lentamente. Además de la polimerización de

alquenos, incluye también polimerización donde las cadenas reactivas son iones (polimerización catiónica y aniónica).

Polímeros formados por reacción por etapas. El peso molecular del polímero crece a lo largo del tiempo de manera lenta, por etapas. Ello es debido a que el monómero desaparece rápidamente, pero no da inmediatamente un polímero de peso molecular elevado, sino una distribución entre dímeros, trímeros, y en general, oligómeros; transcurrido un cierto tiempo, estos oligómeros empiezan a reaccionar entre sí, dando lugar a especies de tipo polimérico. Esta categoría incluye todos los polímeros de condensación de Carothers y además algunos otros que no liberan moléculas pequeñas pero sí se forman gradualmente, como por ejemplo los poliuretanos.

Según su composición química

Polímeros orgánicos. Posee en la cadena principal átomos de carbono.

Polímeros orgánicos vinílicos. La cadena principal de sus moléculas está formada exclusivamente por átomos de carbono.

Dentro de ellos se pueden distinguir: Poliolefinas, formados mediante la polimerización de olefinas.

Ejemplos: polietileno y polipropileno. Polímeros estirénicos, que incluyen al estireno entre sus monómeros.

Ejemplos: poliestireno y caucho estireno-butadieno. Polímeros vinílicos halogenados, que incluyen átomos de halógenos (cloro, flúor...) en su composición.

Ejemplos: PVC y PTFE. Polímeros acrílicos. Ejemplos: PMMA.

Polímeros orgánicos no vinílicos. Además de carbono, tienen átomos de oxígeno o nitrógeno en su cadena principal.

Algunas sub-categorías de importancia: Poliésteres

Poliamidas

Poliuretanos

Polímeros inorgánicos. Entre otros: Basados en azufre. Ejemplo: polisulfuros.

Basados en silicio. Ejemplo: silicona.

Según sus aplicaciones

Atendiendo a sus propiedades y usos finales, los polímeros pueden clasificarse en:

Elastómeros. Son materiales con muy bajo módulo de elasticidad y alta extensibilidad; es decir, se deforman mucho al someterlos a un esfuerzo pero recuperan su forma inicial al eliminar el esfuerzo. En cada ciclo de extensión y contracción los elastómeros absorben energía, una propiedad denominada resiliencia.

Plásticos. Son aquellos polímeros que, ante un esfuerzo suficientemente intenso, se deforman irreversiblemente, no pudiendo volver a su forma original. Hay que resaltar que el término plástico se aplica a veces incorrectamente para referirse a la totalidad de los polímeros.

Fibras. Presentan alto módulo de elasticidad y baja extensibilidad, lo que permite confeccionar tejidos cuyas dimensiones permanecen estables.

Recubrimientos. Son sustancias, normalmente líquidas, que se adhieren a la superficie de otros materiales para otorgarles alguna propiedad, por ejemplo resistencia a la abrasión.

Adhesivos. Son sustancias que combinan una alta adhesión y una alta cohesión, lo que les permite unir dos o más cuerpos por contacto superficial.

Según su comportamiento al elevar su temperatura

Para clasificar polímeros, una de las formas empíricas más sencillas consiste en calentarlos por encima de cierta temperatura. Según si el material funde y fluye o por el contrario no lo hace se diferencian tres tipos de polímeros:

Termoplásticos, que fluyen (pasan al estado líquido) al calentarlos y se vuelven a endurecer (vuelven al estado sólido) al enfriarlos. Su estructura molecular presenta pocos (o ningún) entrecruzamientos. Ejemplos: polietileno (PE), polipropileno (PP), cloruro de polivinilo PVC.

Termoestables, que no fluyen, y lo único que conseguimos al calentarlos es que se descompongan químicamente, en vez de fluir. Este comportamiento se debe a una estructura con muchos entrecruzamientos, que impiden los desplazamientos relativos de las moléculas.

