

INFORME SEMESTRE SABÁTICO

PERIODO: DEL 1º DE FEBRERO AL 31 DE JULIO 2024.

REALIZADO POR:

FRANCISCO RAMIREZ MORENO.

PROGRAMA:

**B. PROGRAMA PARA LA ELABORACIÓN DE APUNTES, LIBROS,
OBJETIVOS EDUCACIONALES Y REACTIVOS DE EVALUACION.**

MODALIDAD:

B.1 ELABORACIÓN DE APUNTES.

MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, 31 DE JULIO 2024.



ÍNDICE

Contribución académica

Introducción

TEMA 1. Proceso de obtención del hierro y el acero.

1.1 Proceso tecnológico del hierro de primera fusión.

1.2 Procesos básicos de uso industrial aleaciones de cobre, aluminio y titanio.

1.3 Funcionamiento del proceso tecnológico y otros productos obtenidos.

1.4 Afino del acero.

1.5 Procesos tecnológicos para la obtención del acero. Hornos BOF; Eléctricos; Convertidores Bessemer y Thomas.

Complementos Educativos.

TEMA 2. Tratamiento térmico del acero.

2.1 Generalidades.

2.2 Clasificación de los tratamientos térmicos.

2.3 Recocido.

2.4 Temple.

2.5 Revenido.

2.6 Tratamientos termoquímicos.

Complementos Educativos.

TEMA 3. Procesos de cambio de forma.

3.1 Fundición, colada al alto vacío, centrífuga y precisión.

3.2 Formado mecánico, forjado, prensado, estirado, cizallado, doblado, extrusión, Embutido y Troquelado.

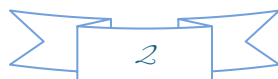
3.3 Desprendimiento de viruta por maquinado convencional y CNC.

Complementos Educativos.

TEMA 4. Acabados superficiales.

4.1. Rectificado.

4.2. Pulido.



4.3. Bruñido.

4.4. Lijado, tamboreo.

4.5. Esmerilado.

4.6. Galvanoplastia.

4.7. Pintura.

Complementos Educativos.

TEMA 5. Procesos industriales de plásticos térmicos, compuestos y termofraguantes y Materiales cerámicos.

5.1. Generalidades.

5.2. Tipos de plásticos.

5.3. Materias primas.

5.4. Compuestos termofraguantes (fenólicas, resinosas y furámicas).

5.5. Celulosas, poliestirenos, polietilenos y propilenos.

5.6. Materiales cerámicos.

5.6.1. Estructura de los materiales cerámicos.

5.6.2. Cerámicos tradicionales.

5.6.3. Propiedades generales y aplicación de los cerámicos.

Complementos Educativos.

TEMA 6. Procesos de manufactura especiales de empresas de la región.

6.1. Maquinados con chorro abrasivo.

6.2. Maquinados con chorro de agua.

6.3. Procesos de ensambles (no permanentes, semipermanentes y permanentes).

6.4. Procesos regionales.

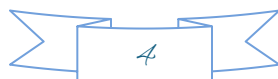
Complementos Educativos

Referencias

CONTRIBUCIÓN ACADÉMICA

El desarrollo de estos apuntes sobre la materia Procesos de Fabricación, tiene como propósito su utilización como una herramienta didáctica que coadyuve en el proceso enseñanza – aprendizaje, como una metodología clara y detallada que sirva de soporte para lograr el desarrollo de las competencias específicas de la asignatura como son, el análisis de procesos físicos para la obtención de acero, tratamientos térmicos y cambios de forma de materiales ferrosos, cerámicos y polímeros para definir sus propiedades deseadas para la elaboración de productos de fabricación industrial de consumo que demanda el mercado.

Los apuntes facilitan al estudiante la comprensión de la asignatura, considerando que abarca todos los temas de una manera clara, se incluyen videos de cada uno de los temas, trabajos de investigación y exposiciones.



INTRODUCCIÓN

La elaboración de apuntes de la asignatura Procesos de Fabricación tiene como intención didáctica el desarrollo de los temas de una manera clara y objetiva que permita optimizar el proceso enseñanza – aprendizaje de manera que coadyuve a los estudiantes a alcanzar las competencias profesionales incluidas en el programa, las cuales se indican a continuación, competencias específicas, competencias instrumentales, competencias interpersonales y competencias sistémicas.

El desarrollo de los apuntes se realiza a través de los seis Temas que integran el programa.

Tema 1

El tema uno trata sobre el proceso de fabricación para obtener el acero a partir de sus componentes, incluye también los procesos de obtención de otros metales, cobre, aluminio y titanio. Cuyos procesos de fabricación incluyen diferentes tipos de hornos, los más importantes son los hornos BOF; Eléctricos; Convertidores Bessemer y Thomas. Utilizados en el afino del acero para proporcionar las propiedades deseadas, según su especificación.

Tema 2

Este tema trata sobre el efecto de la temperatura en los cristales de los aceros a nivel superficial, al aplicarse en ellos el tratamiento térmico a la temperatura y tiempo requeridos según el diagrama hierro - carbono, la temperatura es definida en dicho diagrama tomando como referencia el contenido de carbono del acero a tratar, las propiedades mecánicas deseadas están en función de la temperatura, el tiempo y la velocidad de enfriamiento determinadas por su proceso, hay dos grupos de tratamientos térmicos. Tratamientos Térmicos que no alteran la composición química de los metales como el temple, y los que alteran la composición química del acero al aceptar elementos como carbono, en su estructura cristalina.

Tema 3

En el desarrollo de este tema se observan diferentes procesos de fabricación los cuales tienen como objetivo realizar el cambio de forma de metal liquido a un producto determinado, haciendo el vaciado de metal liquido a un molde previamente preparado, para esta operación, los procesos son los siguientes ; Fundición para este proceso de fabricación el vaciado de metal liquido puede hacerse en dos modelos diferentes, moldes de arena silica este proceso se llama arena en verde, y el otro tipo de modelo es en molde permanente. Otros procesos de fundición son colada al alto vacío, centrifuga y precisión.

Para el proceso de cambio de forma se utilizan procesos mecánicos que se trabajan en base a presión y temperatura requeridos por los materiales procesados según el producto deseado, estos procesos son, forjado, prensado, estirado, cizallado, doblado, extrusión, embutido y troquelado. El siguiente proceso de cambio de forma es el maquinado convencional, este maquinado se ejecuta con máquinas convencionales como son, tornos taladros, fresadoras entre otros, el otro tipo de maquinaria utilizado son máquinas de control numérico computarizado, que tienen capacidad para hacer múltiples operaciones con un ajuste realizado por un programa de computadora colocado en el cerebro de la máquina.

Tema 4

Este tema trata sobre los acabados superficiales y sus diferentes procesos, en esta parte es importante conocer los diferentes materiales abrasivos que se utilizan como agentes de corte y desgaste de los metales, el rectificado se ejecuta en máquinas y la herramienta de corte es una piedra redonda llamada muela el abrasivo se coloca en el diámetro exterior de la muela, la operación de pulido puede hacerse en máquinas y en forma manual, el bruñido es una operación que consiste en pulir diámetros interiores de cilindros para motor por ejemplo, para hacer esta operación se utiliza un dispositivo que puede utilizarse en forma manual y con máquina, el lijado regularmente se hace en forma manual, el tamboreo se realiza con un cilindro hueco giratorio dentro de el se introducen las piezas a tratar además se agrega material abrasivo, de esta manera en cada vuelta se eliminan los filos y se limpian las pieza con el golpeteo , el esmerilado se realiza con una rueda abrasiva giratoria puesta en eje de un motor, la galvanoplastia es el tratamiento químico que se da a los metales para proporcionar protección anticorrosiva y un color característico según el tratamiento que se proporciona, por ejemplo para un tratamiento utilizando cromo, al terminar el proceso el material tendrá un color blanco brillante, finalmente la pintura puede aplicarse en la superficie de la pieza por diferentes procesos ,en forma manual, por aspersión ,por inmersión etc.

Tema 5

Este tema trata sobre los procesos industriales de fabricación de los plásticos, se clasifican en termoplásticos y termofraguantes, además se incluyen los materiales cerámicos.

Los termoplásticos son materiales cuyo producto obtenido al final del proceso de fabricación presentan consistencia rígida y no son reciclables. Los termofraguantes son productos de consistencia flexible, estos productos son reciclables es decir reaccionan con el calor para fundirse nuevamente y cambiar de forma, la materia prima utilizada para estos procesos es compuestos termofraguantes como, fenólicas, resinosas, furámicas, polipropilenos, celulosas, poliestirenos y propilenos. Los materiales cerámicos son materiales que se

procesan a partir de los minerales que se encuentran en la naturaleza, sus productos son cerámicos tradicionales, nuevos productos de cerámica y el vidrio,

Tema 6

Este tema está dirigido a los procesos especiales de manufactura de la región, hace referencia de los procesos de maquinado con chorro abrasivo, maquinado con chorro de agua, procesos de ensamble incluyendo sus diferentes formas como son, ensamble no permanente, ensamble semipermanente y ensamble permanente, finalmente se observan los procesos regionales. Nos corresponde desarrollar estos temas en la ciudad de Mexicali.

Tema 1. Proceso de obtención del hierro y el acero

La obtención del hierro y el acero es considerada en el libro Fundamentos de Manufactura Moderna 3ª edición como un proceso metalúrgico fundamental, iniciaremos por identificar sus componentes, primer componente El hierro es un elemento químico de número atómico 26 situado en el grupo 8, periodo 4 de la tabla periódica de los elementos. Su símbolo es Fe. Es un metal de transición es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre, **El hierro** es el metal base para producir el acero. Podemos decir que el hierro es una aleación, segundo componente el carbono, es elemento químico con símbolo C, numero atómico 6 Es un no metal tetravalente, dispone de 4 electrones y 6, protones para formar enlaces químicos covalentes. El proceso de fabricación inicia con la obtención de sus componentes,

- Mineral de hierro en estado natural Hematita (Fe_2O_3) 70 %, **Magnetita** (Fe_3O_4) 72.4 % (el mineral está en forma de oxido, % indica su porcentaje de hierro) es una aleación se extrae de minas a cielo abierto por explosiones oh minas cerradas.
- Piedra caliza se extrae de minas a cielo abierto por explosiones.
- El Carbón coque es un combustible sólido poroso formado a partir del pirólisis del carbón tipo hulla-metalúrgico tratado en hornos de coquización

Tema 1.1 Proceso tecnológico del hierro de primera fusión.

El proceso tecnológico del hierro de primera fusión se realiza en un horno de cuba, horno de gran altura y pequeño diámetro, entre 40 y 50 metros de altura, en la parte superior del horno se encuentra el tragante es la parte de entrada de los materiales que, previamente se han procesado para poder introducirse y procesarse para formar el mineral de hierro en su primera fusión, dichos componentes son, mineral de hierro el objetivo del proceso es separar el oxígeno del hierro y fundirlo de manera que en estado líquido llegue a depositarse en el crisol del horno. Que se encuentra en la parte baja del horno. La separación del oxígeno del hierro es realizada a través de un proceso químico de reducción, el carbón coque actúa como Combustible, aportando el calor necesario para la fusión del metal, además es el agente reductor de los óxidos de hierro, la piedra caliza reduce la temperatura de fusión del hierro, además reacciona con los elementos que acompañan al mineral para formar la escoria, el hierro fundido llega al crisol junto con la escoria, el hierro fundido es expulsado por una cavidad llamada piquera y es transportado en vagones torpedo a los hornos que fabrican acero, la escoria esta formada por piedra caliza y silicatos metálicos, su densidad es menor que el hierro razón por la cual permanece encima del hierro y sale del horno a través de la bigotera, que es la cavidad ubicada en una parte más alta que la cavidad por donde sale el hierro.



Tema 1.2 Procesos básicos de uso industrial aleaciones de cobre, aluminio y titanio.

Procesos básicos de uso industrial

Obtención Del Cobre. El cobre es un metal de transición que, a temperatura ambiente y en estado natural, se encuentra en *estado sólido en forma de óxido*. Su símbolo químico es Cu y su número atómico es 29.

El proceso de obtención del mineral puede hacerse en mina subterránea y a cielo abierto esta fase se realiza por medio de explosiones, posteriormente las piedras se trasladan a plantas donde son procesadas, a través de métodos físicos y químicos. Los pasos del procesamiento del cobre son:

- **Molienda** – El mineral chancado se mezcla con agua para ser procesado en los molinos hasta hacerse polvo.
- **Flotación** – Permite separar los sulfurados del cobre.
- **Lixiviación** – Se emplea una solución ácida (mezcla de agua y ácido sulfúrico) que permite separar el óxido y obtener cátodos de cobre.

Las aleaciones de cobre son aleaciones metálicas que tienen el cobre como componente principal. Tienen alta resistencia contra la corrosión. De la gran cantidad de tipos diferentes, los tipos tradicionales más conocidos son el bronce, donde el estaño es una adición importante, y el latón, que utiliza en su lugar zinc. Ambos son términos imprecisos.

El latón común es una aleación binaria de cobre y zinc debido a su buena plasticidad, adecuada para la fabricación de láminas, barras, alambres, tuberías y piezas de embutición profunda, como tuberías de condensación, tuberías de disipación de calor y piezas mecánicas y eléctricas.

El bronce es una aleación de cobre y otros elementos excepto zinc y níquel, principalmente bronce al estaño, bronce al aluminio, bronce al berilio, etc.

El bronce de estaño se usa ampliamente en la construcción naval, la industria química, maquinaria, instrumentos y otras industrias, y se utiliza principalmente para fabricar cojinetes, casquillos y otras piezas resistentes al desgaste, resortes y otros componentes elásticos, así como anticorrosión y anticorrosión. Piezas magnéticas.



Método de obtención del aluminio,

El aluminio es un metal plateado muy ligero, tiene un punto de fusión de 660°C y un punto de ebullición de 2.467°C, Es un metal muy electropositivo y extremadamente reactivo.

El Proceso de fabricación del Aluminio consta de varias etapas

1. Extracción de la bauxita, una roca sedimentaria rica en óxido de aluminio.
2. Obtención de la alúmina, también conocida como óxido de aluminio.
3. Obtención del aluminio.
4. Refinado y moldeado del aluminio.
5. Tratamientos adicionales.

Las aleaciones de aluminio son aleaciones obtenidas a partir de aluminio y otros elementos, generalmente cobre, zinc, manganeso, magnesio, silicio, hierro, cromo, níquel, titanio, plata, estaño y plomo. Sus propiedades están determinadas por sus elementos y los porcentajes que conforman la aleación. La aleación siguiente es un ejemplo.

Aleación 6061: de entre las aleaciones de aluminio que se pueden tratar térmicamente, está es la más versátil, ya que mantiene gran parte de las cualidades del aluminio, como su resistencia a la corrosión, se puede fabricar con la mayoría de las técnicas de uso común, tiene una buena trabajabilidad si se recuece y se puede soldar por cualquier método. Incluye silicio (0,6%), magnesio (1,0%), cobre (0,25%) y cromo (0,2%), que lo hace ofrecer unas buenas propiedades mecánicas y una buena resistencia a la corrosión.

Estas cualidades hacen a la aleación idónea para ingeniería aeroespacial, naval, automoción, industria alimentaria, equipos de vacío, entre otros.

Método de obtención del Titanio.

El titanio es un elemento químico con símbolo Ti y un número atómico 22, es un metal de color plateado, de baja densidad y alta dureza. Es muy resistente a la corrosión de agua dulce, agua de mar, En la naturaleza, siempre se encuentra unido a otros elementos, normalmente en el interior de rocas ígneas (o magmáticas, se forman cuando el magma se enfría y se solidifica) y algunos sedimentos derivados de ellas. Uno de los materiales más explotados que contienen titanio es el rutilo (un dióxido de titanio, TiO_2).

El titanio se obtiene utilizando el proceso de Kroll.

- Este proceso comienza con la transformación de dióxido de titanio a cloruro de titanio. Esto se logra combinando el dióxido de titanio con cloruro y energía en forma de calor.
- El segundo paso es limpiar el cloruro de titanio de cualquier impureza restante mediante la destilación. De ahí pasa a otro contenedor con magnesio líquido a una temperatura de 1,300 K en una atmósfera de argón puro. Mediante una reacción de reducción, se forma titanio.

Las aleaciones de titanio son aleaciones que contienen una mezcla de titanio y otros elementos químicos. Estas aleaciones tienen una resistencia a la tracción y tenacidad muy elevadas (incluso a temperaturas extremas). Son livianos, tienen una extraordinaria resistencia a la corrosión y la capacidad de soportar temperaturas extremas.

Debido a su ligereza, es frecuente que se utilice en forma de aleaciones (por ejemplo, con aluminio, circonio o níquel) para diversos elementos de las aeronaves, como rotores, turbinas, compresores, escapes, alas, conductos de aire caliente y componentes de los sistemas hidráulicos.

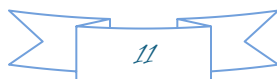
. Una de sus aplicaciones más importantes e interesantes es en la industria médica, esto gracias a su biocompatibilidad.

La biocompatibilidad se define como la habilidad de un material para desempeñarse dentro de un huésped para una aplicación específica. Entiéndase como la capacidad de introducir un material en un organismo y que éste no tenga reacciones adversas.

Es la combinación de la resistencia a la corrosión, biocompatibilidad y sus atributos mecánicos que hacen del titanio un material muy relevante en la industria de dispositivos médicos. Una aplicación muy conocida del titanio es en los implantes ortopédicos. Las propiedades mecánicas de este metal se asemejan un poco a las del hueso.

Tema 1.3 Funcionamiento del proceso tecnológico y otros productos obtenidos.

El Proceso tecnológico inicia con la detección de una necesidad, la investigación, la generación de ideas, el desarrollo del concepto, la implementación y la evaluación.



Para desarrollar correctamente un producto tecnológico, es decir el acto de inventar, crear o producir un objeto que cumpla o satisfaga determinadas necesidades o problemas, hay que seguir una secuencia ordenada de tareas.

Esta secuencia o pasos es lo que se conoce como "Proceso tecnológico" o también el "Método de Proyectos".

A través de él se elaboran la mayor parte de los productos que las empresas producen para satisfacer nuestras necesidades, como se puede deducir de esa definición, el proceso tecnológico. Surge de la necesidad de solucionar un problema.

Los pasos o fases se basan en una secuencia lógica de operaciones, que se desarrollan de forma secuencial y ordenada que comienza con la detección de la necesidad que tengamos y finalizará con la comprobación de la eficacia del objeto o sistema que la resuelve.

Estos pasos o fases son 7 en total. Veamos uno por uno siguiendo el orden por el que tienen que realizarse y su explicación.

1 detección del Problema o necesidad: lo primero de todo es tener un problema o necesidad que queramos resolver.

¿Qué queremos resolver?

¿Qué condiciones debe tener?

Estas son las dos primeras preguntas que tendrás que resolver.

2. Búsqueda de Información: Se recopila, analiza y selecciona toda la información posible que esté relacionada con el problema.

Por ejemplo, producto que ya existen y que puedan satisfacer necesidades parecidas.

En este punto también es muy importante tener o buscar los conocimientos y las técnicas para el desarrollo de la solución, por ejemplo, para construir una máquina deberemos conocer los mecanismos, para construir un puente tendremos que saber sobre las estructuras, etc.

Descubra temas relacionados

Diseño y Desarrollo de un Producto Ejemplo

Análisis Por Considerar en el Diseño de un Producto

3. Búsqueda de Soluciones Posibles o Explorar Ideas: Se piensan distintas alternativas, es decir objetos o productos que puedan resolver el problema y se analizan para ver si son viables.

Aquí los dibujos son croquis o bocetos a mano alzada, ya que solo una de las soluciones será la elegida.

Los dibujos que hagamos serán los necesarios para poder explicar y entender la idea que tengamos.

Si trabajamos en grupo cada miembro del grupo puede proponer una idea diferente.

4. Diseño de la Solución: De todas las soluciones posibles debemos elegir una definitiva. ¿Cuál elegiremos?

La más adecuada siguiendo los criterios que se consideren prioritarios, por ejemplo, el tipo de materiales, tamaño, forma, costes, etc.

5. Planificación del Trabajo: Es el momento de comenzar a planificar las herramientas y materiales que necesitaremos, el tiempo de construcción de cada una de las piezas que forman el objeto y quién va a construir cada una.

En definitiva, planificar el trabajo que vamos a realizar.

Esto se suele hacer mediante lo que se conoce como la Hoja de Proceso.

6. Construcción del Producto: es el momento de empezar a construir.

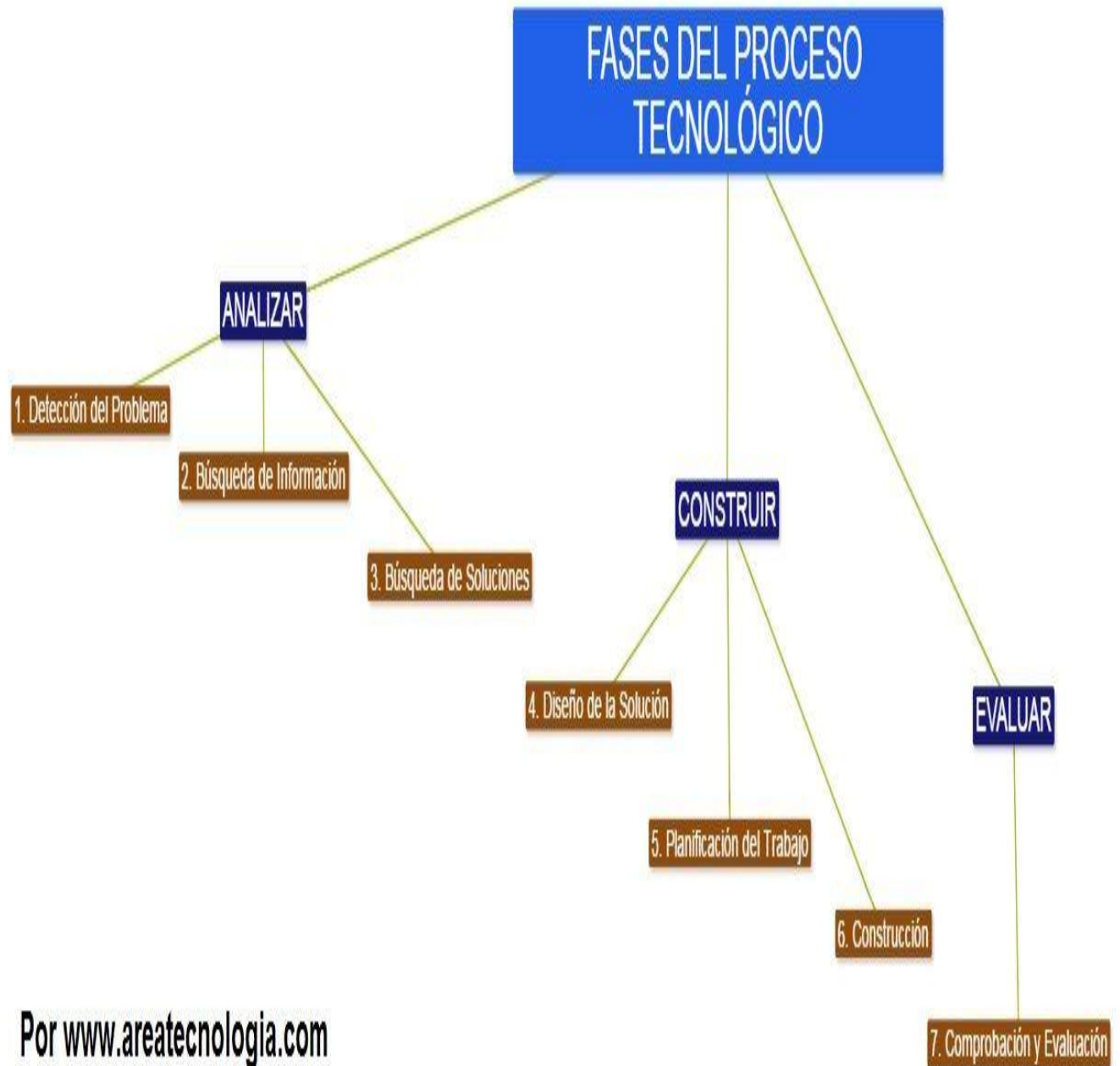
Tendremos que incluir en este punto el proceso de fabricación, el montaje de las diferentes piezas y los acabados del conjunto final.

7. Comprobación del Resultado y Evaluación: Este paso es muy importante, ya que es el paso que nos permite saber si el producto que hemos construido funciona y responde a la necesidad que teníamos al principio.

Una vez que el producto es válido, se suele someter a la valoración de personas externas al grupo de trabajo.

Es muy importante saber qué piensan los demás. Si la valoración es positiva podemos pasar a comercializarlo (venderlo).

Las 7 fases del proceso tecnológico se pueden agrupar en 3 grandes grupos, Analizar, Construir y Evaluar, como puedes ver en el siguiente esquema:



Por www.areatecnologia.com

Tema 1.4 Afino del acero.

El proceso del afino del acero se realiza a partir del arrabio, hierro de primera fusión que es la base para obtener el acero, el proceso consiste en eliminar los elementos indeseables como son, el exceso de carbono considerando que el arrabio esta constituido por 4.5 % de carbono, el límite de los aceros es el 2% de carbono, además otros componentes como son ,fosforo y azufre, El afino se efectúa por los siguientes métodos: convertidor (hornos Bessemer y Thomas), proceso de inyección por oxígeno (soplado BOF) y con horno eléctrico. En el primer método el afino del arrabio se efectúa dentro de un gran recipiente revestido de material refractario. El arrabio fundido a una temperatura de 1300 °C se agrega al convertidor que se mantiene en posición horizontal que evita que el líquido alcance los orificios. El convertidor se endereza y comienza el soplado de aire. Con esto se logra una temperatura de 1600°C. El proceso con el convertidor es muy rápido y dura alrededor de 20 minutos. El método de soplado (BOF) consiste en introducir un tubo al recipiente justo en la superficie del arrabio, insuflando oxígeno a gran presión, que permite una reducción rápida de los componentes lográndose así un afino en un corto tiempo y con buenos resultados de aptitud del acero, Los hornos eléctricos alcanzan fácilmente las 80 toneladas de arrabio y algunos las 200 toneladas, y permiten la utilización de acero homogéneo y bien Desoxidado. Otra ventaja que presentan es la de fácil control de temperatura; así mismo alcanzan rápidamente temperaturas elevadas. También existe otro proceso para el afino que es el Dúplex, consistente en un primer afinado en el convertidor y luego se completa en el horno eléctrico. Fase de afino El afino se lleva a cabo en dos etapas. La primera en el propio horno y la segunda en un horno cuchara. En el primer afino se analiza la composición del baño fundido y se procede a la eliminación de impurezas y elementos indeseables (silicio, manganeso, fósforo, etc.) y realizar un primer ajuste de la composición química por medio de la adición de ferroaleaciones que contienen los elementos necesarios (cromo, níquel, molibdeno, vanadio o titanio). El acero obtenido se vacía en una cuchara de colada, revestida de material refractario, que hace la función de cuba de un segundo horno de afino en el que termina de ajustarse la composición del acero y de dársele la temperatura adecuada para la siguiente fase en el proceso de fabricación. Ejemplo de composición química que debe darse en el afino según la norma.

Principales reacciones químicas durante el proceso de Afino.

Elemento	Forma de eliminación	Reacción química
Carbono	Al combinarse con el oxígeno se quema dando lugar a CO y CO2 gaseoso que se	$2C + O_2 \rightarrow 2CO$
		$2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$

	elimina a través de los humos	
Manganeso	Se oxida y pasa a la escoria. Combinado con sílice da lugar a silicatos.	$2\text{Mn} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MnO}$ $\text{MnO} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{silicatos}$
Silicio	Se oxida y pasa a la escoria. Forma silicatos.	$\text{Si} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SiO}_2$ $\text{SiO}_2 + \text{óxidos} \rightarrow \text{silicatos}$
Fosforo	En una primera fase se oxida y pasa a la escoria. En presencia de carbono y altas temperaturas puede revertir al baño. Para fijarlo a la escoria se añade cal formándose fosfato de calcio.	$4\text{P} + 5\text{O}_2 \rightarrow 2\text{P}_2\text{O}_5$ $\text{P}_2\text{O}_5 + 5\text{C} \rightarrow 2\text{P} + 5\text{CO}$ $2\text{P} + 5\text{FeO} + 3\text{CaO} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5$ $3\text{CaO} + 5\text{Fe}$
Azufre	Su eliminación debe realizarse mediante el aporte de cal, pasando a la escoria en forma de sulfuro de calcio. La presencia de manganeso favorece la desulfuración	$\text{S} + \text{Fe} + \text{CaO} \rightarrow \text{FeO} + \text{SCa}$ $\text{S} + \text{Fe} + \text{MnO} \rightarrow \text{SMn} + \text{FeO}$ $\text{S} + \text{Fe} + \text{Mn} \rightarrow \text{SMn} + \text{Fe}$

Ejemplo de composición química que debe darse en el afino según la norma.

ASTM A36. Cubre las láminas de acero al carbono, placas, y barras de calidad estructural, para uso en construcciones de puentes y edificios remachados, apernados, y soldados, y para propósitos estructurales generales. Los requerimientos de resistencia son de 58 a 80 ksi, y resistencias a la cedencia de 35 ksi mínimos.

American Society for Testing and Materials, determina la aplicación o su ámbito de empleo. La forma general que esta norma emplea para la nomenclatura de los aceros es: YXX Donde.

Y es la primera letra de la norma que indica el grupo de aplicación según la siguiente lista:

A: si se trata de especificaciones para aceros;

B: especificaciones para no ferrosos;

A36: especificación para aceros estructurales al carbono;

XX indica el contenido de carbono en este acero se tiene 0.36 % de carbono

Tema 1.5 Procesos tecnológicos para la obtención del acero.

Hornos BOF; Eléctricos; Convertidores Bessemer y Thomas.

El **proceso Bessemer** involucra la oxidación del hierro fundido para eliminar impurezas y crear acero de alta calidad. El hierro fundido se coloca en un horno especial llamado convertidor Bessemer y se le inyecta aire comprimido a través de orificios en la parte inferior del horno. El aire comprimido oxida el hierro fundido y elimina impurezas como el carbono, el silicio y el manganeso. Una vez que se alcanza el nivel deseado de oxidación, se añade carbono y otros elementos específicos para crear acero de alta calidad. Este proceso se estuvo utilizando durante el siglo XVIII y fue sustituido por otras metodologías para producir el acero de manera más conveniente y económica,



Convertidor Thomas

proceso siderúrgico apto para minerales de hierro con alto contenido en fósforo. Se trata de una variante del convertidor Bessemer, ideado para poder fabricar acero de calidad a partir de minerales de hierro ricos en fósforo, algo imposible con el sistema de Bessemer. El metal producido de esta manera se denomina acero Thomas.

El proceso Thomas (también llamado proceso básico de refinado por aire) consiste en soplar aire en el interior de la masa de arrabio líquido a través de boquillas situadas en la parte inferior de la cubeta de fusión, conocida como convertidor Thomas. El proceso de oxidación, que reduce el contenido de carbono, proporciona suficiente calor para mantener el acero líquido, por lo que no es necesario el suministro de calor externo en los convertidores. La cubeta estaba revestida con una mezcla de materiales de pH básico a base de dolomía y alquitrán, que era particularmente adecuada para procesar hierro rico en fósforo. El fósforo contenido en el arrabio, convertido a óxido de fósforo(V) se combinaba

con la caliza presente en la escoria agregada para formar la escoria de Thomas, que una vez triturada finamente se vendía como fertilizante agrícola fosfatado.

El acero Thomas se utilizó para fabricar rieles, perfiles de hierro y chapas. En la construcción de puentes alemana, por ejemplo, se utilizó por primera vez a mayor escala en la construcción de los nuevos puentes ferroviarios en el delta del río Vístula, proyectados por Georg Christoph Mehlertens a principios de la década de 1890. Casi todas las construcciones de acero de las décadas de 1950 a 1970 están hechas con este tipo de material.



Convertidor Thomas

EL BOF horno de oxígeno básico se utiliza un para convertir el hierro fundido en acero, este horno cuenta con un revestimiento refractario y una lanza para inyectar oxígeno, se introduce en el metal fundido, el oxígeno reacciona con las impurezas presentes en el hierro, eliminándolas y produciendo un acero de alta calidad. Este horno también es conocido como convertidor de oxígeno básico, es utilizado para la producción de acero a gran escala, una de las principales ventajas de este horno es su capacidad para producir grandes cantidades de acero en un corto periodo de tiempo



Horno de Oxigeno Básico

El funcionamiento del horno de arco eléctrico:

El horno de arco eléctrico es una innovación tecnológica que ha revolucionado la industria metalúrgica. Su funcionamiento se basa en la generación de calor mediante un arco eléctrico que se forma entre los electrodos y la carga metálica. La primera etapa del proceso consiste en la carga del horno con materiales metálicos, como chatarra de acero, y aditivos como fundentes y desoxidantes. Una vez cargado, se cierra el horno y se inicia el paso de corriente eléctrica. La corriente eléctrica atraviesa los electrodos y se genera un arco eléctrico entre ellos. Este arco produce un intenso calor que funde los materiales metálicos en el interior del horno. A medida que los materiales se funden, se produce una separación de las impurezas y escorias presentes en la carga metálica. Estas impurezas se acumulan en la superficie del metal fundido y se retiran mediante un proceso llamado escorificación. El horno de arco eléctrico permite obtener metales de alta calidad y pureza, ya que el proceso de fusión y escorificación elimina gran parte de las impurezas presentes en la carga inicial. Otra ventaja del horno de arco eléctrico es su versatilidad, ya que puede utilizarse para la producción de diferentes tipos de acero y aleaciones metálicas. Además, su funcionamiento es eficiente y rápido, lo que reduce los tiempos de producción y los costos asociados. La bóveda está dotada de una serie de orificios por los que se introducen los electrodos, generalmente tres, que son gruesas barras de grafito de hasta 700 mm de diámetro. Los electrodos se desplazan de forma que se puede regular su distancia a la carga a medida que se van consumiendo. Los electrodos están conectados a un transformador que proporciona unas condiciones de voltaje e intensidad adecuadas (carga eléctrica de 115,000,000 vatios) para hacer saltar el arco, con intensidad variable, en función de la fase de operación del horno. Otro orificio practicado en la bóveda permite la captación de los gases de combustión, que son depurados convenientemente para evitar contaminar la atmósfera. El horno va montado sobre una estructura oscilante que le permite bascular para proceder al sangrado de la escoria y el vaciado del baño. El proceso de fabricación se divide básicamente en dos fases: la fase de fusión y la fase de afino.

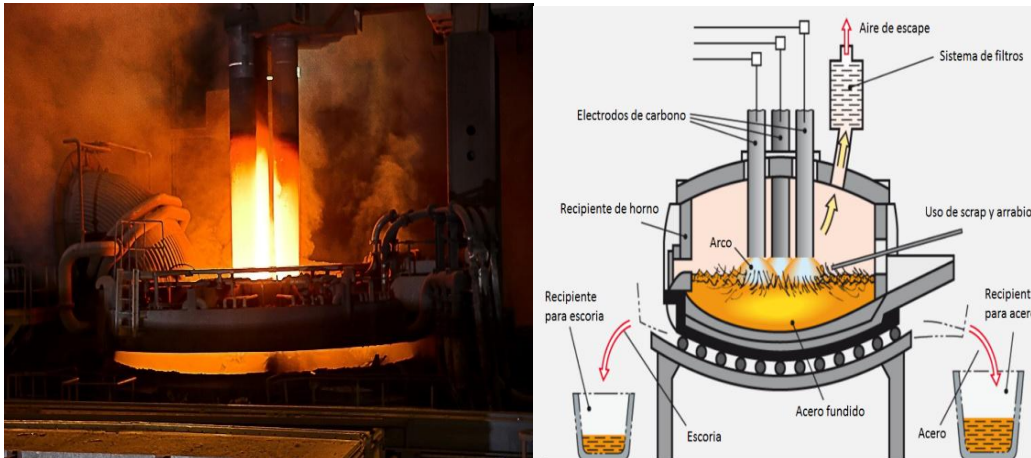
Fase de fusión

Una vez introducida la chatarra en el horno y los agentes reactivos y escorificantes (principalmente cal) se desplaza la bóveda hasta cerrar el horno y se bajan los electrodos hasta la distancia apropiada, haciéndose saltar el arco hasta fundir completamente los materiales cargados. El proceso se repite hasta completar la capacidad del horno, constituyendo este acero una colada.

Fase de afino

El afino se lleva a cabo en dos etapas. La primera en el propio horno y la segunda en un horno cuchara. En el primer afino se analiza la composición del baño

fundido y se procede a la eliminación de impurezas y elementos indeseables (silicio, manganeso, fósforo, etc.) y realizar un primer ajuste de la composición química por medio de la adición de ferroaleaciones que contienen los elementos necesarios (cromo, níquel, molibdeno, vanadio o titanio). El acero obtenido se vacía en una cuchara de colada, revestida de material refractario, que hace la función de cuba de un segundo horno de afino en el que termina de ajustarse la composición del acero y de dársele la temperatura adecuada para la siguiente fase en el proceso de fabricación,



Horno Eléctrico

Tema 2. Tratamiento térmico del acero.

Tratamiento térmico es el proceso que comprende el calentamiento de los metales o las aleaciones en estado sólido a las temperaturas definidas en el Diagrama Hierro Carbono, manteniéndolas a esa temperatura el tiempo necesario, seguido de un enfriamiento a la velocidad adecuada con el fin de mejorar sus propiedades físicas y mecánicas, especialmente la dureza, la resistencia a la tensión y la elasticidad.

Tema 2.1 Generalidades

Los tratamientos térmicos modifican la estructura cristalina de los metales o aleaciones sin alterar su composición química, dando a los materiales unas características mecánicas concretas, mediante un proceso de calentamientos y enfriamientos sucesivos hasta conseguir la estructura cristalina deseada. La propiedad de tener diferentes estructuras de grano con la misma composición química en un elemento puro se denomina alotropía. Las estructuras de grano que se presentan en el hierro son las siguientes. La α -ferrita, γ -ferrita(austenita) y δ -ferrita son, las diferentes estructuras de grano que pueden ser modificadas, obteniendo así aceros con nuevas propiedades mecánicas, pero siempre manteniendo su composición química. Estas propiedades varían de acuerdo con el tratamiento que se da al acero, dependiendo de la temperatura hasta la cual es calentado y de cómo se enfría, La forma que tendrá el grano y los microconstituyentes formados en el acero, determinaran sus propiedades mecánicas. Sabiendo la composición química del acero (esto es porcentaje de Carbono y Hierro (Fe_3) su temperatura de tratamiento se encuentra, en el Diagrama Hierro Carbono.