Elastómero, plásticos con un comportamiento elástico que pueden ser deformados fácilmente sin que se rompan sus enlaces o modifique su estructura.

La clasificación termoplásticos / termoestables es independiente de la clasificación elastómeros / plásticos / fibras. Existen plásticos que presentan un comportamiento termoplástico y otros que se comportan como termoestables. Esto constituye de hecho la principal subdivisión del grupo de los plásticos y hace que a menudo cuando se habla de "los termoestables" en realidad se haga referencia sólo a "los plásticos termoestables". Pero ello no debe hacer olvidar que los elastómeros también se dividen en termoestables (la gran mayoría) y termoplásticos (una minoría pero con aplicaciones muy interesantes).

2.5 Maderas

La madera es un material ortótropo, con distinta elasticidad según la dirección de deformación, encontrado como principal contenido del tronco de un árbol. Los árboles se caracterizan por tener troncos que crecen cada año, formando anillos, y que están compuestos por fibras de celulosa unidas con lignina. Las plantas que no producen madera son conocidas como herbáceas.

Una vez cortada y seca, la madera se utiliza para distintas finalidades y distintas áreas:

Fabricación de pulpa o pasta, materia prima para hacer papel.

Alimentar el fuego, en este caso se denomina leña y es una de las formas más simples de biomasa.

Menaje: vajillas, cuberterías,...

Ingeniería, construcción y carpintería.

Medicina.

Medios de transporte: barcos, carruajes.

2.5.1 Estructura de la madera

Analizando un tronco desde el exterior hasta el centro se encuentran distintas estructuras con distinta función y características.

Corteza externa: es la capa más externa del árbol. Está formada por células muertas del mismo árbol. Esta capa sirve de protección contra los agentes atmosféricos.

Cámbium: es la capa que sigue a la corteza y da origen a otras dos capas: la capa interior o capa de xilema, que forma la madera, y una capa exterior o capa de floema, que forma parte de la corteza.

Albura: es la madera de más reciente formación y por ella viajan la mayoría de los compuestos de la savia. Las células transportan la savia, que es una sustancia azucarada con la que algunos insectos se pueden alimentar. Es una capa más blanca porque por ahí viaja más savia que por el resto del tronco.

Duramen (o corazón): es la madera dura y consistente. Está formada por células fisiológicamente inactivas y se encuentra en el centro del árbol. Es más oscura que la albura y la savia ya no fluye por ella.

Médula vegetal: es la zona central del tronco, que posee escasa resistencia, por lo que, generalmente no se utiliza.

2.5.2 Características

Las características de la madera varían según la especie del árbol origen e incluso dentro de la misma especie por las condiciones del lugar de crecimiento. Aun así hay algunas características cualitativas comunes a casi todas las maderas.

La madera es un material anisótropo en muchas de sus características, por ejemplo en su resistencia o elasticidad.

Si al eje coincidente con la longitud del tronco le nombramos como axial y al eje que pasa por el centro del tronco (médula vegetal) y sale perpendicular a la corteza le llamamos transversal, podemos decir que la resistencia de la madera en el eje axial es de 20 a 200 veces mayor que en el eje transversal.

La madera es un material ortótropo ya que su elasticidad depende de la dirección de deformación.

Tiene un comportamiento higroscópico, pudiendo absorber humedad tanto del ambiente como en caso de inmersión en agua, si bien de forma y en cantidades distintas.

La polaridad de la madera le hace afín con otros productos polares como agua, barnices, pegamentos con base de agua, etc.

La densidad de la madera varía notablemente entre especies. Una vez secas, hay especies que apenas alcanzan los 300 kg/m³ (*Cecropia adenopus*) mientras que otras pueden llegar a superar los 1200 kg/m³ (*Schinopsis balansae*).⁴ No obstante la densidad habitual de la mayoría de especies se encuentra entre los 500 y los 800 kg/m³ (peso seco). La densidad también puede variar significativamente en una misma especie, o incluso en un mismo árbol, en función de la altura del fuste y de la distancia al centro del tronco.