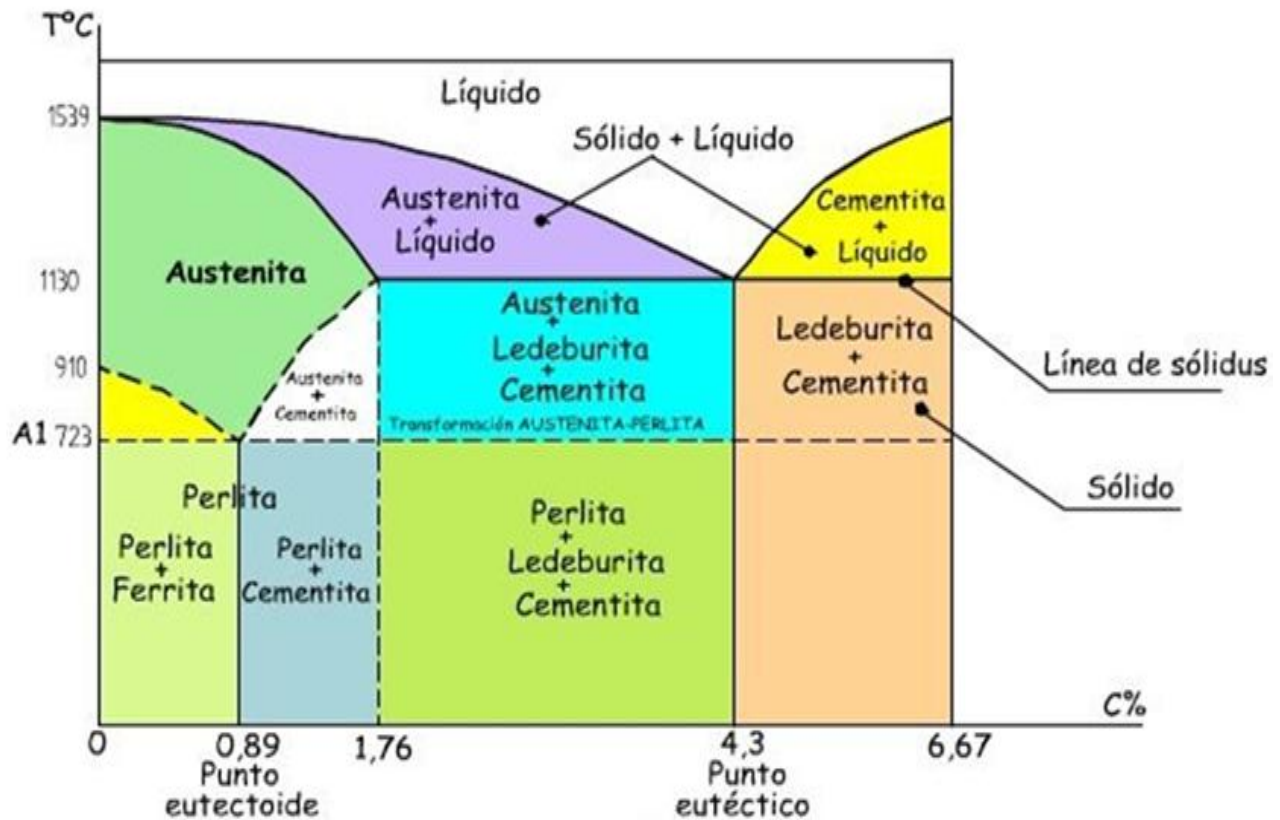


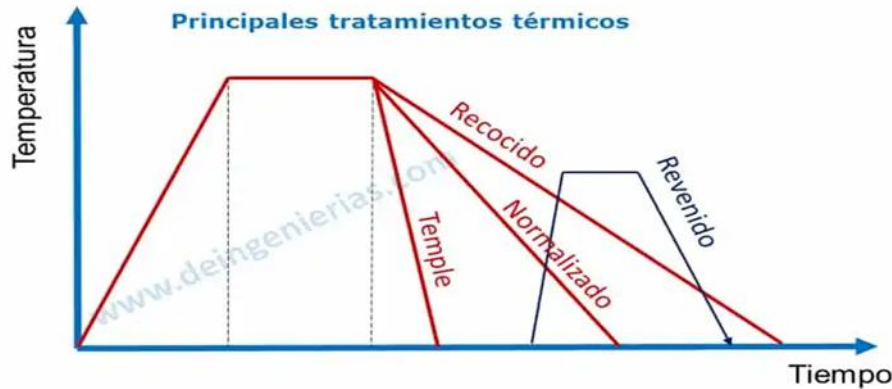
Diagrama de Fases Hierro-Carbono

La línea vertical contiene la temperatura, la horizontal el % de carbono.

Tema 2.2 Clasificación de los tratamientos térmicos.

Los tratamientos térmicos se dividen en dos, tratamientos térmicos que no alteran la fórmula química del acero, únicamente cambian la estructura cristalina y tratamientos termoquímicos que alteran la composición química del acero durante su proceso. El tratamiento térmico en el acero es el paso fundamental para alcanzar las propiedades mecánicas deseadas. Este tipo de procesos consisten en el calentamiento y enfriamiento del acero en su estado sólido para cambiar su estructura cristalina y sus propiedades mecánicas. El tratamiento térmico adecuado también tiene otros efectos en la estructura cristalina como son, reducir los esfuerzos internos, el tamaño del grano, incrementar la tenacidad o producir una superficie dura con un interior dúctil. Para conocer a qué temperatura debe elevarse el metal para que se reciba un tratamiento térmico es recomendable contar con los diagramas de cambio de fases como el del hierro-carbono. En este

tipo de diagramas se especifican las temperaturas en las que suceden los cambios de fase (cambios de estructura cristalina).



Diferentes tipos de tratamiento térmico aplicables a los aceros, Temple, Revenido, Recocido y Normalizado.

Los tratamientos térmicos han adquirido gran importancia en la industria en general, ya que con las constantes innovaciones se van requiriendo metales con mayores resistencias tanto al desgaste como a la tensión. Los principales tratamientos térmicos son:

Temple: Su finalidad es aumentar la dureza y la resistencia del acero. Para ello, se calienta el acero a una temperatura ligeramente más elevada que la crítica superior A_c (entre $900-950\text{ }^{\circ}\text{C}$) y se enfría rápidamente (según características de la pieza) en un medio como agua, aceite, etc.

Revenido: Solo se aplica a aceros posterior de templados, para disminuir ligeramente los efectos del temple, conservando parte de la dureza y aumentar la tenacidad. El revenido consigue disminuir la dureza y resistencia de los aceros templados, se eliminan las tensiones creadas en el temple y se mejora la tenacidad, dejando al acero con la dureza o resistencia deseada.

Recocido: Consiste básicamente en un calentamiento hasta la temperatura de austenización ($800-925\text{ }^{\circ}\text{C}$) seguido de un enfriamiento lento. Con este tratamiento se logra aumentar la elasticidad, mientras que disminuye la dureza. También facilita el mecanizado de las piezas al homogeneizar la estructura, afinar el grano y ablandar el material, eliminando la acritud que produce el trabajo en frío y las tensiones internas.

Normalizado: Tiene por objetivo dejar un material en estado normal, es decir, ausencia de tensiones internas y con una distribución uniforme del carbono. Se suele emplear como tratamiento previo al temple y al revenido.

Tratamientos termoquímicos del acero.

Los tratamientos termoquímicos son tratamientos térmicos en los que, además de los cambios en la estructura del acero, también se producen cambios en la composición química de la capa superficial, añadiendo diferentes productos químicos hasta una profundidad determinada. Estos tratamientos requieren el uso de calentamiento y enfriamiento controlados en atmósferas especiales. Entre los objetivos más comunes de estos tratamientos están aumentar la dureza superficial de las piezas, dejando el núcleo más blando y tenaz; disminuir el rozamiento aumentando el poder lubricante; aumentar la resistencia al desgaste; aumentar la resistencia a la fatiga o aumentar la resistencia a la corrosión. A continuación, se mencionan los tratamientos termoquímicos más importantes.

Cementación (C): Aumenta la dureza superficial de una pieza de acero dulce, aumentando la concentración de carbono en la superficie. Se consigue teniendo en cuenta el medio o atmósfera que envuelve el metal durante el calentamiento y enfriamiento. El tratamiento logra aumentar el contenido de carbono de la zona periférica, obteniéndose después, por medio de temple y revenidos, una gran dureza superficial, resistencia al desgaste y buena tenacidad en el núcleo.

Nitruración (N): Al igual que la cementación, aumenta la dureza superficial, aunque lo hace en mayor medida incorporando nitrógeno en la composición de la superficie de la pieza. Se logra calentando el acero a temperaturas comprendidas entre 400 y 525 °C dentro de una corriente de gas amoníaco más nitrógeno.

Cianuración (C+N): Endurecimiento superficial de pequeñas piezas de acero. Se utilizan baños con cianuro, carbonato y cianato sódico. Se aplican temperaturas entre 760 y 950 °C.

Carbonitruración (C+N): Al igual que la cianuración, introduce carbono y nitrógeno en una capa superficial, pero con hidrocarburos como metano, etano o propano; amoníaco (NH₃) y monóxido de carbono (CO). En el proceso se requieren temperaturas de 650 a 850 °C y es necesario realizar un temple y un revenido posterior.

Tema 2.3 Recocido del acero.

El recocido del consiste básicamente en un calentamiento hasta temperatura de austenitización (800-925 °C) seguido de un enfriamiento lento. Con este tratamiento se logra aumentar la elasticidad, mientras que disminuye la dureza. También facilita el mecanizado de las piezas al homogeneizar la estructura, afinar el grano y ablandar el material, eliminando la acritud que produce el trabajo en frío y las tensiones internas.



Horno de Recocido de acero

El tratamiento térmico de recocido es el proceso mediante el cual se calienta el acero en un horno por encima de las temperaturas de transformación de fase austenítica seguida de un enfriamiento lento. El resultado de este lento enfriamiento es el de obtener un equilibrio estructural y de fase en los granos del metal. El fin principal de los recocidos es ablandar el acero para poder trabajarlo mejor y eliminar tensiones internas por la deformación en frío del metal. El recocido total es el proceso mediante el cual la estructura distorsionada en frío retorna a una red cuyo estado se halla libre de tensiones por medio de la aplicación de calor. Este proceso se efectúa totalmente en estado sólido y puede dividirse en las tres etapas siguientes: recuperación, recristalización y crecimiento del grano.

Recuperación

La deformación plástica que ha sufrido un metal provocado por la aplicación de esfuerzos internos que distorsionan la red cristalina, incrementan la dureza y disminuyendo la ductilidad del metal. Si llevamos la muestra de metal a una temperatura superior a la ambiental, pero por debajo de la temperatura de austenización, Su efecto es la disminución de los esfuerzos internos, producidos por la deformación plástica. Cuando calentamos el metal las dislocaciones se

mueven y reagrupan mientras que los esfuerzos residuales se reducen. Durante esta etapa aumenta relativamente la conductividad eléctrica del metal tratado.

Recristalización

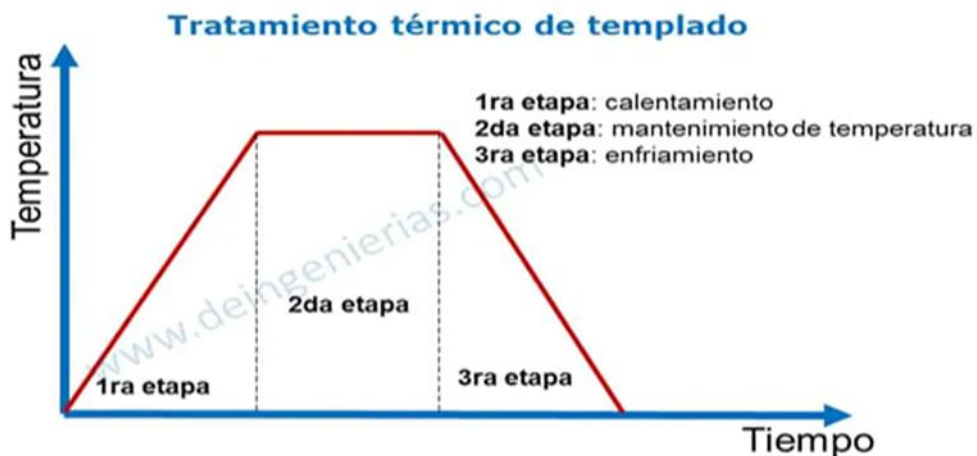
Si el calentamiento continuo el grano original donde están presente las dislocaciones dará lugar a granos de menor tamaño que estarán libres de imperfecciones y de esfuerzos residuales. Estos nuevos granos no presentan la forma alargada de los granos originales, sino que son más uniformes en sus dimensiones.

crecimiento de grano

Esta parte del proceso tiene como fin último el refinar el tamaño del grano, eliminando las tensiones internas y disminuyendo la heterogeneidad estructural.

Tema 2.4 Temple del acero

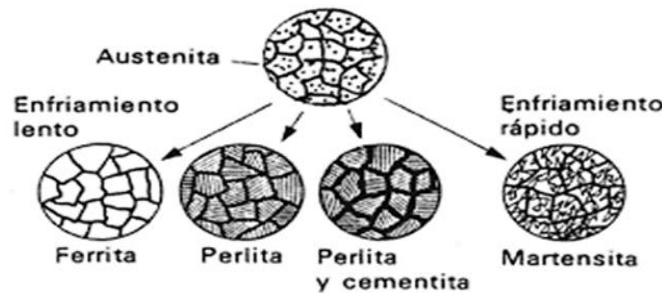
El temple es un tratamiento térmico cuyo objetivo es aumentar la dureza y la resistencia a la tensión del acero, esto se consigue generando la presencia de constituyentes martensíticos en el acero. El proceso de temple se realiza en tres etapas generalmente:



Calentamiento del metal. - consiste en elevar la temperatura del metal hasta la temperatura indicada; la temperatura será determinada por el tipo de acero en cuestión, de acuerdo con su contenido de carbono por ejemplo: Para un acero SAE 1045 la temperatura de temple es aproximado a 805 grados centígrados. Este acero tiene 0.45 % de carbono aproximadamente (presenta una variación de carbono aceptada de acuerdo con la Norma SAE.)

Uniformizar la temperatura. - Una vez alcanzado la temperatura de temple; esta debe estar uniforme en todo el cuerpo del metal y mantenerse un breve tiempo a temperatura constante.

Enfriamiento rápido. - Una vez que el metal haya permanecido a temperatura de temple, constate por un tiempo debe ser enfriado rápidamente; los medios de enfriamiento también son seleccionados de acuerdo con el tipo de tratamiento que se dará al acero, estos pueden ser: agua, aceites, aire, etc. Por ejemplo, el acero SAE 1045 se enfría en agua. El enfriamiento en agua es muy rápido y genera en la superficie del acero la presencia de martensita, que es la estructura que proporciona la dureza al acero.



Tipos de temple aplicados según el contenido de carbono de los aceros.

a). -Temple continuo completo. Se aplica a los aceros hipoeutectoides (contenido de carbono inferior a 0,9%). Se calienta la pieza hasta la temperatura de temple y seguidamente se enfría en el medio adecuado (agua, aceite, sales, aire) con lo que obtendremos como elemento constituyente martensita.

b). -Temple continuo incompleto. Se aplica a los aceros hipereutectoides (contenido de carbono superior a 0,9%). Se calienta la pieza hasta la temperatura indicada, transformándose la perlita en austenita y quedando intacta el cementita. Después de enfriar, la estructura resultante estará formada por martensita y cementita.

c). -Temple superficial. Se basa en un calentamiento superficial muy rápido de la pieza y un enfriamiento también muy rápido, obteniendo la austenización solo en la capa superficial, quedando el núcleo de la pieza blando y tenaz y la superficie exterior dura y resistente al rozamiento.

Tema 2.5 Revenido

El revenido del acero es un proceso térmico que se aplica al acero después del temple o del normalizado, se realizan para conseguir la dureza y resistencia deseada, se puede aplicar a piezas o masas metálicas que han sido conformadas en los procesos de mecanizado El revenido se realiza tras procesos como el de

temple neutro, temple doble, Hay varios tipos de revenido en función del tiempo y la temperatura con la que se trabaje, y que se aplican dependiendo de la finalidad de la pieza de trabajo, revenido a baja temperatura, revenido de aceros para muelles, revenido a alta temperatura, además puede ser exterior o interior. Existen diferentes tipos de revenido teniendo en cuenta los factores de temperatura y tiempo de duración. Estos se aplican en función de la finalidad de uso de la pieza, de las propiedades mecánicas que queremos obtener, del tipo de herramienta, de la forma geométrica y también del acero escogido, según esto podemos diferenciar de manera general 3 tipos de revenido. Revenido a baja temperatura se utilizan temperaturas entre 160 a 300 °C, con un requisito de dureza en torno a los 60 HRC. La duración del proceso es mayor que a temperaturas más elevadas con el fin de lograr una temperatura homogénea en toda la pieza. Con este proceso se reducen las tensiones internas del acero. Se utiliza para herramientas de corte que deben mantener la dureza y resistencia al desgaste, componentes de cementación en la caja y para aceros para herramientas de trabajo en frío. Cuando utilizamos temperaturas superiores a 500 °C hablamos de revenido a alta temperatura. Se utiliza para aceros al carbono de construcción, aceros para herramientas de trabajo en caliente y aceros de alta velocidad. Con el revenido a alta temperatura se consigue un aumento de la tenacidad, la dureza variará entre 300HB y 65HRC dependiendo del material. El revenido a temperaturas entre 300 y 500 °C se aplica en aceros para muelles, resortes o matrices. Con esta temperatura se consiguen aceros con un límite de elasticidad elevado y una firmeza adecuada para soportar fuertes impulsos de flexo-torsión. Por lo general, el requisito de dureza suele ser de unos 45 HRC.

Los principales beneficios del revenido del acero son los siguientes:

Reduce la fragilidad del acero tras el tratamiento de temple.

Aporta la dureza deseada al metal.

Proporciona una alta resistencia al desgaste y a la tracción.

Aumenta la tenacidad de los aceros templados.

Reduce las tensiones internas creadas en el templado.

Mejora la ductilidad de las piezas mecanizadas.

Fases del proceso de revenido. El revenido se aplica a los aceros templados ya que suelen quedar excesivamente duros y frágiles. Las fases del proceso de revenido son tres. Calentamiento a una temperatura inferior a la crítica. El calentamiento para aceros al carbono de construcción está comprendido entre 450 a 600°C. La temperatura de revenido para aceros de herramientas es de 200 a 350°C. En esta fase la martensita, a la que se llega con el temple, expulsa el exceso de carbono.

Mantenimiento de la temperatura. El revenido a baja temperatura dura más tiempo que a temperaturas más elevadas para así, dar tiempo a que la temperatura en toda la pieza sea homogénea.

Enfriamiento. La velocidad de enfriamiento no influye sobre el material tratado siempre que las temperaturas no sobrepasen las que determinan la zona de fragilidad del material. Las piezas se pueden enfriar en agua, pero si el revenido se efectúa a temperaturas superiores a las de fragilidad, es conveniente enfriarlas en baño de aceite caliente a unos 150°C y después al agua, o al aire libre.

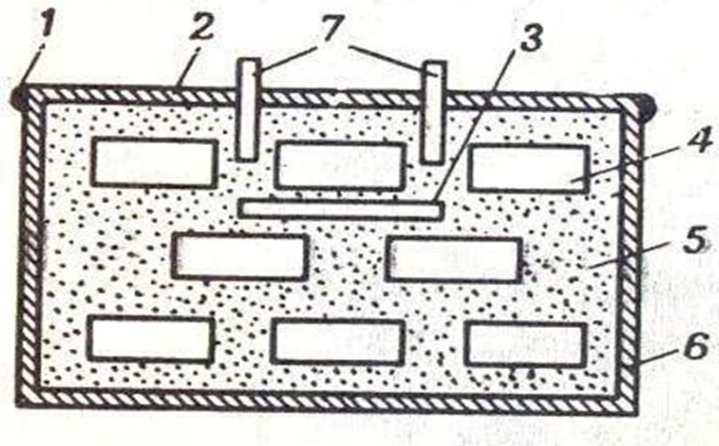
Tema 2.6 Tratamientos termoquímicos

Los tratamientos termoquímicos son tratamientos térmicos en los que, además de los cambios en la estructura del acero, también se producen cambios en la composición química de la capa superficial, añadiendo diferentes productos químicos hasta una profundidad determinada. Estos tratamientos requieren el uso de calentamiento y enfriamiento controlados en atmósferas especiales. Entre los objetivos más comunes de estos tratamientos están aumentar la dureza superficial de las piezas dejando el núcleo más blando y tenaz, disminuir el rozamiento aumentando el poder lubricante, aumentar la resistencia al desgaste, aumentar la resistencia a fatiga o aumentar la resistencia a la corrosión. A continuación, se presentan los tratamientos termoquímicos más importantes.

La cementación aumenta la dureza superficial de una pieza de acero dulce, aumentando la concentración de carbono en la superficie. Se consigue teniendo en cuenta el medio o atmósfera que envuelve el metal durante el calentamiento y enfriamiento. El tratamiento logra aumentar el contenido de carbono de la zona periférica, obteniéndose después, por medio de temple y revenidos, una gran dureza superficial, resistencia al desgaste y buena tenacidad en el núcleo.

Características de la cementación

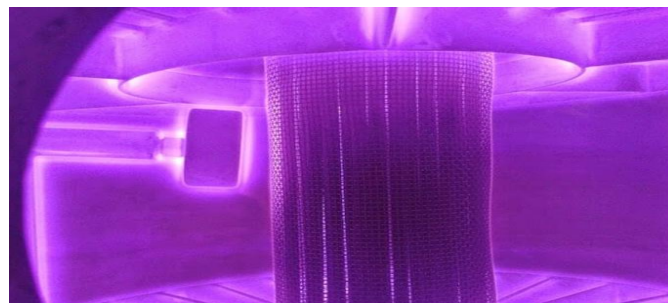
- Endurece la superficie.
- No afecta el interior de la pieza.
- Aumenta el carbono de la superficie.
- Se coloca la superficie en contacto con polvos de cementar
(Productos cementantes.)
- El enfriamiento es lento y se hace necesario un tratamiento térmico posterior.
- Los engranajes suelen ser piezas que se cementan.



Equipos para cementación

Cajas de cementado: Se cementa con mezcla cementante que rodea a la pieza en un recipiente cerrado, el cual se calienta a la temperatura adecuada durante el tiempo requerido y luego se enfría con lentitud. Este equipo no se presta para alta producción, siendo sus principales ventajas su economía, eficiencia y no necesita de una atmósfera preparada. En realidad, el agente cementante, son los gases que desprende el carbón activado, y el carbón coque cuando se calientan en el horno.

Nitruración (N). La nitruración consiste en enriquecer la superficie de la pieza en nitrógeno calentándola en una atmósfera específica a temperatura comprendida entre 500 y 580 °C, formándose una capa de muy poca profundidad, pero de dureza muy superior a la capa de cementado. Durante el proceso no hay deformaciones y obtenemos una mayor resistencia a la corrosión. Si en un recinto, un horno de tratamiento térmico se somete al amoníaco (NH_3) a temperaturas de 500° C, se descompone en nitrógeno e hidrógeno. El hidrógeno, más ligero, se separa del nitrógeno por diferencia de densidad. El nitrógeno liberado por la descomposición del amoníaco forma la atmósfera en el interior del horno que, en contacto con la superficie de hierro y a esa temperatura, forma nitruro de hierro, un compuesto de gran dureza, pero frágil.



Horno de tratamiento térmico de nitruración

Si bien este tratamiento da gran dureza superficial a la pieza, la velocidad de penetración es muy lenta, aproximadamente 1 mm en 100 horas de tratamiento, pero no necesita de temple posterior. La nitruración se da a piezas sometidas a grandes fuerzas de rozamiento y de carga como, por ejemplo, pistas de rodamientos, camisas de cilindros o piezas similares, que necesitan un núcleo con cierta plasticidad, que absorba golpes y vibraciones, y una superficie de gran dureza contra desgaste y deformaciones.

Características de la nitruración

- Aumenta el volumen de la pieza.
- Se emplean vapores de amoníaco.
- Es un tratamiento muy lento.
- Las piezas no requieren ningún otro tratamiento.
- Endurece la superficie de la pieza.

Aceros de nitruración

No todos los aceros son aptos para nitrurar. Resulta conveniente que en la composición de la aleación haya una cierta cantidad de aluminio 1%. También es aplicable a los aceros inoxidables, aceros al cromo níquel y ciertas fundiciones al aluminio o al cromo. No es aconsejable en aceros al carbono no aleados, el nitrógeno penetra rápidamente en la superficie de la pieza y la capa nitrurada puede desprenderse. Práctica de la nitruración. Las piezas a nitrurar se mecanizan, y luego se templean y revienen, con objeto de que el núcleo adquiera una resistencia adecuada. Finalmente, una vez mecanizadas a las cotas definitivas, se procede a efectuar la nitruración. Las piezas a nitrurar se colocan dentro de un horno eléctrico, con circulación de gas amoníaco por el interior, manteniendo la temperatura y la concentración de nitrógeno durante todo el tiempo que dure el proceso hasta su finalización. A aquellas partes de la pieza que no se deban nitrurar se les da un baño de estaño y plomo al 50%, que cubre la superficie de la pieza aislándola del nitrógeno.

Cianuración (C+N)

La cianuración consiste en el endurecimiento superficial de pequeñas piezas de acero. Se utilizan baños con cianuro, carbonato y cianato sódico. Se aplican temperaturas entre 760 y 950 °C.

Carbonitruración(C+N)

La carbonitruración al igual que la cianuración, introduce carbono y nitrógeno en una capa superficial, pero con hidrocarburos como metano, etano o propano; amoníaco (NH₃) y monóxido de carbono (CO). En el proceso se requieren

temperaturas de 650 a 850 °C y es necesario realizar un temple y un revenido posterior.

TEMA 3 Procesos de cambio de forma

Este tipo de proceso de manufactura modifica la forma inicial del material. Este proceso implica cambiar la geometría de la materia prima mediante la aplicación de temperatura y presión, Es ampliamente utilizado en la producción de una variedad de artículos de metal, desde componentes pequeños hasta grandes muy partes, el proceso de fundición por inyección es utilizado para fabricar artículos de plástico. Los procesos de manufactura por deformación o transformación incluyen:

- Forja: implica deformar el metal caliente a la temperatura requerida por el proceso, en una prensa o de manera manual.
- Moldeo por inyección y vaciado estos procesos son utilizado en la fabricación de partes de metal, como partes automotrices, en la fabricación de productos de plástico, se utiliza el proceso de inyección del plástico fundido en un molde para obtener la forma deseada.
- Laminado: proceso en el que el material pasa entre rodillos para reducir su espesor o para cambiar su sección transversal.

TEMA 3.1. Fundición, colada al alto vacío, centrífuga y precisión.

: Procesos de cambio de forma Como sabemos dentro de la industria y en nuestra vida diaria utilizamos una gran diversidad de piezas con un sinfín de formas distintas a veces muy peculiares, ¿pero ¿cómo se logran todo eso?

Estos se logran gracias a una gran diversidad de procedimiento, técnicas, máquinas y herramientas, que fueron diseñada para alterar la estructura y forma de ciertos materiales (mayormente metales). Existe tres métodos para alterar o cambiar la forma de un material cuales son:

Fundición

- **Fundición colada al alto vacío.**

Fundición, colada al alto vacío, El proceso tradicional es la fundición en arena. La fundición en arena consiste en colar un metal fundido, típicamente aleaciones de hierro, acero, bronce, latón y otros, en un molde de arena, dejarlo solidificar y posteriormente romper el molde para extraer la pieza fundida, El hierro colado o fundición, fundamentalmente es una aleación a base de: hierro, silicio y carbono. El contenido de carbono es más elevado que en los aceros que varían desde 2.5 a 4.0%. Existen dos tipos de hierro colado o fundición: la fundición gris y la fundición blanca, cuyo nombre lo recibe por el color

característico en la fractura de una pieza colada. Fundición gris Este es un tipo de aleación cuyo tipo más común es el conocido como hierro fundido gris. El hierro gris es uno de los materiales ferrosos más empleados y su nombre se debe a la apariencia de su superficie al romperse. Esta aleación ferrosa contiene en general más de 2 % de carbono y más de 1 % de silicio, además de manganeso, fósforo y azufre. La composición típica para obtener una microestructura gráfitica es de 2.5 a 4 % de carbono y de 1 a 3 % de silicio. Fundición blanca La fundición blanca es fundición de hierro en la que todo el carbono está combinado bajo la forma de cementita. Se distinguen porque al fracturarse presenta un color blanco brillante. Es un tipo de fundición menos fluida que la gris y al solidificarse se produce algo de contracción. El porcentaje de carbono presente en esta fundición oscila entre un 1,8 y un 3,6 %, mientras que el contenido en silicio es bastante bajo, entre el 0,5 y el 2 %. Además, contiene manganeso en cantidades que oscilan entre un 0,2 y un 0,8 %, un 0,18 % de fósforo y un 0,1 % de azufre. Su estructura es fibrosa y de grano fino. Es más frágil que la fundición gris se emplea principalmente para obtener el hierro maleable, el cual se obtiene recociendo la fundición blanca y convertirla en un hierro más dúctil y tenaz. Colada al alto vacío: La metalurgia del vacío se introdujo hacia el año 1955. Las roturas catastróficas que se produjeron en varias centrales eléctricas de Estados Unidos aceleraron la puesta en marcha de los procesos alemanes de desgasificación por vacío (eliminación del H₂). La ley de Siebert rige el fenómeno y basta un vacío menor de 10 Torr para bajar el O₂ a niveles inocuos. El vacío elimina parcialmente el H₂, O₂ y el N₂. También conocido como Proceso V, utiliza un molde de arena que se mantiene unido por medio de una presión de vacío en lugar de emplear un aglutinante químico. Una de sus ventajas es la recuperación de arena y una desventaja es que es un proceso relativamente lento y no se adapta con facilidad a la mecanización.

Principales aplicaciones:

- Usada para fabricar piezas pequeñas o muy grandes.

ETAPAS.

1. Se precalienta una película delgada de plástico y se coloca sobre una placa de ensamble o modelo de capucha y base por medio de vacío; el modelo tiene agujeros de ventilación pequeños para facilitar la formación del vacío.
2. Sobre la placa del modelo se coloca una caja de moldeo de diseño especial y se llena con arena, en la que se forma un bebedero y embudo de vertido.
3. Sobre la caja de moldeo se coloca otra película de plástico delgada y se induce un vacío que hace que los granos de arena permanezcan unidos, lo que forma un molde rígido.

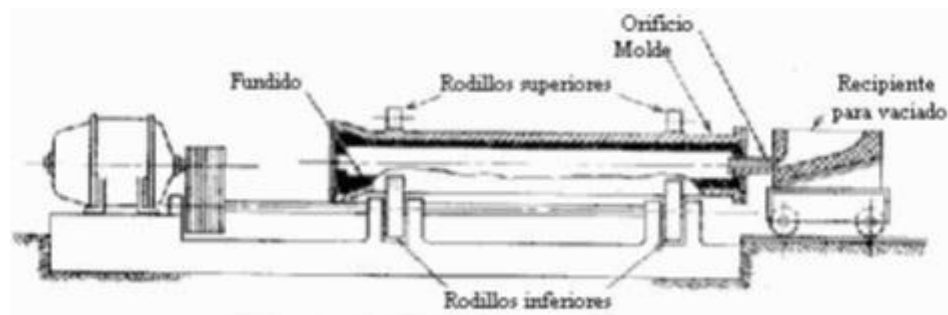
4. El vacío sobre el modelo del molde se libera para permitir que éste salga del molde.

5. Este molde se ensambla con su mitad correspondiente para formar la capucha y la base, y manteniendo el vacío sobre ambas mitades se hace el vertido. La película de plástico se quema con rapidez al contacto del metal fundido. Después de la solidificación, se recupera casi toda la arena para volver a emplearla. En fundiciones de producción pequeña, los moldes se alinean en el piso conforme se van haciendo y el metal es tomado entonces en pequeñas cucharas de vaciado. Cuando se requiere más metal o si un metal más pesado es vaciado, se utilizan cucharas que se diseñaron para ser usadas por dos hombres. En fundiciones grandes, el problema de manejo de moldes y vaciado de metal se resuelve colocando los moldes sobre transportadores y haciéndolos pasar lentamente por una estación de vaciado. La estación de vaciado puede ser localizada permanentemente cerca del horno o el metal puede ser traído a ciertos puntos por equipo de manejo aéreo.

Los transportadores sirven como un almacén de lugar para los moldes, los cuales son transportados a un cuarto de limpieza.

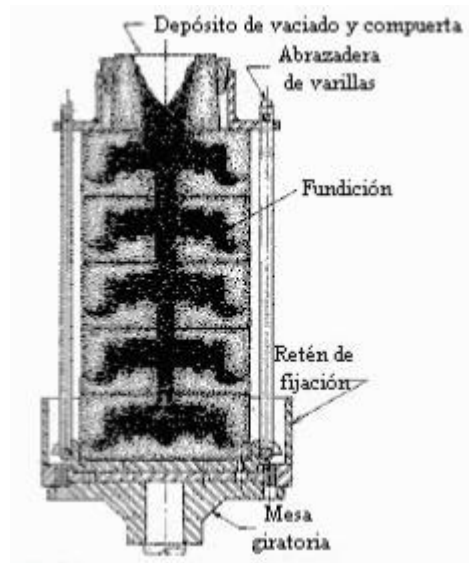
Centrífuga:

La fundición centrífuga.



Máquina de fundición centrífuga para fundición de acero

Es el procedimiento utilizado para la fabricación de tubos sin costura, camisas y objetos simétricos, los moldes se llenan del material fundido de manera uniforme y se hace girar al molde sobre su eje de rotación.



Es un sistema donde por medio de un tallo se hace llegar metal fundido a racimos de piezas colocadas simétricamente en la periferia. Al poner a girar el sistema se genera fuerza centrífuga la que es utilizada para aumentar la uniformidad del metal que llena las cavidades de los moldes

En este proceso de hacer girar el molde mientras se solidifica el metal, utilizando así la fuerza centrífuga para acomodar el metal en el molde. Se obtienen mayores detalles sobre la superficie de la pieza y la estructura densa del metal adquiere propiedades físicas superiores. Las piezas de forma simétricas se prestan particularmente para este método, aun cuando se pueden producir otros muchos tipos de piezas fundidas. Por fundición centrífuga se obtienen piezas más económicas que por otros métodos. Los corazones en forma cilíndricos y rebosaderos se eliminan. Las piezas tienen una estructura de metal densa con todo y las impurezas que van de la parte posterior al centro de la pieza pero que frecuentemente se maquinan.

Por razón de la presión extrema del metal sobre el metal, se pueden lograr piezas de secciones delgadas también como en la fundición estática. Los moldes permanentes se han hecho frecuentemente en la fundición centrífuga de magnesio. Desde entonces las piezas de fundición de magnesio son forzadas nuevamente al molde, las piezas se enfrían más rápidamente y el aire o gas atrapados se eliminan entre el molde y el material. Aunque en la fundición centrífuga hay limitaciones en el tamaño y forma de piezas fundida, se pueden hacer desde anillos de pistón de pocos gramos de peso.

La fundición de precisión:

La fundición de precisión, también conocido como fundición de cera perdida, es un proceso de fundición de precisión que se utiliza para crear las partes metálicas de diferentes metales y aleaciones. La fundición de precisión se utiliza típicamente para las piezas de metal que requieren piezas de fundición de pared delgada y complejas. Además, se puede utilizar para la fundición de piezas metálicas que requieren intrincados detalles, precisión y formas que no se puede lograr con otros métodos.

a) El proceso: El proceso de fundición de precisión comienza por hacer un patrón que tenga la misma forma que la pieza acabada fundida. Un patrón sacrificado es el nombre utilizado para el patrón, porque se crea el patrón de cera y se

derretirá en el proceso. En concreto, se hace el patrón mediante la inyección de cera en un molde de inyección de cera de metal. A continuación, se sumerge el modelo de cera en una mezcla de cerámica cubierta con estuco de arena, repitiendo el proceso varias veces hasta conseguir el espesor deseado. El espesor dependerá de las especificaciones del producto terminado y qué materias primas utilizarás para hacer el producto final.

b) Molde: Una vez que la suspensión de cerámica se ha secado, el molde se coloca en un horno. Éste derrite la cera, dejando un molde de una sola pieza que se puede llenar con el material deseado. Estos moldes se hacen típicamente usando litografía estéreo u otra tecnología asistida por computadora, lo que hace que el molde sea de alta precisión. Ejemplos de productos fabricados con fundición de precisión incluyen piezas de aviones, tales como álabes de la turbina, piezas de armamento, herramientas de mano y joyería.

c) Ceras: Se pueden usar una variedad de ceras industriales para la fabricación de moldes de fundición de precisión. Patrón de cera de llenado, patrón de cera emulsionada, patrón de cera recta, cera de baja expansión y máquina de inyección automática de cera son algunas de las ceras comúnmente utilizadas para este proceso. La viscosidad, punto de fusión y tipos de inyecciones utilizadas son las consideraciones principales que determinarán el tipo de cera que se debe utilizar.

d) Materiales: Prácticamente cualquier tipo de metal se puede fundir con la fundición de precisión, incluido el acero de aleación, acero al carbono, acero inoxidable, aluminio, cobre, níquel, hierro, plomo, magnesio, estaño, titanio y zinc. Incluso también se pueden utilizar muchos metales preciosos

- Fundición Centrifuga
- Fundición de Precisión

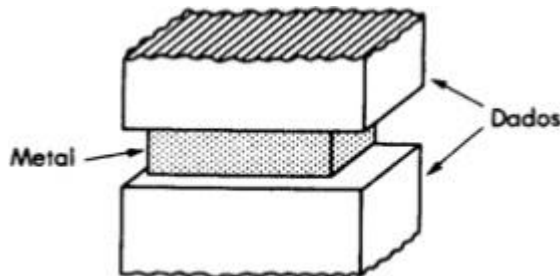
TEMA 3.2. Formado mecánico, forjado, prensado, estirado, cizallado, doblado, extrusión, embutido y troquelado

Formado mecánico

Procesos de formado mecánico. Es el proceso de formar partes con la aplicación de fuerza mecánica, se considera uno de los procesos de formación más importantes, en términos del valor de la producción y del método de producción. El formado de partes se puede efectuar con el material frío (formado en frío) o con material caliente (formado en caliente). Las fuerzas utilizadas para formar las partes pueden ser de tipo de flexión, compresión o cizallado y tensión. Los procesos de formado se pueden clasificar sobre la base de la forma en que se aplica la fuerza.

Forja:

El proceso de Forjado se utiliza Para producción en masa y en el formado de secciones grandes, el martillo es sustituido por un martinete o dado deslizante en un bastidor e impulsado por una potencia mecánica, hidráulica o vapor.

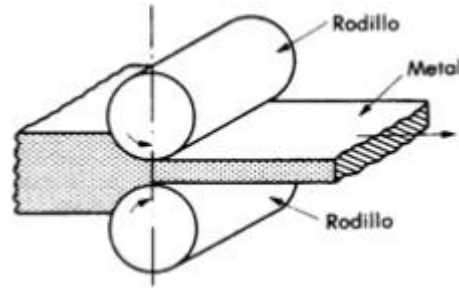


Es el proceso de dar forma y moldear metales a través de martilleo. El proceso comienza con un lingote, el cual es calentado a su temperatura de deformación plástica y después es deformado por los moldes al tamaño y forma deseada.

Forja de dado abierto La forja abierta implica la conformación de partes metálicas calentadas entre un molde superior unido a un pistón y un molde inferior unido a un martillo, yunque o cabezal. Las partes metálicas se trabajan a temperaturas apropiadas, que oscilan entre 260 ° C y 1315 ° C, y se conforman gradualmente en la configuración deseada mediante el martilleo o prensado de la pieza de trabajo.