2.5.3 Composición de la madera

En composición media se constituye de un 50% de carbono (C), un 42% de oxígeno (O), un 6% de hidrógeno (H) y el 2% restante de nitrógeno (N) y otros elementos.

Los componentes principales de la madera son la celulosa, un polisacárido que constituye alrededor de la mitad del material total, la lignina (aproximadamente un 25%), que es un polímero resultante de la unión de varios ácidos y alcoholes fenilpropílicos y que proporciona dureza y protección, y la hemicelulosa (alrededor de un 25%) cuya función es actuar como unión de las fibras. Existen otros componentes minoritarios como resinas, ceras, grasas y otras sustancias.

Celulosa

La celulosa es un polisacárido estructural formado por glucosa que forma parte de la pared de las células vegetales. Su fórmula empírica es (C₆H₁₀O₅)_n, con el valor mínimo de n = 200.

Sus funciones son las de servir de esqueleto a la planta y la de darle una protección vegetal. Es muy resistente a los agentes químicos, insoluble en casi todos los disolventes y además inalterable al aire seco, su temperatura de astillado a presión de un bar es aproximadamente de unos 232,2 °C.

La celulosa es un polisacárido estructural en las plantas ya que forma parte de los tejidos de sostén. La pared de una célula vegetal joven contiene aproximadamente un 40% de celulosa; la madera un 50%, mientras que el ejemplo más puro de celulosa es el algodón con un porcentaje mayor al 90%.

A pesar de que está formada por glucosas, la mayoría de los animales no pueden utilizar la celulosa como fuente de energía, ya que no cuentan con la enzima necesaria para romper los enlaces β-1,4-glucosídicos; sin embargo, es importante incluirla en la dieta humana (fibra dietética) porque al mezclarse con las heces, facilita la digestión y defecación, así como previene los malos gases.

En el intestino de los rumiantes, de otros herbívoros y de termitas existen microorganismos, muchos metanógenos, que poseen una enzima llamada celulasa que rompe el enlace β -1,4-glucosídico y al hidrolizarse la molécula de celulosa quedan disponibles las glucosas como fuente de energía.

Hay microorganismos (bacterias y hongos) que viven libres y también son capaces de hidrolizar la celulosa. Tienen una gran importancia ecológica, pues reciclan materiales celulósicos como papel, cartón y madera. De entre ellos, es de destacar el hongo *Trichoderma reesei*, capaz de producir cuatro tipos de celulasas: las 1,4- β -D-glucancelobiohirolasas CBH I y CBH II y las endo-1,4- β -D-glucanasa EG I y EG II. Mediante técnicas biotecnológicas se producen esas enzimas que pueden usarse en el reciclado de papel, disminuyendo el coste económico y la contaminación.

Proceso de obtención de celulosa

La madera llega y es descortezada y astillada, y echada a la caldera de acopio y de allí a una clasificación de lavado donde se selecciona y blanquea, más tarde se seca y embala. Los sobrantes van a silos que después se usarán para dar energía.

Según el fin del papel se utilizan distintos métodos de obtención de la pulpa para su fabricación:

Proceso de Kraft

En el proceso Kraft, o pulpeo Kraft, se trata con solución de sulfuro sódico e hidróxido sódico en relación 1:3 durante 2-6 h a temperaturas de 160-170 °C. Después, en ebullición, se añade sulfato sódico que posteriormente pasa a sulfuro sódico y se elimina.

Método de la sosa

Se usa hidróxido sódico para digerir el material.

Método del sulfito

Se digiere con solución de bisulfito cálcico con dióxido de azufre libre, y las ligninas se transforman en lignosulfonatos solubles.