Prensado:

En este método, es necesario proporcionar un molde de metal, que consta de una parte superior y una parte inferior. Se inserta una placa de metal entre ellos y se aplica presión, y se corta la placa en la forma debida. El proceso de prensado es el método utilizado para crear piezas metálicas planas. El proceso consiste en presionar un disco en un troquel con un punzón para formar una variedad de formas, radios, diámetros y longitudes como el metal progresa a través de varias estaciones de trabajo.



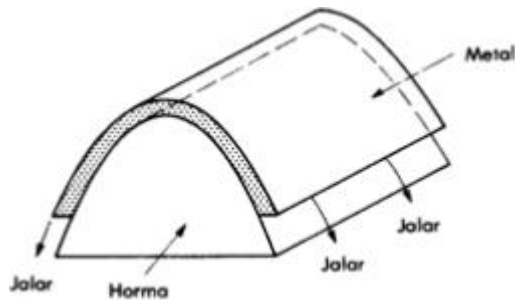
Este es un proceso en el cual se reduce el espesor del material pasándolo entre un par de rodillos rotatorios.

Los rodillos son generalmente cilíndricos y producen productos planos tales como láminas o cintas.

Estirado:

La formación de estirado es un proceso de formación de metal en el que una pieza metálica se estira y se dobla simultáneamente sobre un troquel para formar piezas contorneadas grandes. El estiramiento se realiza en una prensa

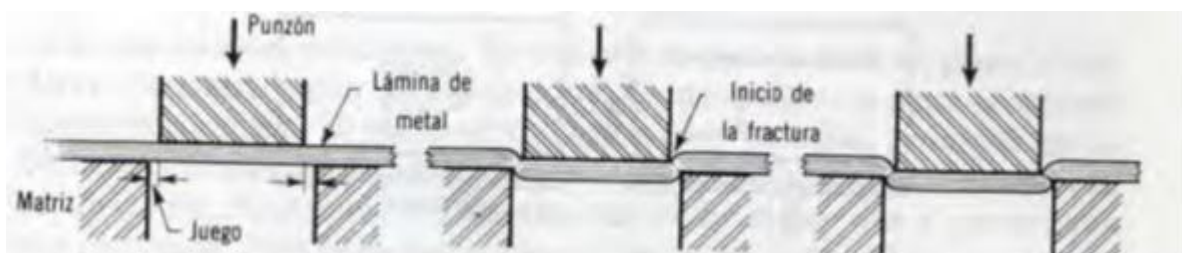
extensible, en la que una pieza se agarra de forma segura a lo largo de sus bordes agarrando las mordazas de sujeción. Cada una de las mordazas de sujeción está unida a un carro que se estira mediante fuerza neumática o hidráulica para estirar lámina. Estirado de alambre: El estirado es un proceso de conformación de materiales dúctiles que se realiza haciendo pasar el material a través de oficios calibrados denominados hileras. Se aplica a barras y tubos de 4 a 7 metros de longitud y diámetro superior a 10mm. Principalmente el proceso se realiza para calibrar, endurecer con la deformación y dar una forma determinada a la barra.



Este es esencialmente un proceso para la producción de formas en hojas de metal. Las hojas se estiran sobre hormas conformadas en donde se deforman plásticamente hasta asumir los perfiles requeridos. Es un proceso de trabajo en frío y es generalmente el menos usado de todos los procesos de trabajo.

Cizallado:

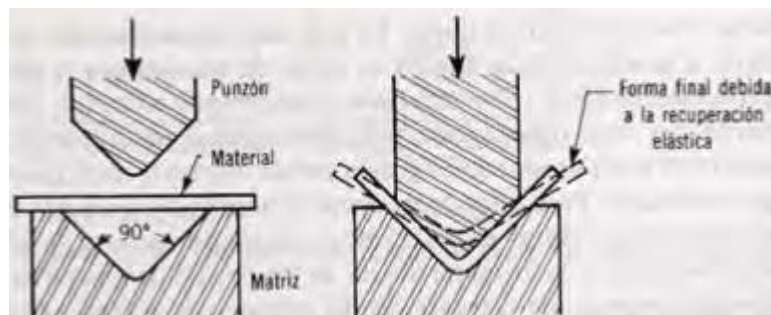
El corte del metal implica su sostenimiento a un esfuerzo de corte, superior a su resistencia límite. La cizalla es un proceso de fabricación de metal que se utiliza para cortar líneas rectas en un material de metal plano. Durante el proceso de cizalla, una cuchilla superior y una cuchilla inferior se fuerzan una a la otra con el espacio entre ellas determinado por un desplazamiento requerido. Normalmente, una de las cuchillas permanece estacionaria. Trata del corte mecánico de metales en forma de chapa o plancha sin producción de viruta (proceso sin residuo), ni empleo de soplete u otro método de fusión. Cuando las dos cuchillas son rectas, la operación se llama cizallado. Otras operaciones donde las cuchillas tienen forma curva de los bordes de punzones y matrices reciben nombres diferentes, tales como troquelado, punzonado, ranurado, rasurado y desbarbado, pero básicamente todas son cizalladas. El proceso consiste en un punzón (cuchilla superior) descende sobre el metal, éste se deforma plásticamente sobre la matriz (cuchilla inferior). El punzón penetra en el metal y consiguientemente, la cara opuesta de éste se combe levemente y se corre hacia la matriz.



El corte del metal implica su sostenimiento a un esfuerzo de corte, superior a su resistencia límite

Doblado:

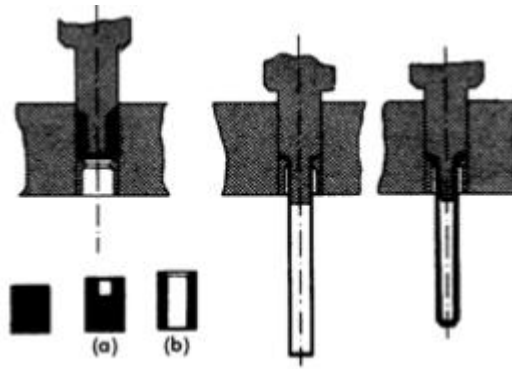
El doblado es un proceso de formación de metal en el que se aplica una fuerza a una pieza de metal, lo que hace que se doble hacia un ángulo y se genere la forma deseada. Una operación de doblado causa deformación a lo largo de un eje, pero se puede realizar una secuencia de varias operaciones diferentes para crear una parte compleja. Las piezas dobladas pueden ser bastante pequeñas, como un soporte, o hasta 20 pies de largo, como un chasis grande.



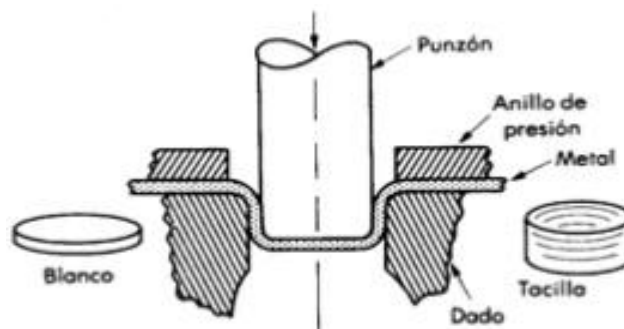
En donde esté considerado el doblado, el metal se somete a esfuerzos tanto en tensión como de compresión con valores inferiores a la resistencia límite del material

Extrusión:

El proceso de extrusión se utiliza para fabricar piezas metálicas largas y rectas. La forma de las secciones transversales puede ser sólida, redonda, rectangular, en forma de T, forma de L y tubos, etc. La extrusión se realiza presionando el metal en un troquel utilizando una prensa mecánica o hidráulica. La extrusión es capaz de producir fuerzas de compresión y corte en el material de stock. Dado que no se produce tracción, esto hace posible una deformidad muy alta sin romper realmente el metal. Un material resistente al desgaste recubre la cavidad en la que está contenida la materia prima. Esto ayuda a resistir las altas cargas radiales a medida que el material es empujado dentro del troquel.



En este proceso un cilindro o trozo de metal es forzado a través de un orificio por medio de un émbolo, por tal efecto, el metal estirado y extruido tiene una sección transversal, igual a la del orificio del dado.



Embutido:

El embutido es una operación de formado de láminas metálicas que se usa para hacer piezas de forma de copa y otras formas huecas más complejas. El proceso de embutido es un proceso de formación que se produce bajo una combinación de condiciones de tracción y compresión. Una pieza en bruto de chapa plana se forma en un cuerpo hueco abierto en un lado o se forma un cuerpo hueco en otro cuerpo hueco con una sección transversal más pequeña. El prensado simple se lleva a cabo presionando un trozo de metal entre un punzón y una matriz.

Latas para alimentos y botes para bebidas, son los ejemplos más comunes.

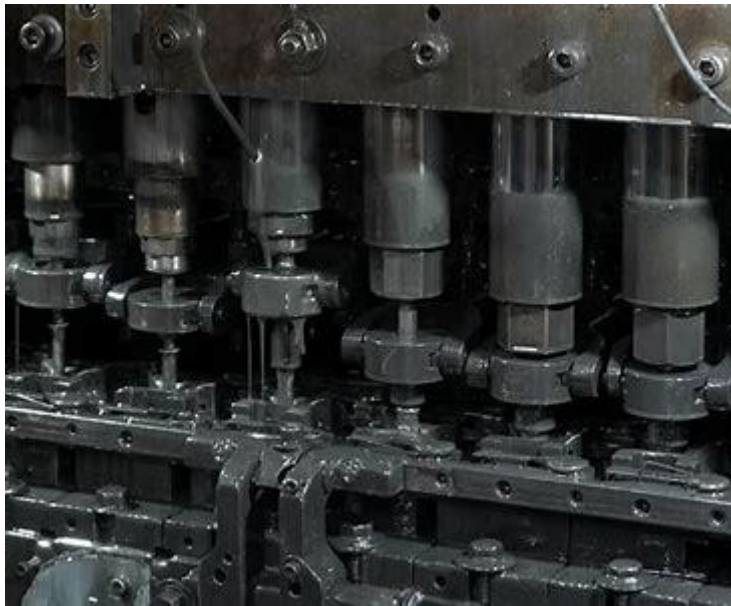
Troquelado:

Troquelar significa recortar con precisión piezas o planchas de diferentes metales valiéndose de un troquel. El troquelado es el resultado de una operación mecánica por medio de la cual se hace un agujero en la lámina con una forma determinada. Se define como troquelado o estampado al

conjunto de operaciones con las cuales, sin producir viruta, sometemos una lámina plana a ciertas transformaciones a fin de obtener una pieza de forma geométrica apropiada.



Troquel colocado en una prensa en operación.



Embutido profundo

Tema 3.3. Desprendimiento de viruta por maquinado convencional y CNC.

Los tornos son usados para fabricar flechas, bujes, casquillos, poleas, levas entre otras piezas de trabajo pequeñas. Estos tornos también son usados para realizar refacciones y reparaciones de piezas de trabajo. El maquinado tradicional se lleva a cabo con el uso de una herramienta de corte, que remueve el material de la pieza de trabajo en forma de virutas, con lo cual se le da la configuración deseada. Los procesos para remoción de material se clasifican como tradicionales o con formación de virutas. En todos los procesos tradicionales para remoción de material, los tres elementos básicos son la pieza de trabajo, la herramienta de corte, y la máquina herramienta. Las funciones básicas del **Torno** son: fabricar flechas, bujes, casquillos, poleas, levas entre otras piezas de trabajo pequeñas. Estos tornos también son usados para realizar refacciones y reparaciones de piezas de trabajo. Maquinado con un torno con enfriamiento en el punto de operación con aceite soluble en agua.



Principales funciones de las Maquinas Herramientas.

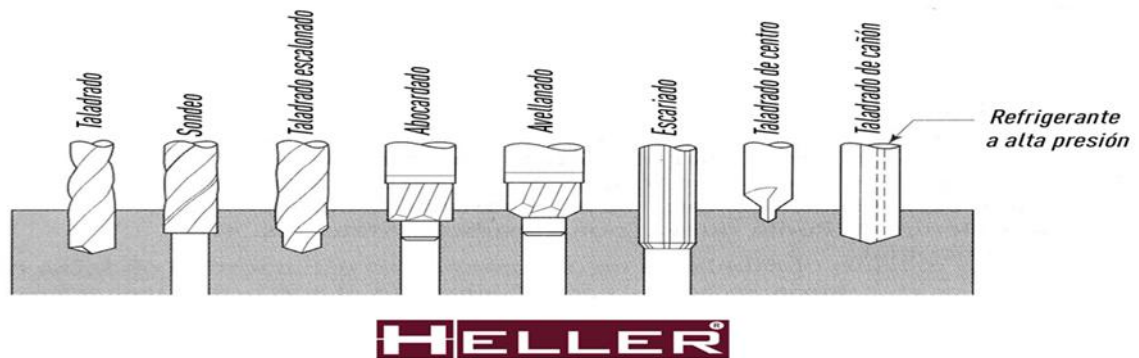
- 1) Proveer. -los movimientos relativos entre la herramienta de corte y la pieza de trabajo en forma de velocidades y avances;
- 2) Mantener las posiciones relativas de la herramienta de corte y de la pieza de trabajo, a fin de que la remoción de material resultante produzca la forma requerida. Las herramientas de corte son de un solo filo o de filos múltiples. Los tornos tienen la capacidad de taladrado, torneado y cachueleado para integrar un maquinado eficiente.



Trabajo de torno sin usar aceite soluble

Los Taladros y su utilización.

Los taladros industriales representan la columna vertebral de muchas operaciones de mecanizado y fabricación. Su versatilidad y capacidad para realizar una variedad de operaciones con precisión los convierten en una herramienta indispensable en cualquier entorno de trabajo que requiera mecanizado preciso y eficiente. Desde la creación de agujeros simples hasta la ejecución de operaciones más complejas, estos equipos ofrecen un conjunto diverso de funciones que impulsan la productividad y la calidad en la fabricación. operaciones que se pueden realizar con los taladros industriales.



El taladrado es una operación fundamental en el mecanizado que consiste en perforar agujeros en materiales como metal, madera o plástico utilizando una broca. Con un taladro de columna industrial, se ajusta la velocidad de rotación y la presión descendente para adaptarse al material y al diámetro de la broca deseado. Esta operación es comúnmente utilizada para crear agujeros piloto o agujeros pasantes en piezas de trabajo. Esta operación es la más utilizada en este tipo de máquinas, y la podemos encontrar en diferentes sectores industriales como la fabricación de estructuras metálicas, industria automotriz, o la industria aeroespacial entre otras.

El roscado es una operación que se realiza después del taladrado para crear roscas internas en un agujero. Se utiliza un macho roscador para cortar las roscas en el material, permitiendo que se pueda atornillar un perno o tornillo. Esta operación es común en la fabricación de piezas que requieren ensamblaje con elementos roscados, como tornillos, pernos o tuercas, generalmente utilizados en la fabricación de maquinaria, industria del automóvil, y/o fabricación de herramientas entre otros.

El avellanado implica la creación de un chaflán en el borde de un agujero para permitir que la cabeza de un tornillo o perno se asiente de manera plana con la superficie de la pieza de trabajo. Se utiliza una herramienta de avellanado que se monta en el taladro de columna y crea el chaflán mediante una combinación de rotación y presión descendente controlada.

El escariado es una operación que se realiza después del taladrado para refinar la precisión y la calidad del agujero perforado. Se utiliza una herramienta de escariado, que es similar a una broca, pero con múltiples filos cortantes, para eliminar rebabas, imperfecciones y pequeñas desviaciones dimensionales del agujero. Esto resulta en agujeros de alta calidad y dimensiones precisas.

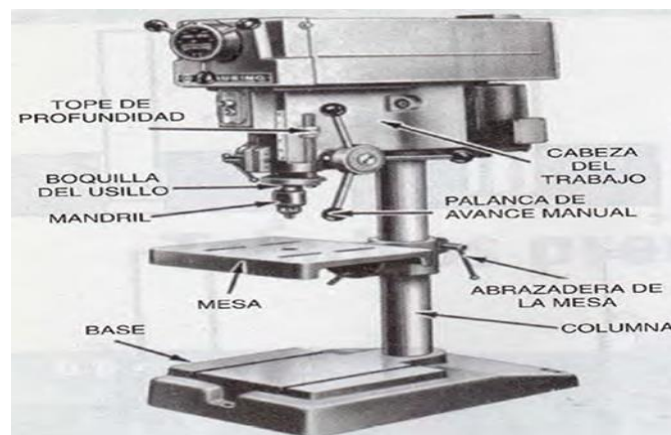


Tipos de Taladro



Taladro de Columna

Taladro Radial



Partes del Taladro.

Fresadora.

El maquinado fresado es una técnica de mecanizado en la que se utiliza una herramienta giratoria para eliminar material de una pieza en bruto y darle forma, creando así piezas de alta precisión y calidad. Este proceso es esencial en la fabricación de componentes en una amplia variedad de industrias, incluyendo la automotriz, aeroespacial, electrónica y más. Las operaciones de maquinado pueden llevarse a cabo en una amplia gama de materiales, desde metales hasta plásticos y cerámicas.

Las Fresadoras horizontales son máquinas que tienen un eje de husillo horizontal. Esto significa que la herramienta de corte se coloca horizontalmente y corta el material a lo largo de su superficie. Estas fresadoras son ideales para trabajos que requieren el corte de materiales grandes y pesados, como bloques de metal o madera. Una de las ventajas de las horizontales es que ofrecen una mayor estabilidad durante el proceso de corte, lo que resulta en una mayor precisión. Además, estas máquinas son ideales para realizar cortes en ángulo y cortes en ranuras. Sin embargo, las fresadoras horizontales también tienen algunas limitaciones. Por ejemplo, no son tan versátiles como las fresadoras verticales y pueden requerir herramientas especiales para realizar ciertos tipos de cortes. Además, debido a su tamaño y peso, pueden requerir un espacio de trabajo más grande y una mayor inversión inicial.

Las verticales son máquinas en las que el eje de husillo es vertical y la herramienta de corte desciende hacia el material desde la parte superior. Estas son ideales para trabajos que requieren cortes en superficies planas o perfiles complejos. Una de las ventajas de las fresadoras verticales es su versatilidad. Pueden realizar una amplia gama de cortes, incluyendo cortes en ángulo, cortes en ranuras y fresado de contornos. Además, debido a su diseño compacto, estas máquinas son más fáciles de almacenar y transportar que las fresadoras horizontales. Sin embargo, las verticales también tienen algunas limitaciones. Por ejemplo, pueden no ser tan estables como las horizontales, lo que puede afectar la precisión de los cortes. Además, debido a su diseño, pueden no ser adecuadas para cortar materiales grandes y pesados.

Las Fresadoras universales son muy versátiles su diseño le proporciona la capacidad para maquinar como Fresadora Horizontal y también Vertical,



**Fresadora
horizontal**



**Fresadora
vertical**



**Fresadora
universal**



Las fresadoras CNC son máquinas controladas por computadora que utilizan un programa de software para controlar el movimiento de la herramienta de corte. Estas máquinas son capaces de realizar una amplia gama de operaciones de fresado de manera precisa y eficiente. Una de las ventajas de las fresadoras CNC es su alta precisión y repetibilidad. Debido a su control computarizado, estas máquinas pueden realizar cortes altamente precisos y reproducibles en una variedad de materiales. Además, las fresadoras CNC son altamente programables, lo que significa que se pueden realizar una



amplia gama de operaciones con un solo programa.

Herramientas de una fresadora de CNC



Fresadora de CNC de 5 ejes.

Sin embargo, las fresadoras CNC también tienen algunas limitaciones. Por ejemplo, pueden requerir un mayor nivel de habilidad y conocimiento para programar y operar. Además, debido a su alto costo inicial, pueden no ser adecuadas para todas las empresas o aplicaciones.



Torno CNC de 3 Ejes

TEMA 4. Acabados superficiales.