Lignina

La lignina es un polímero presente en las paredes celulares de organismos del reino Plantae y también en las Dinophytas del reino Chromalveolata. La palabra lignina proviene del término latino lignum, que significa ‘madera’; así, a las plantas que contienen gran cantidad de lignina se las denomina leñosas. La lignina se encarga de engrosar el tallo.

La lignina es utilizada por la industria de los plásticos.

2.5.4 Dureza de la madera

Según su dureza, la madera se clasifica en:

Maderas duras: son aquellas que proceden de árboles de un crecimiento lento, por lo que son más densas y soportan mejor las inclemencias del tiempo que las blandas. Estas maderas proceden, por lo general, de árboles de hoja caduca, pero también pueden ser de hoja perenne, que tardan décadas, e incluso siglos, en alcanzar el grado de madurez suficiente para ser cortadas y poder ser empleadas en la elaboración de muebles o vigas de los caseríos o viviendas unifamiliares. Son mucho más caras que las blandas, debido a que su lento crecimiento provoca su escasez, pero son mucho más atractivas para construir muebles con ellas. También son muy empleadas para realizar tallas de madera o todo producto en el cual las maderas macizas de calidad son necesarias. Árboles que se catalogan dentro de este tipo son: haya, castaño, roble, etc.

Maderas blandas: engloba a la madera de los árboles pertenecientes a la orden de las coníferas y otros de crecimiento rápido. La gran ventaja que tienen respecto a las maderas duras, es su ligereza y su precio mucho menor. No tiene una vida tan larga como las duras. La manipulación de las maderas blandas es mucho más sencilla, aunque tiene la desventaja de producir mayor cantidad de astillas. La carencia de veteado de esta madera le resta atractivo, por lo que casi siempre es necesario pintarla, barnizarla o teñirla. Algunas maderas blandas de amplio uso son: pino, balso, olmo, etc.

2.5.5 Producción y transformación de la madera

Troncos para madera apilados, en las islas de Java. Apeo, corte o tala: leñadores con hachas o sierras eléctricas o de gasolina cortan el árbol, le quitan las ramas, raíces y corteza para que empiece a secarse. Se suele recomendar que los árboles se corten en invierno u otoño. Es obligatorio replantar más árboles que los que se cortaron.

Transporte: es la segunda fase y es en la que la madera es transportada desde su lugar de corte al aserradero y en esta fase influyen muchas cosas como la orografía y la infraestructura que haya. Normalmente se hace tirando con animales o maquinaria pero hay casos en que hay un río cerca y se aprovecha para que los lleve, si hay buena corriente de agua se sueltan los troncos con cuidado de que no se atasquen pero si hay poca corriente se atan haciendo balsas que se guían hasta donde haga falta.

Aserrado: en esta fase la madera es llevada a unos aserraderos. El aserradero divide en trozos el tronco, según el uso que se le vaya a dar después. Suelen usar diferentes tipos de sierra como por ejemplo, la sierra alternativa, de cinta, circular o con rodillos. Algunos aserraderos combinan varias de estas técnicas para mejorar la producción.

Secado: este es el proceso más importante para que la madera esté en buen estado. Secado natural: se colocan los maderos en pilas separadas del suelo, con huecos para que corra el aire entre ellos, protegidos del agua y el sol para que así se vayan secando. Este sistema tarda mucho tiempo y eso no es rentable al del aserradero que demanda tiempos de secados más cortos.

Secado artificial:

Secado por inmersión: en este proceso se mete al tronco o el madero en una piscina, y debido al empuje del agua por uno de los lados del madero la savia sale empujada por el lado opuesto, consiguiendo eliminar la savia interior, evitando que el tronco se pudra. Esto priva a la madera de algo de dureza y consistencia, pero lo compensa en longevidad. El proceso dura varios meses, tras los cuales, la madera secará más deprisa debido a la ausencia de savia.

Secado al vacío: en este proceso la madera es introducida en unas máquinas de vacío. Es el más seguro y permite conciliar tiempos extremadamente breves de secado con además:

bajas temperaturas de la madera en secado;

limitados gradientes de humedad entre el exterior y la superficie;

eliminación del riesgo de fisuras, hundimiento o alteración del color;

fácil utilización;

mantenimiento reducido de la instalación.

Secado por vaporización: se meten los maderos en una nave cerrada a cierta altura del suelo por la que corre una nube de vapor de 80 a 100 °C; con este proceso se consigue que la madera pierda un 25% de su peso en agua, a continuación, se hace circular por la madera, una corriente de vapor de aceite de alquitrán, impermeabilizándola y favoreciendo su conservación. Es costoso pero eficaz.

Secado mixto: en este proceso se juntan el natural y el artificial: se empieza con un secado natural que elimina la humedad en un 20-25% para proseguir con el secado artificial hasta llegar al punto de secado o de eliminación de humedad deseado.

Secado por bomba de calor: este proceso es otra aplicación del sistema de secado por vaporización, con la aplicación de la tecnología de bomba de calor al secado de la madera permite la utilización de un circuito cerrado de aire en el proceso, ya que al aprovecharse la posibilidad de condensación de agua por parte de la bomba de calor, de manera que no es necesaria la entrada de aire exterior para mantener la humedad relativa de la cámara de la nave ya que si no habría desfases de temperatura y humedad.

El circuito será el siguiente: el aire que ha pasado a través de la madera -frío y cargado de humedad- se hace pasar a través de una batería evaporadora -foco frío- por la que pasa el refrigerante (freón R-134a) en estado líquido a baja presión. El aire se enfría hasta que llegue al punto de rocío y se condensa el agua que se ha separado de la madera. El calor cedido por el agua al pasar de estado vapor a estado líquido es recogido por el freón, que pasa a vapor a baja a presión. Este freón en estado gaseoso se hace pasar a través de un compresor, de manera que disponemos de freón en estado gaseoso y alta presión, y por lo tanto alta temperatura, que se aprovecha para calentar el mismo aire de secado y cerrar el ciclo. De esta manera disponemos de aire caliente y seco, que se vuelve a hacer pasar a través de la madera que está en el interior de la nave cerrada. La gran importancia de este ciclo se debe a que al no hacer que entren grandes cantidades de aire exterior, no se rompe el equilibrio logrado por la madera, y no se producen tensiones, de manera que se logra un secado de alta calidad logrando como producto una madera maciza de alta calidad.

2.5.6 Manufactura de la madera

Estructuras

El edificio más antiguo de madera en pie es Hōryū-ji (Templo de la Ley Floreciente) en Japón, y tiene unos 1400 años. Aunque se han encontrado estructuras de madera por todo el globo desde el Neolítico.

Pavimentos

La madera se ha usado como material en pavimentos de madera desde tiempos antiguos, debido a su ductilidad y aislamiento, pero no es hasta el siglo XVII cuando se extiende través de Europa. Ejemplos incluyen la tarima, la tarima flotante y el parqué o entarimado.

Tableros

Aglomerados o conglomerados

Se obtiene a partir de pequeñas virutas, o serrín, encoladas a presión en una proporción de 50% virutas y 50% cola. Se fabrican de diferentes tipos en función del tamaño de sus partículas, de su distribución por todo el tablero, así como por el adhesivo empleado para su fabricación. Por lo general se emplean maderas blandas más que duras por facilidad de trabajar con ellas, ya que es más fácil prensar blando que duro.

Los aglomerados son materiales estables y de consistencia uniforme, tienen superficies totalmente lisas y resultan aptos como bases para enchapados. Existe una amplia gama de estos tableros que van desde los de base de madera, papel o laminados plásticos. La mayoría de los tableros aglomerados son relativamente frágiles y presentan menor resistencia a la tracción que los contrachapados debido a que los otros tienen capas superpuestas perpendicularmente de chapa que ofrecen más aguante.