Acabado superficial es el resultado de un proceso de fabricación empleado en la manufactura cuya finalidad es obtener una superficie con características adecuadas para la aplicación particular del producto que se está manufacturando; esto incluye mas no es limitado a la cosmética de producto. En algunos casos el proceso de acabado puede tener la finalidad adicional de lograr que el producto entre en especificaciones dimensionales. En la actualidad, los acabados se entienden como una etapa de manufactura de primera línea, considerando los requerimientos actuales de los productos. Estos requerimientos pueden ser:

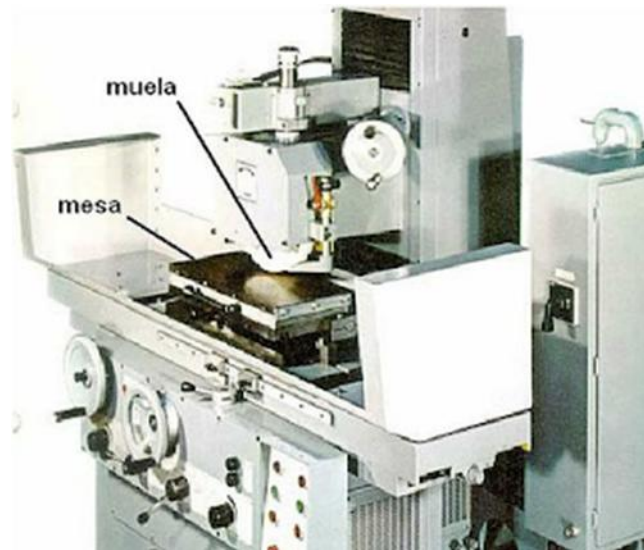
- ✓ Estética: el más obvio, que tiene un gran impacto psicológico en el usuario respecto a la calidad del producto.
- ✓ Liberación o introducción de esfuerzos mecánicos: las superficies manufacturadas pueden presentar esfuerzos debido a procesos de arranque de viruta, en donde la superficie se encuentra deformada y endurecida por la deformación plástica a causa de las herramientas de corte, causando esfuerzos en la zona superficial que pueden reducir la resistencia o inclusive fragilizar el material. Los acabados con remoción de material pueden eliminar estos esfuerzos.
- ✓ Propiedades mecánicas de su superficie
- ✓ Protección contra la corrosión
- ✓ Rugosidad
- ✓ Tolerancias dimensionales de alta precisión.

Tema 4.1. Rectificado.

Las máquinas empleadas en el rectificado se conocen como rectificadoras existen varios tipos distintos de rectificado, la industria cuenta con varios tipos de rectificadoras según los requerimientos necesarios para su aplicación. Su herramienta de corte llamada muela arranca virutas cortas y delgadas obteniendo superficies con un excelente grado de terminación superficial, en su geometría y precisión dimensional. Los elementos cortantes son granos de material abrasivo de forma irregular, de múltiples puntas y aristas. Cada grano constituye en un filo de los numerosos que actúan en forma simultánea, el rectificado es el maquinado de mayor aplicación en los procesos industriales.

Rectificadora tangencial o plana

En la rectificadora tangencial o plana, la superficie a rectificar es una cara plana. De esta forma se obtienen medidas de precisión y muy buenas planitudes. La mesa de la máquina está dotada de una base magnética para la sujeción de la pieza.



Rectificadora tangencial o plana

RECTIFICADORA SIN CENTROS

La rectificadora sin centros es una máquina que puede automatizarse, dotándola de cargador de piezas y un sistema de evacuación, por lo que se puede usar para producción en línea de alto volumen. Su empleo es común cuando una pieza es demasiado corta para sujetarse entre centros, o es necesario rectificar toda su longitud. Una variante de los rectificadores es la posibilidad de tallar un perfil en la muela mediante una herramienta de diamante para obtener rectificadores de perfiles especiales (roscas, engranajes, rodillos de laminación.)



Rectificadora sin centros

TEMA 4.2. PULIDO

Con el desarrollo de la industria manufacturera, los procesos de pulido son cada vez más sofisticados, incluido el pulido mecánico, el pulido químico, el pulido electrolítico, el pulido ultrasónico, el pulido fluido, el pulido magnético, el pulido compuesto ultrasónico por chispa eléctrica, etc. La calidad de la superficie es el factor más importante que afecta la vida útil y el rendimiento de los componentes. La mayoría de las primeras tecnologías demostraron precisiones en el rango de micras o micro pulgadas de rugosidad superficial en el rango de nanómetros y casi ningún defecto superficial en la fabricación de componentes ópticos, mecánicos y electrónicos. Los más comunes son el pulido mecánico, el pulido químico y el pulido electroquímico. La diversidad de los procesos industriales requieren pulidos superficies de acuerdo con los materiales utilizados en sus procesos de fabricación.

Pulido mecánico



El pulido mecánico es un método de pulido que elimina las protuberancias de pulido cortando y deformando plásticamente la superficie del material para obtener una superficie lisa. El pulido mecánico se realiza principalmente a mano, generalmente con varillas de pulido, ruedas de fieltro y papel de lija. Las piezas especiales, como los cuerpos giratorios, pueden usar herramientas auxiliares, como platos giratorios, y el pulido de ultra precisión se puede usar para requisitos de alta calidad de la superficie. El pulido de ultraprecisión utiliza una herramienta de pulido especial y hace girar la superficie de trabajo a alta velocidad en un líquido de pulido que contiene abrasivos. Mediante el uso de esta tecnología, es

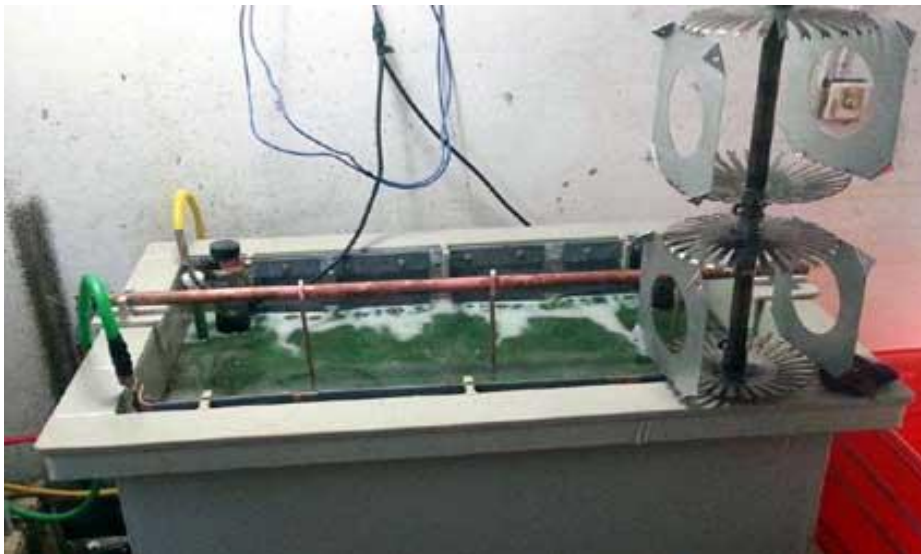
posible lograr una rugosidad superficial de $0,008\ \mu\text{m}$, que es la mejor entre muchos métodos de pulido.

Ventajas del pulido mecánico

- Brillo alto
- Acabado superficial mejorado
- Reducir la adherencia del producto
- Mejora de la limpieza de la superficie
- Mejor atractivo estético

pulido químico

En el pulido químico, las protuberancias finas en la superficie del material se disuelven preferentemente en el medio químico en lugar de las depresiones, lo que da como resultado una superficie lisa. En el proceso de pulido químico, la capa de pasivación se forma debido al efecto de la solución y el par galvánico



sobre la superficie del metal. El resultado directo del pulido químico es un pulido suave de las micro rugosidades y la disolución paralela de la capa superior. Puede pulir piezas de trabajo con formas complicadas y pulir múltiples piezas de metal al mismo tiempo con alta eficiencia. La rugosidad de la superficie obtenida por pulido químico es generalmente $Ra10\mu\text{m}$.

Proceso químico de pulido para piezas de aleación de titanio

También se pueden pulir piezas de trabajo con formas complejas.

- Alta eficiencia
- Se pueden pulir varias piezas al mismo tiempo
 - Baja inversión de capital
- Excelente resistencia a la corrosión

electro pulido

El electro pulido también se denomina electro pulido, pulido electroquímico y pulido anódico. El principio básico del electro pulido es el mismo que el pulido químico, las pequeñas protuberancias en la superficie se disuelven con un solvente para obtener una superficie lisa. Sin embargo, en comparación con el pulido químico, el efecto de la reacción catódica se puede eliminar y el efecto de pulido es mejor. El electro pulido elimina material de las piezas de trabajo de metal, reduce la rugosidad de la superficie y mejora el acabado de la superficie al aplanar los micropicos y valles.



Electro pulido

Ventajas del electropulido

- Brillo de larga duración
 - Mismo color por dentro y por fuera
- Compatible con una amplia gama de materiales
 - Bajo costo • Ciclo corto
- Baja contaminación
- Altamente resistente a la corrosión y no deforma las superficies metálicas.

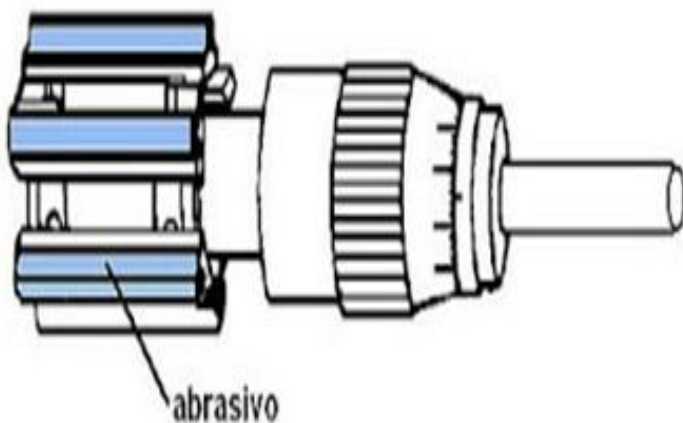
TEMA 4.3. BRUÑIDO

El bruñido elimina tensiones residuales causadas por el taladrado, escariados y rectificado interior. Ha pasado a ser un método rápido y eficiente en el dimensionado de precisión en una amplia gama de piezas, desde componentes de motores de turbinas a guías de válvulas. El bruñido se asocia a superficies de revolución, sobre todo interiores, aunque puede ser exterior. Las características finales de la superficie bruñida son: gran precisión y rugosidad superficial muy buena, además de características geométricas de redondez excelentes. Es un proceso de arranque de metal utilizado tras la fundición, sinterizado, escariado, taladrado o rectificado para obtener una geometría de precisión y un acabado superficial perfecto. En la última década el bruñido ha llegado a ser un proceso mejor descrito como acabado de orificios, dada la cantidad de arranque logrado y el incremento substancial de los porcentajes alcanzados. Una ventaja adicional que ofrece el bruñido es la mejora de la rugosidad superficial. La mayoría de los procesos de bruñido crean un trazado rayado helicoidal en el orificio. Esta textura forma una buena superficie porque permite la transferencia axial de lubricación. La elección de tamaño de grano de abrasivo determina el acabado superficial obtenido. Dado que los puntos de corte de los granos de abrasivo de bruñido son muy pequeños y cortan simultáneamente, el calor y la tensión generada en la pieza de trabajo nunca llegan a concentrarse. Como resultado el proceso daña

mínimamente la superficie y la integridad de la superficie bruñida es excelente.

TEMA 4.4. Lijado, Tamboreo.

Al Tamboreo también se le conoce como frotación. Es el proceso de limpieza de



partes metálicas pequeñas con la ayuda de un abrasivo. El procedimiento consiste en introducir las piezas metálicas en el tambor y hacerlo girar sobre los muñones las partes que se desean limpiar se empacan ajustadamente en el tambor.

Se puede decir que el tamboreo es una operación de acabado de metales ya que elimina una gran cantidad de metal y produce superficies limpias. Debido a que se trata de un proceso de remoción de metal no se puede utilizar en la limpieza de componentes que tengan esquinas porque las redondea.





Lijado con disco



Discos para lijado de diversos grados de material abrasivo.

Lijado con lijas redondas de diferente número de acuerdo con el resultado esperado los números de lija más pequeños tienen tamaño de grano grande, los números grandes poseen granos más finos en proporción al número de lija, las lijas del 100 tienen grano grueso su lijado deja rayas profundas, en cambio la lija 1200 es sumamente fina de grano muy pequeño, puede ser utilizada para preparar superficies de auto para pintarse. Se ponen con un pegamento especial sobre una lijadora manual.

TEMA 4.5. Esmerilado.

El esmerilado. Es la operación de ajuste que se realiza frotando suavemente una superficie abrasiva o pulidora, contra otras superficies planas o curvas ya trabajadas con limas, rasquetas y máquinas herramienta. Las superficies pulidoras suelen ser más blandas que las superficies a trabajar; pero se cargan con granos y polvo de sustancias muy duras, llamadas abrasivos, y también materiales esmerilantes. El esmerilado puede hacerse a mano y a máquina, sobre materiales en estado natural o endurecidos por el temple, la cementación, etcétera. El esmerilado a mano es muy lento y exige una gran sensibilidad manual. El grado de acabado que se logra con el esmerilado puede medirse con aparatos especiales. En los dibujos realizados por los proyectistas, el esmerilado se indica con el grado de rugosidad, El grado de rugosidad tiene relación con el maquinado y la tolerancia de trabajo. Los materiales esmerilantes usados como abrasivos pueden ser naturales, como el esmeril y el corindón: o artificiales, como los llamados Alundum, carborundum, óxido de cromo, diamantina, etc. Los materiales esmerilantes se utilizan en forma de polvo mezclado con queroseno con aceite; adheridos a papeles especiales y muy consistentes, o a diversas telas, y también en forma de muelas o bloques abrasivos. En el comercio, esos granos se designan con número convencionales (de 100 a 600), que indica la cantidad de agujeros por pulgada cuadrada de los tamices utilizados para separar y clasificar los materiales esmerilantes. Existen, además, abrasivos en polvo muy fino, casi impalpable, que se utilizan en forma de pasta, o adheridos a telas y papeles, en la fase de acabado.



TEMA 4.6. Galvanoplastia

La galvanoplastia es la práctica de la unión de un recubrimiento superficial de un material a otro por métodos electroquímicos. Generalmente un revestimiento de múltiples capas que consta de una o dos capas de cobre, una o dos capas de níquel y una capa final de cromo, latón, oro, o cualquier otro metal tratable. Estos procesos llegan a proporcionar una superficie exterior lisa, para deposita un metal sobre otro, se hace pasar una corriente eléctrica entre las placas sumergidas (ánodos) hacia el objeto que se ha de galvanizar, a través de una solución de sales metálicas (electrólisis). Los ánodos son del mismo metal que la electrólisis y se disuelve en ella lentamente. Los iones de metal son atraídos por los objetos que se galvanizan y se despojan aquí de sus cargas eléctricas y se depositan sobre sus superficies. Plata, níquel, cobre y zinc son los metales más generalmente utilizados en este proceso.

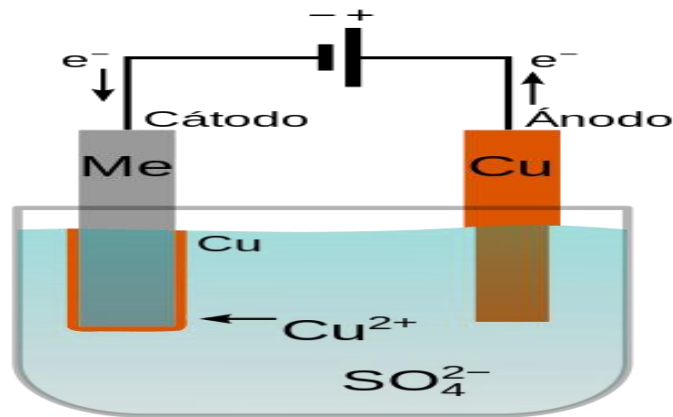
Con este acabado se obtiene:

- Resistente a la corrosión
- Resistente a la abrasión

Usos:

- Componentes de automóvil, avión, y en barcos
- Quemadores de gas de cocina
- Componentes médicos para lograr una superficie que puede ser desinfectado o esterilizado.
- Hebillas, botones, llaveros,
- En la bisutería se utilizan baños de oro
- En joyas metales más escasos como platino y rodio.





La galvanoplastia es la aplicación tecnológica de la deposición de metales mediante electricidad, también llamada electrodeposición. El proceso se basa en el traslado de iones metálicos desde un ánodo a un cátodo, donde se depositan, en un medio líquido acuoso, compuesto principalmente por sales metálicas y ligeramente acidulado (electrolito). Etimológicamente, proviene de galvano, proceso eléctrico, en honor a Galvani, y -plastia, del epíteto griego πλαστός (plastós): 'figura', 'tallado', es decir, "dar una figura mediante la electricidad".

TEMA 4.7. Pintura

La aplicación de la pintura a un producto a través de su proceso es muy complejo y laborioso, tomaremos como ejemplo el proceso de pintar un auto **en sus diferentes operaciones**.





El pintado es un proceso complejo, en el que además de sofisticados robots participa un equipo de ingenieros y químicos. No es extraño, ya que la pintura de un Audi tiene apenas una décima de milímetro de espesor, menos de lo que mide el diámetro de un cabello humano, pero debe resistir décadas. El proceso es un gran reto para los expertos y por eso Audi utiliza la más alta tecnología. Cuando la carrocería llega a la línea de pintura, el primer paso es limpiarla exhaustivamente, después, se aplica una protección contra la corrosión, luego viene el galvanizado y posteriormente el proceso de sellado de los huecos y juntas con cera caliente, mediante imprimación por inmersión. Un sellado con PVC por medio de robots proporciona protección adicional a las uniones, se revisa la carrocería de forma manual y se limpia de nuevo eliminando hasta la más mínima mota de polvo. Una vez preparada la carrocería llega el momento de aplicar la pintura, que consta de varias capas, en este proceso se utilizan únicamente pinturas al agua. Se pinta **con**

robots a través de difusores y para minimizar los efectos negativos de un exceso de pintura, Audi usa un método de aplicación electrostática que le permite reducir el consumo de material y, por tanto, la utilización de disolventes. Un Audi lleva cuatro capas de pintura, las dos primeras garantizan la elasticidad y protección contra el deterioro y la tercera aporta el color que nosotros vemos. Si la pintura es metalizada o efecto perla, se añaden nano partículas en los pigmentos y así el tono cambia según la incidencia de la luz. La cuarta y última capa es transparente y proporciona brillo y protección a la carrocería. El control de calidad Audi es esencial en el proceso y utiliza aparatos especiales de medición que permiten descomponer la luz que irradia un objeto de color y analizarlo. El acabado debe durar toda la vida del vehículo, por eso se somete a duras pruebas de resistencia, al impacto y a la radiación solar, al hielo, a la lluvia o a las bajas temperaturas, en cámaras especiales donde se puede simular una atmósfera controlada.

TEMA 5. Procesos industriales de plásticos térmicos, compuestos y termofraguantes y materiales cerámicos

TEMA 5.1. Generalidades.

La fabricación de productos plásticos en gran escala se inició con El descubrimiento de la ebonita o hule duro por Charles Goodyear en 1839 y el descubrimiento del celuloide por J. W. Hyatt en 1869 marcaron el comienzo de esta industria. En 1909 fue desarrollada por el Dr. L.H. Baekeland y sus colegas, uno de los materiales más importantes, la resina de fenol formaldehído, desde entonces la investigación ha agregado numerosos materiales sintéticos que varían ampliamente en propiedades físicas. En general el término plástico se aplica a todos los materiales capaces de ser moldeados o modelados. Son materiales orgánicos sintéticos que se hacen plásticos por la aplicación del calor y son capaces de formarse bajo presión.