Estos tableros se ven afectados por el exceso de humedad, presentando dilatación en su grosor, dilatación que no se recupera con el secado. No obstante se fabrican modelos con alguna resistencia a condiciones de humedad.

Aunque se debe evitar el colocar tornillos por los cantos de este tipo de láminas, si fuese necesario, el diámetro de los tornillos no debe ser mayor a la cuarta parte del grosor del tablero, para evitar agrietamientos en el enchapado de las caras. Además hay diferentes tipos de aglomerado:

Aglomerados de fibras orientadas

Material de tres capas fabricado a base de virutas de gran tamaño, colocadas en direcciones transversales, simulando el efecto estructural del contrachapado. Es conocido por uno de sus nombre comerciales Aspenite.

Aglomerado decorativo

Se fabrica con caras de madera seleccionada, laminados plásticos o melamínicos. Para darle acabado a los cantos de estas láminas se comercializan cubrecantos que vienen con el mismo acabado de las caras.

Aglomerado de tres capas

Tiene una placa núcleo formada por partículas grandes que van dispuestas entre dos capas de partículas más finas de alta densidad. Su superficie es más suave y recomendada para recibir pinturas.

Aglomerado de una capa

Se realiza a partir de partículas de tamaño semejante distribuidas de manera uniforme. Su superficie es relativamente basta. Es recomendable para enchapar pero no para pintar directamente sobre él.

Contrachapado

Un tablero o lámina de madera maciza es relativamente inestable y experimentará movimientos de contracción y dilatación, de mayor manera en el sentido de las fibras de la madera, por esta razón es probable que sufra distorsiones. Para contrarrestar este efecto los contrachapados se construyen pegando las capas con las fibras transversalmente una sobre la otra, alternamente. La mayoría de los contrachapados están formados por un número impar de capas para formar una construcción equilibrada. Las capas exteriores de un tablero se denominan caras y la calidad de éstas se califica por un código de letras que utiliza la A como la de mejor calidad, la B como intermedia y la C como la de menor calidad. La cara de mejor calidad de un tablero se conoce como «cara anterior» y la de menor como «cara posterior» o reverso. Por otra parte la capa central se denomina «alma». Esto se hace para aumentar la resistencia del tablero o de la pieza que se esté haciendo.

Tableros de fibras

Los tableros de fibras se construyen a partir de maderas que han sido reducidas a sus elementos fibrosos básicos y posteriormente reconstituidas para formar un material estable y homogéneo. Se fabrican de diferente densidad en función de la presión aplicada y el aglutinante empleado en su fabricación.

Se pueden dividir en dos tipos principales, los de alta densidad, que utilizan los aglutinantes presentes en la misma madera, que a su vez se dividen en duros y semiduros, y los de densidad media, que se sirven de agentes químicos ajenos a la madera como aglutinante de las fibras.

Se dividen en varios tipos:

Tableros semiduros

Encontramos dos tipos de estos tableros, los de baja densidad (DB) que oscilan entre 6 mm y 12 mm y se utilizan como recubrimientos y para paneles de control, y los de alta densidad (DA), que se utilizan para revestimientos de interiores.

Tableros de densidad media

Se trata de un tablero que tiene ambas caras lisas y que se fabrica mediante un proceso seco. Las fibras se encolan gracias a un adhesivo de resina sintética. Estos tableros pueden trabajarse como si se tratara de madera maciza. Constituyen una base excelente para enchapados y reciben bien las pinturas. Se fabrican en grosores entre 3 mm y 32 mm.

Chapas

Se denomina chapa precompuesta a una lámina delgada de madera que se obtiene mediante la laminación de un bloque de chapas a partir del borde del bloque, es decir, a través de las capas de madera prensadas juntas. Las tiras de las chapas originales se convierten en el grano de la chapa precompuesta, obteniéndose un grano que es perfectamente recto u homogéneo.