Las bolas de billar están hechas con resina

Fenol - formaldehído

TEMA 5.2. Tipos de plásticos. Los materiales plásticos se pueden clasificar en termofraguantes y termoplásticos

a). - Termofraguantes Son formados mediante calor y con o sin presión, resultando un producto que es permanentemente duro. El calor ablanda primero al material, pero al añadirle más calor o sustancias químicas especiales, se endurecen por un cambio químico conocido como polimerización y no puede ser reblandecido. La polimerización es un proceso químico que da como resultado la formación de un nuevo compuesto cuyo peso molecular es un múltiplo del de la sustancia original. Los procesos utilizados para plásticos termofraguantes, incluyen compresión o moldeo de transferencia, colado, laminado o *impregnado*.

•Poliuretano (PU)



•Policloruro de vinilo (PVC)



•Politereftalato de etileno (PET)



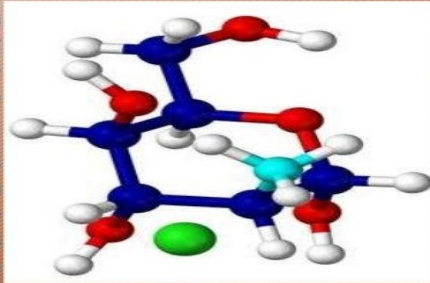
Productos elaborados con plásticos termofraguantes

b). - Termoplásticos Son procesados principalmente por inyección o moldeo soplado, extrusión termoformado y satinado. Los termoplásticos son polímeros que se caracterizan por su capacidad única de ser moldeados repetidamente mediante calor y presión. A diferencia de los termoestables, los termoplásticos conservan su capacidad de fusión y remodelación incluso después de haber sido moldeados y solidificados. Esta propiedad, conocida como termoplasticidad, permite un proceso de fabricación eficiente y la capacidad de adaptarse a diversas formas y aplicaciones.

LOS PLÁSTICOS. DEFINICIÓN Y COMPOSICIÓN.

Los plásticos son materiales constituidos por numerosas moléculas que contienen átomos de carbono y que forman largas cadenas.

Cada una de las múltiples moléculas que forman un plástico reciben el nombre de **mero** y por eso a los plásticos también se les llama **polímeros**.



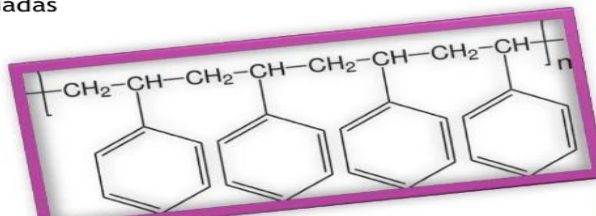
Productos termoplásticos Son procesados principalmente
Por inyección o moldeo soplado.

TEMA 5.3. Material primas

Las materias primas para los compuestos plásticos son diversos productos agrícolas y muchos otros materiales minerales y orgánicos, incluyendo carbón, gas, petróleo, piedra caliza, sílice y azufre. En el proceso de fabricación se agregan otros ingredientes tales como polvos colorantes, solventes, lubricantes, plastificantes y materiales de relleno. El aserrín, la harina, algodón, fibras de trapo, asbesto, metales pulverizados, grafito, vidrio, arcilla y tierra diatomácea son los materiales más importantes usados como relleno. Tale productos como asientos para sillas a la intemperie, telas plásticas, recipientes para basura, fundas para máquinas, artículos para equipaje, cascos de seguridad, cañas para pescar y partes para instrumentos, son ejemplos de los productos que utilizan este relleno. Su empleo reduce los costos de fabricación, disminuye el encogimiento, mejora la resistencia al calor, suministran resistencia al impacto o le imparten al producto otras propiedades deseables.

ORIGEN DE LOS POLIMEROS

- La mayor parte de los polímeros están formados por estructuras de carbón y por tanto se consideran compuestos orgánicos. Aunque existen polímeros naturales de gran valor comercial, la mayor parte de los polímeros que usamos en nuestra vida diaria, son materiales sintéticos con propiedades y aplicaciones variadas



TEMA 5,4 compuestos termofraguantes (fenólicas, resinosas y furámicas)

Fenólicas

Es uno de los principales plásticos termofraguantes que se usan en la actualidad en la industria. Dicha resina sintética se elabora mediante la reacción del fenol con el formaldehído, forma un material duro, de alta resistencia, durable, capaz de ser moldeado bajo una amplia variedad de condiciones. Este material tiene alta resistencia al calor y al agua y puede producirse en una gran variedad en colores. Se usa en la fabricación de materiales de revestimiento, productos laminados, ruedas de esmeril y agentes aglutinantes para metal y vidrio, pudiendo moldearse en muchas formas útiles, tales como cajas moldeadas, clavijas

eléctricas, tapones de botella, perillas, carátulas, mangos para cuchillos, gabinetes para radio y otras numerosas partes eléctricas. Los compuestos fenólicos son moldeados por compresión o moldeo de transferencia.



Productos de resinas fenólicas

Resinosas

Las resinas más importantes son formaldehído de urea y formaldehído de melanina. Este componente plástico, también termofraguantes, se puede obtener en forma de polvo para moldear o en solución para usarse como liga y adhesivo. A la vez se combina con una variedad de relleno, mejora las propiedades mecánicas y eléctricas. Las buenas características de flujo de la resina de melanina hacen un modelo de transferencia, conveniente para tales artículos



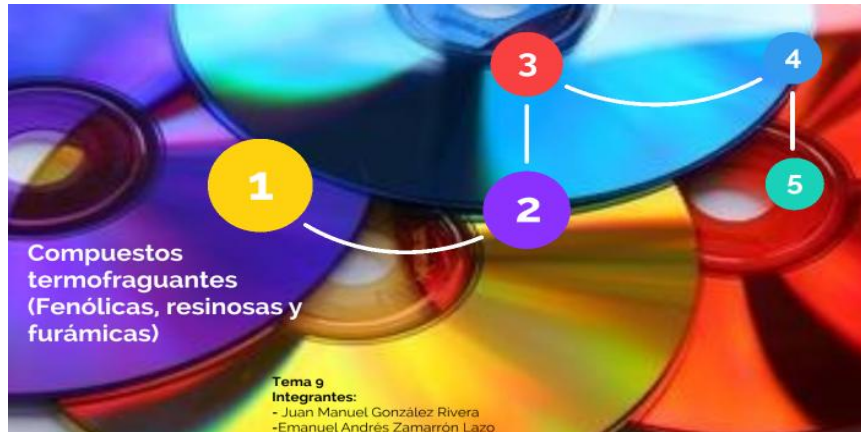
como vajillas, piezas de encendido, perillas y estuches para rasuradoras

Artículos elaborados con materiales

Termofraguantes resinosas.

Furámicas

Las resinas furámicas se obtienen procesando productos agrícolas de desecho, tales como olotes, cascara de arroz y de semillas de algodón, con ciertos ácidos. La resina termofraguante que se obtiene es de color oscuro resistente al agua y tiene excelentes cualidades eléctricas. Estas resinas también son usadas como aglutinantes para arena de corazones de fundición, como aditivos endurecedores para enyesar, también como agentes adhesivos en compuestos de piso y en productos de grafito.



TEMA 5.5. Celulosas, poliestirenos, polietilenos y propilenos.

Celulosas

Las celulosas son termoplásticos preparados de varios tratamientos con fibras de algodón y madera. Son muy tenaces y se producen en una amplia variedad de colores.



La celulosa reemplaza al plástico como material de embalaje.

Acetato de celulosa. Es un compuesto más estable que tiene una resistencia mecánica considerable y fácil de ser fabricado en láminas o ser moldeado por inyección, compresión y extrusión. Con este compuesto se fabrican envases de exhibición, juguetes, perillas, cuerpos de lámparas eléctricas,



revestimientos de cerdas para brochas de pinturas, etc.

Artículo fabricado de acetato de celulosa

Acetato-butirato de celulosa.

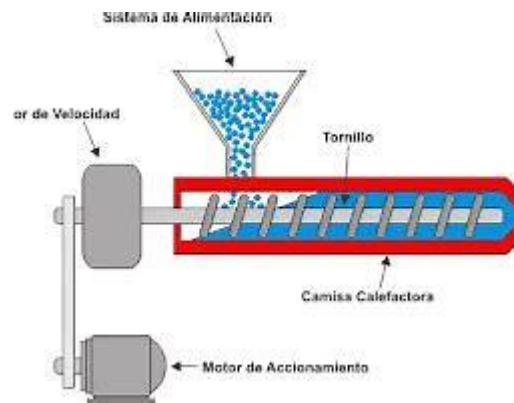
Es un compuesto para moldeos, es similar al acetato de celulosa y ambos se producen en todos los colores por los mismos procesos, en general se reconoce por su baja absorción de humedad, por su fuerza, estabilidad dimensional bajo diversas condiciones atmosféricas y por su capacidad para ser extruido continuamente. Es utilizado para fabricar los siguientes productos: cascos para fútbol, armazones para anteojos, charolas, cinturones, etc.



Artículo elaborado con acetato- butirato de celulosa

Poliestirenos

Es un material adaptado especialmente para moldeo por inyección y extrusión. Algunas de sus características más notables son. Su bajo peso específico (1.07), es fácil de obtener en colores claros a opaco, resistentes al agua y a la mayor parte de los agentes químicos, estabilidad dimensional y buenas características de aislamiento.



Poliestirenos fabricados por inyección

Poliétilenos

Los productos de polietileno son flexibles tanto a temperatura ambiente normal como a bajas temperaturas, son a prueba de agua, no los afecta la mayoría de los agentes químicos; son capaces de sellar por calor y pueden producirse en muchos colores. El polietileno es uno de los plásticos más ligeros, pudiendo flotar en el agua, tiene una densidad de .91 a .96. es uno de los plásticos más económicos y sus características de resistencia a la humedad favorecen para envolver y para hacer bolsas. Otros productos son: charolas para cubos de hielo, charolas para revelado, telas, material de envoltura, biberones, mangueras para jardín, cables coaxiales y partes aislantes para aplicaciones de alta frecuencia.

Termoplásticos		
Nombre	Se usa para...	Ejemplos
POLIETILENO	Bolsas, recipientes, contenedores...	 
POLIÉSTER	Botellas para bebidas, envases alimenticios...	   
POLIESTIRENO	Protectores en embalajes, planchas aislantes...	 
POLIVINILOS	Tuberías de agua y gas, aislantes eléctricos, impermeables, antiguos discos de música...	 
POLIPROPIRENOS	Cajas, estuches con tapa abatible, jeringuillas...	 

Estos productos se pueden fabricar en moldeo por inyección, moldeo soplado o extruirse en láminas, películas, etc.

Polipropileno

Puede ser procesado por todas las técnicas termoplásticas. Tiene excelentes propiedades eléctricas, alta resistencia al impacto y a la tensión, con buena resistencia a los productos químicos y al calor. Los monofilamentos de polipropileno se usan para hacer sogas, redes y telas, también se fabrican artículos para hospital y laboratorio, juguetes,



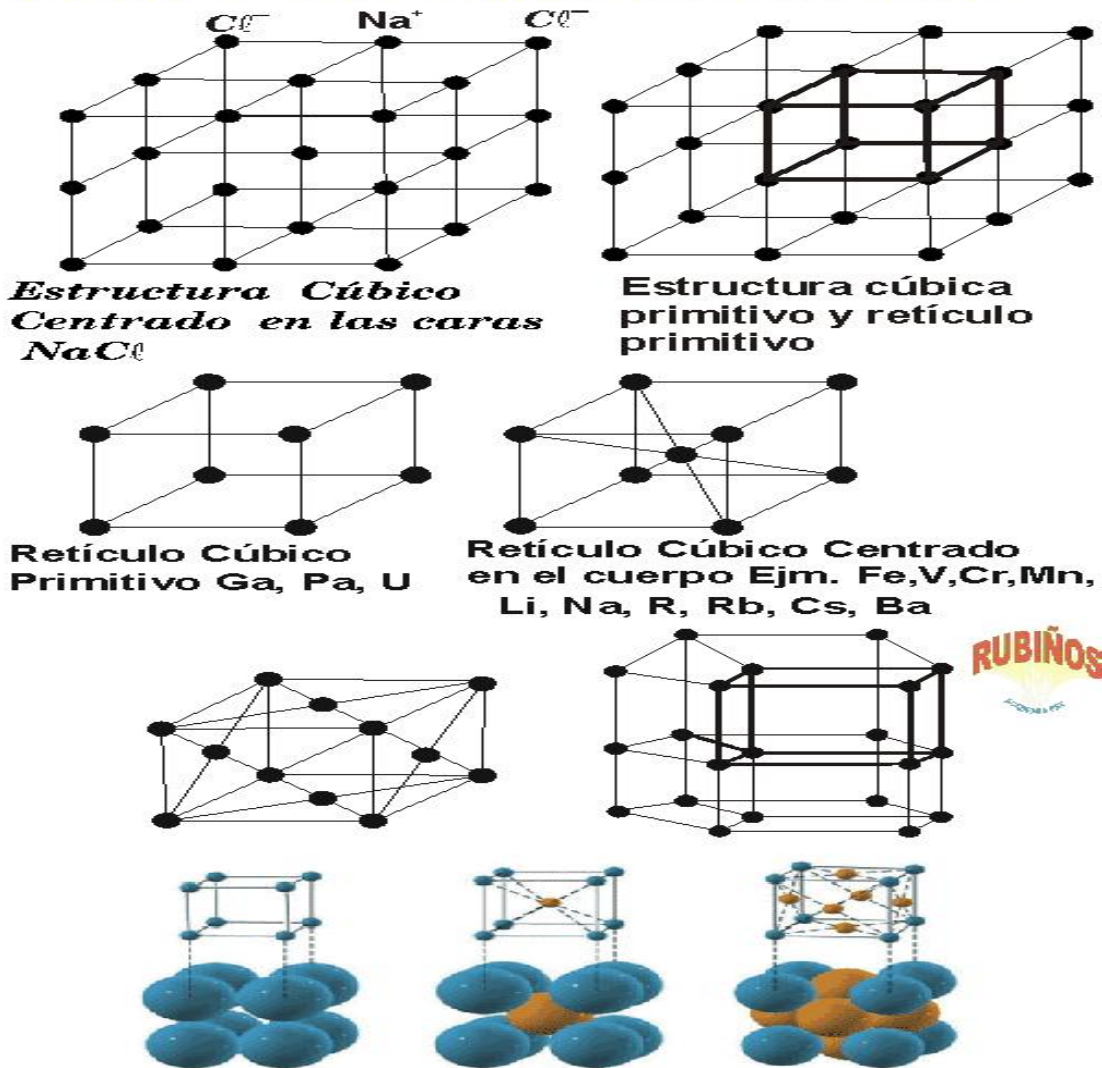
muebles, etc.

Productos fabricados con polipropileno

TEMA 5.6. Materiales cerámicos.

Los materiales cerámicos son compuestos químicos inorgánicos o soluciones complejas, constituidos por elementos metálicos y no metálicos unidos entre sí principalmente mediante enlaces iónicos y/o covalentes; con gran aplicación en alfarería, construcción, utensilios de cocina, dispositivos eléctricos. Esta gran versatilidad de aplicaciones se debe a que poseen propiedades muy características que no pueden ser obtenidas con ningún otro material.

REDES Y RETÍCULOS CRISTALINOS



Imágenes de estructuras de materiales cerámicos

TEMA 5.6.1. Estructura de los materiales cerámicos.

Puede ser cristalina, no cristalina, o una mezcla de ambas. Se presentan en las más variadas formas; de estructuras muy simples a las más complejas mezclas de fases. Su abundancia en la naturaleza y las diferencias que presentan en sus propiedades respecto a las de los metales los convierte en materiales sumamente importantes. Según su estructura, los cerámicos pueden clasificarse en dos grandes grupos, los cristalinos o cerámicos, y los no cristalinos o vidrios. A su vez, los cristalinos pueden ser monocristalinos o policristalinos

Cerámicos tradicionales. Los cerámicos tradicionales son silico aluminados derivados de materias primas minerales. Se constituyen de tres componentes básicos: la arcilla ($\text{SiO}_2\text{Al}_2\text{O}_3\text{OH}$), sílice o sílex (SiO_2 , arena) y feldespato (SiAlO_2K o SiAlO_2Na). La arcilla, a su vez, está compuesta principalmente por silicatos de aluminio hidratados con pequeñas cantidades de otros óxidos. Antes que el material endurezca por el fuego, las arcillas se pueden trabajar, y constituyen el cuerpo principal del material. El sílice (SiO_2 , sílex, arena o cuarzo) funde a altas temperaturas y constituye el componente refractario de los cerámicos tradicionales. El feldespato potásico funde a baja temperatura, transformándose en vidrio, formando una fase líquida que une los componentes refractarios y facilita la sinterización.

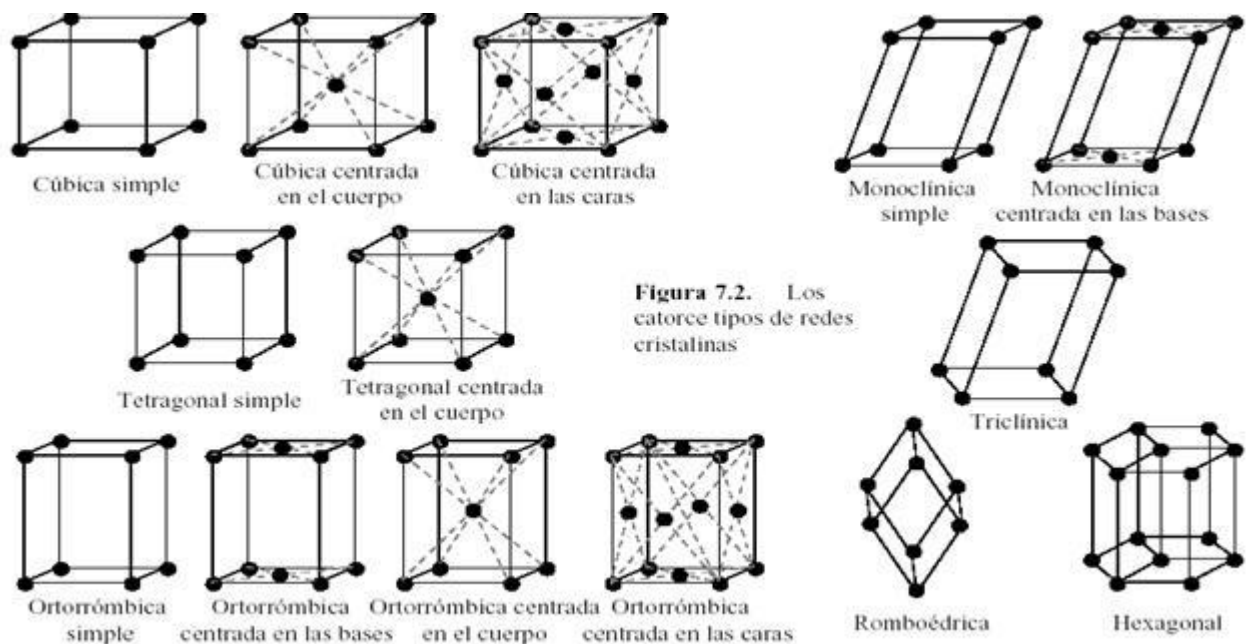


Figura 7.2. Los catorce tipos de redes cristalinas

Imágenes de estructuras de materiales cerámicos, Cristal - vidrio

TEMA 5.6.2 Cerámicos tradicionales.

Aplicaciones de lo cerámicos. Fabricación de productos de alfarería, debido a su dureza y resistencia al calor. Losetas térmicas (trasbordadores espaciales), por su baja conductividad térmica. Fabricación de materiales de construcción (ladrillos, cemento, azulejos, baldosas, etc.), por su dureza y baja conductividad térmica y eléctrica. Aislantes en aparatos electrónicos. Materiales refractarios, por

su punto de fusión tan elevado. Sirven para pulir o afilar otros materiales de menor dureza debido a su gran dureza. Ejemplos: alúmina fundida y carburo de silicio.