Al manipular el contorno de las láminas que se han de prensar, se pueden obtener muy variadas configuraciones y aspectos muy atractivos. Algunas o todas las láminas constituyentes pueden ser teñidas antes de unir las, de manera que se obtengan aspectos o colores muy llamativos.

2.6 Fibras Textiles

2.6.1 Clasificación

Tradicionalmente las fibras textiles se han clasificado en tres grupos:

- 1) De origen natural (vegetal, animal y mineral)
- 2) Artificiales (como los rayones)
- 3) Sintéticas (poliamidas, poliéster, acrílicas...)

2.6.2 Fibras naturales

De origen animal: generalmente fibras proteicas. Arden en general con llama viva desprendiendo un olor característico a cuerno quemado y dejando cenizas oscuras. El ser humano las ha utilizado desde tiempos prehistóricos. Pelos: la más importante es la lana1 de oveja, cabra, (el mohair es de cabra de Angora; el cachemir es de cabra de Cachemira), de diversos camélidos (llama, camello, vicuña, alpaca), conejo, por su buena hilabilidad (capacidad para formar hilos).

Seda: el único filamento continuo producido por la naturaleza es elaborado por la larva del gusano de seda. En la actualidad se investiga sobre la seda de araña, en particular sobre la araña de la seda de oro.

De origen vegetal: generalmente celulósicas. Son o bien de una sola fibra (como el algodón), o se componen de haces de fibras (como el lino, cáñamo, yute, etc.). Arden con llama luminosa despidiendo un olor característico a papel quemado y dejando cenizas blanquecinas en pequeña cantidad. Semilla: algodón, cocotero, ceiba (o kapok, en países angloparlantes).

Tallo: lino, yute, cáñamo, ramio.

Hoja: henequén o sisal, formio, abacá, esparto, miraguano.

Raíz: Agave tequilana.

De origen mineral: son inorgánicas como el amianto o asbesto (prohibido debido a las propiedades carcinogénicas de sus fibras), fibra de vidrio y fibra de metales preciosos, como el oro y la plata.

2.6.3 Fibras artificiales

La materia prima es un componente natural, pero el filamento es artificial.

Proteicas. Pueden ser derivadas de proteínas animales: el «lanital» de caseína de la leche; o de fibras vegetales: «vicara» (del maíz o choclo) y «ardil» (del cacahuete o maní).

Celulósicas. Reciben el nombre genérico de «rayón», que sustituye a «seda artificial» usado en la primera mitad del siglo XX. Hay diversos tipos: rayón nitrocelulosa o «seda Chardonnet», rayón cuproamonio o «cupro», rayón viscosa o «viscosa», rayón acetato y rayón triacetato o «acetatos», rayón HWM o modal, lyocell.

Algínicas: rayón alginato.

2.6.4 Fibras sintéticas

Se obtienen a partir de productos fabricados por el humano, son enteramente químicas. Las primeras fibras sintéticas se clasificaban por la forma de obtención.

Por policondensación: poliamida como Nylon, Perlon, Enkalon, PET como Mylar, Melinex y poliéster como Tergal, Terlenka, Terylene, Trevira, Dacron.

Por polimerización: fibras acrílicas como Acrylan, Orlon, Leacril, Crilenka; fibras polivinílicas como el Rhovyl, Thermovyl, Courlene; fibras olefínicas, o del polietileno, como Saran, o del polipropileno; fibras de poliuretano, como el elastano o Lycra.

Las modernas fibras sintéticas pertenecen a diversos grupos:

Aramidas: como Kevlar, Nomex,

Microfibras: fibras ultrafinas de poliéster y poliamida, obtenidas por procesos especiales.

Fibra de carbono: utilizada principalmente en la fabricación de composites, también tiene aplicaciones en el sector de los textiles.