Productos cerámicos tradicionales.

TEMA 5.6.3. Propiedades generales y aplicación de los cerámicos.

Propiedades generales.

Propiedades Mecánicas: - Son duros y frágiles a temperatura ambiente debido a su enlace iónico/covalente (al aplicarles una fuerza los iones desigual carga quedan enfrentados provocando la rotura del enlace), este hecho supone una gran limitación en su número de aplicaciones. Esta fragilidad se intensifica por la presencia de imperfecciones. Son deformables a elevadas temperaturas ya que a esas temperaturas se permite el deslizamiento de bordes de grano. Propiedades Magnéticas: - No suelen presentar propiedades magnéticas, sin embargo, podemos encontrar cerámicas con propiedades magnéticas de gran importancia como ferritas y granates. Éstas son las llamadas cerámicas ferromagnéticas. En estas cerámicas los diferentes iones tienen momentos magnéticos distintos, esto conduce a que al aplicar un campo magnético se produzca como resultado una imantación neta. Propiedades Eléctricas: - Son en su mayoría aislantes eléctricos debido a que tienen una alta resistencia dieléctrica y baja constante dieléctrica. Algunos de ellos presentan otras propiedades dieléctricas como es la facilidad de polarizarse

Propiedades Térmicas: - La mayoría de los materiales cerámicos tienen bajas conductividades térmicas debido a sus fuertes enlaces iónico/covalentes.

La diferencia de energía entre la banda de covalencia y la banda de conducción en estos materiales es demasiado grande como para que se exciten muchos electrones hacia la banda de conducción, por este hecho son buenos aislantes térmicos. Debido a su alta resistencia al calor son usados como refractarios, y estos refractarios son utilizados en las industrias metalúrgicas, químicas, cerámicas y del vidrio.

USOS DE LOS MATERIALES CERÁMICOS

Su uso inicial: la elaboración de recipientes.

Más adelante se utilizó para modelar figurillas y actualmente se emplea como aislante eléctrico y térmico en hornos, motores y en blindaje.





Materiales cerámicos de carburo de tungsteno

Utilizado en la fabricación de herramientas de corte

Para maquinas herramientas.

TEMA 6. - Procesos de manufactura especiales de empresas de la región.

El estado de Baja California cuenta con una gran diversidad de procesos de fabricación, considerando la gran cantidad de productos diferentes que se fabrican en este estado, Los sectores impulsados de acuerdo con las capacidades y conocimientos existentes y sus productos potenciales a desarrollar son de las áreas de electrónica, maquinaria, metales, piedra, vidrio, textiles y muebles, algunos de sus productos se mencionan a continuación.

➤ **AEROESPACIAL**

La fuerza laboral en esta industria se estima en 8,000 técnicos, ingenieros y operadores.

- Baja California representa el 20% de la Industria Aeroespacial en México.
- La industria aeroespacial ha sido una presencia destacada en la ciudad durante casi 50 años, con 28 exitosas empresas dedicadas al diseño, ensamblaje y mantenimiento y reparación de aeronaves (MRO).

➤ **Productos ensamblados**

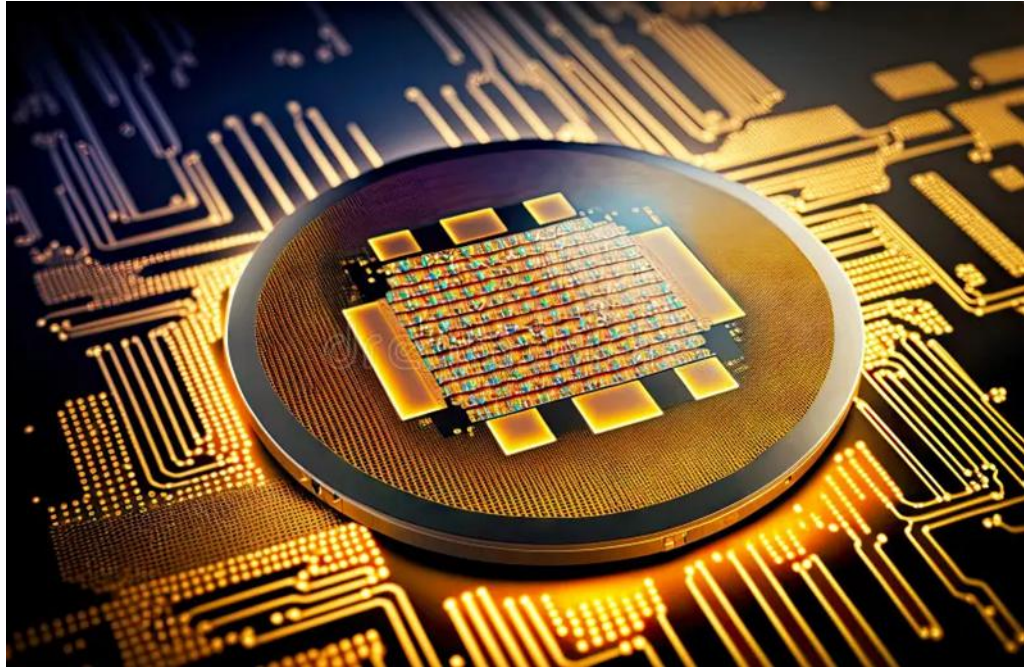
- Fuentes de energía eléctrica [UPS – Sistemas de alimentación ininterrumpida]
 - Motor eléctrico para sistemas auxiliares
 - Sistemas de comunicación y entretenimiento
 - Controles de vuelo
 - Sensores
 - Actuadores
 - Cable y mazo de cables
 - Tecnología de cabina
-
- Baja California alberga el clúster de dispositivos médicos más grande de América Latina. La ciudad de Mexicali cuenta con 15 empresas médicas establecidas dedicadas a la manufactura, ensamblaje y empaque, y una fuerza laboral de aproximadamente 6,000 ingenieros, técnicos y otros profesionales. Las instalaciones operativas utilizadas en la industria médica han sido aprobadas por la FDA, lo que garantiza su calidad y seguridad.



Proceso de fabricación de productos médicos

- En Mexicali se encuentran establecidas 40 empresas relacionadas con la electrónica, las cuales se dedican a operaciones de manufactura, mantenimiento, reparación y ensamblaje (MRO).
- La industria también cuenta con una fuerza laboral de aproximadamente 22,000 técnicos, ingenieros y otros profesionales, además de contar con programas de vinculación sólidos y efectivos entre la industria y las instituciones educativas.
- Empresas asiáticas de Japón, Corea del Sur y Taiwán han realizado inversiones en la ciudad.

- La industria fabrica productos con la última tecnología y empresas como Skyworks, Technicolor, Valutech, LG y TSSI han invertido en las instalaciones locales.

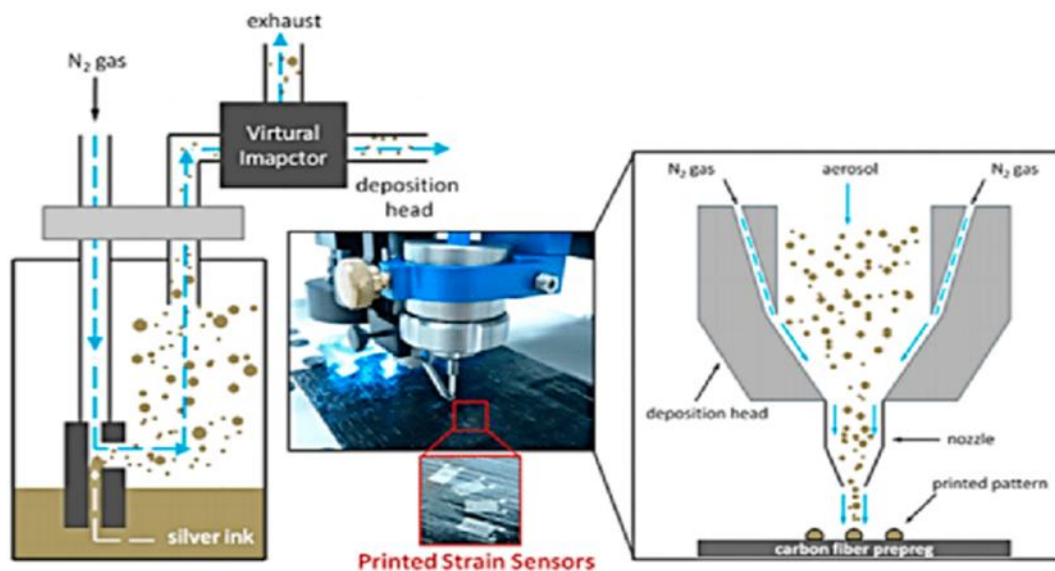


Proceso de fabricación de productos microcircuitos

TEMA 6.1.- Maquinados con chorro abrasivo.

- El corte por agua es un proceso de corte industrial que se produce cuando un chorro de agua a muy alta presión, o una mezcla de agua y una sustancia abrasiva, corta una amplia gama de materiales. La herramienta utilizada en el corte por agua se denomina cortadora de chorro de agua. Se necesita una sustancia abrasiva para cortar materiales duros como el metal o el granito, en estos casos se llama chorro abrasivo. Los materiales más blandos, como el caucho o la madera, no requieren una sustancia abrasiva y pueden beneficiarse de un chorro de agua puro.
- El cortador de chorro de agua controla cuidadosamente la erosión de los distintos materiales mediante un chorro de agua a gran velocidad y presión. Es un método muy utilizado en la fabricación de piezas de maquinaria y resulta especialmente beneficioso cuando el material a cortar es sensible a las altas temperaturas generadas por otros métodos.

- La minería y la industria aeroespacial, entre otras, son industrias que utilizan el corte por chorro de agua para cortar, dar forma y escariar.
- En teoría, la primera aplicación del corte por agua se produjo a mediados del siglo XIX con el uso de agua a alta presión con fines de erosión en la minería hidráulica. Pero fue realmente en la década de 1930 cuando el proceso se adoptó para procesos de corte industrial en la industria del papel. Los chorros de agua abrasivos también surgieron en la década de 1930. En la época de la posguerra se siguieron produciendo avances, al principio con materiales más blandos, que acabaron desembocando en el primer líquido a ultra alta presión para cortar materiales duros. En los años 60 y 70 se desarrolló el chorro de agua pulsante y, a medida que avanzaba el desarrollo de los sistemas de alta presión, la fusión de ambas tecnologías ha dado paso a su aplicación moderna.

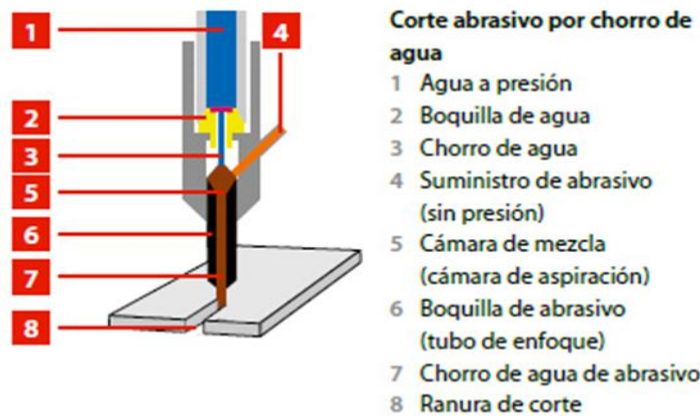


Mecanizado por chorro abrasivo

proceso de mecanizado por chorro abrasivo

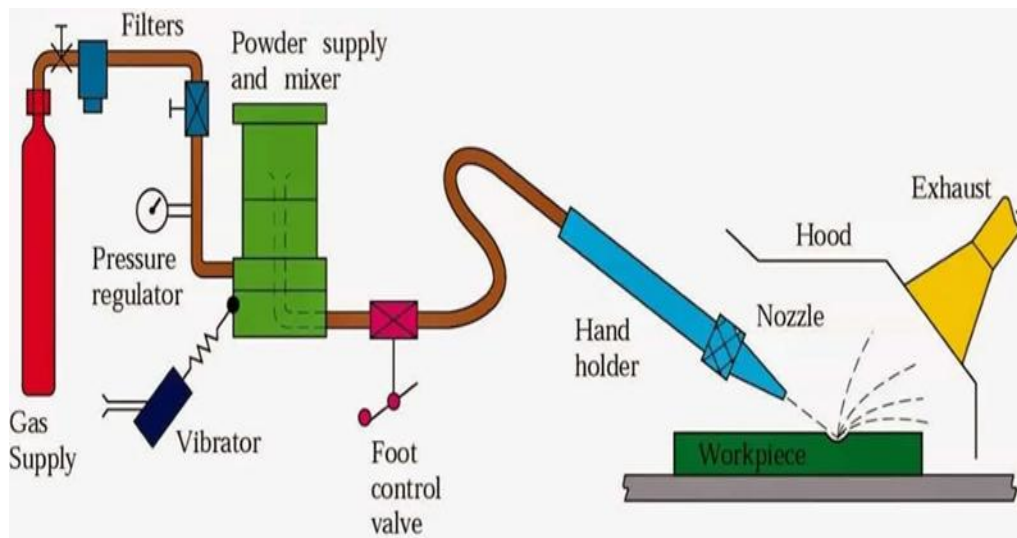
- Este tipo de proceso de mecanizado no convencional consiste en golpear una pieza de trabajo con un chorro de partículas abrasivas a alta velocidad. Cuando estas partículas abrasivas presurizadas con gas o aire golpean la pieza de trabajo repetidamente, provocan que se aflojen pequeños fragmentos del material. Posteriormente, el chorro arrastra estas piezas sueltas de la pieza, exponiendo una superficie nueva al impacto de las partículas abrasivas.

- Además, la flexibilidad de usar este proceso para el mecanizado es una de las principales ventajas que tiene sobre otros procesos. Además, la manguera utilizada en este proceso puede transportar el material abrasivo a cualquier parte de la pieza de trabajo para su mecanizado. Esto incluye piezas que normalmente serían inaccesibles para otros procesos de mecanizado



Se requieren varias partes para el éxito de este proceso de mecanizado, que incluyen;

- Suministro de gas: puede ser aire comprimido o gas.
- Filtro: Este componente indica el nivel de pureza del suministro de combustible. También limpia el suministro de combustible, asegurando que no haya cuerpos extraños.
- Manómetro: Este componente determina la cantidad de presión requerida para el proceso. También comprueba y controla el nivel de presión.
- Regulador: El regulador controla el flujo de aire comprimido o gas a través de las tuberías
- Cámara de mezcla: esta es la parte de la máquina de chorro abrasivo donde se mezclan el aire comprimido y las partículas abrasivas.
- Boquilla: Hecha de material duro, la boquilla suele tener un diámetro de entre 0.18 mm y 0.8 mm.



Máquina para hacer corte con chorro abrasivo.

TEMA6.2.- Diagrama corte por chorro de agua

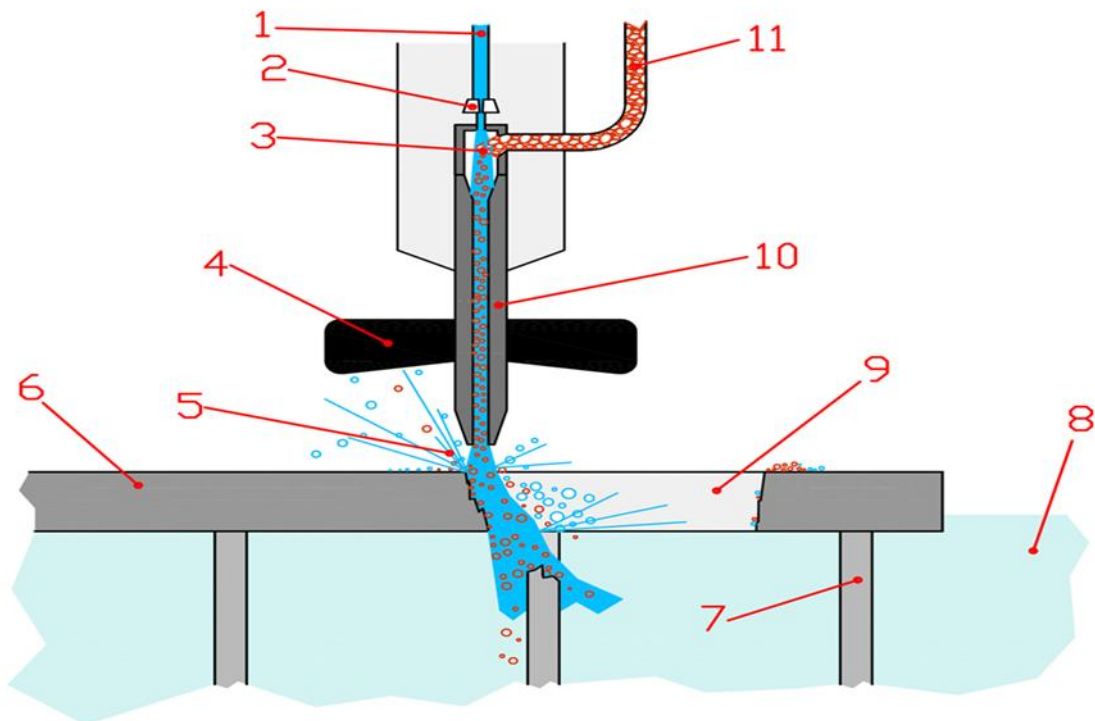


Diagrama de una máquina de corte por chorro de agua. 1. Alta presión de agua – 2. Enfoque – 3. Cámara de mezcla – 4. Tapa – 5. Salpicaduras – 6. Pieza de trabajo – 7. Pieza de red permanente – 8. Agua – 9. Parte de la pieza de trabajo cortada Boquilla Arena abrasiva

Características y componentes del corte por chorro de agua

Componentes:

El sistema de ultra alta presión con bomba y cabezal de corte.

El sistema de control que trabaja directamente sobre los motores, con su respectivo sistema de retroalimentación y un software especializado, que se utiliza para ajustar y preparar la máquina previa programación, lo que hace aún más eficiente el trabajo, que incluye la participación de personal especializado, pero con menor intervención en el proceso de corte.

La máquina, los ejes X, Y y Z, los ejes de muñón y un dispositivo para soporte de material.

Capacidad:

Bien calibrado, este sistema es capaz de aprovechar al máximo su potencial y cortar, de un solo golpe, un emparedado de materiales, a modo de paquete de capas de hasta 8 pulgadas de ancho, alrededor de 20 centímetros, lo que lo ubica en el mercado como una alternativa muy socorrida en la modalidad de renta por hora, o si se tiene la capacidad y sobre todo, la necesidad, a través de la adquisición de un equipo de este tipo.

Este sistema sustituye a otras tecnologías, como fresado, láser, electro-erosión o plasma.

No se utilizan gases ni líquidos nocivos en el corte por chorro de agua y no se generan residuos peligrosos.

En una superficie cortada por un chorro de agua no existen zonas de afectación térmica (ZAT) ni tensiones mecánicas.



Es un proceso de corte en frío realmente versátil y eficiente.

En el principio, fue sólo agua, y lo que se perfeccionó fue el proceso y la máquina, siempre permitiendo alta precisión en el dibujo y el corte, con otra enorme ventaja, la posibilidad de trabajar sin interrupciones, permanentemente.

Entre los usos más importantes para el corte por chorro de agua pura en la actualidad se encuentran materiales como juntas, espuma, pañales desechables, papel tisú, plástico, alfombras y alimentos.



Corte por Chorro de Agua Abrasivo en la CDMX

El chorro de agua abrasivo

- Después llegó la innovación, al incluir los llamados “abrasivos”, el más común quizá, la arena, que se coloca en el cabezal de corte, y utiliza sobre los materiales más duros, pero posiblemente delicados, como el metal, la cerámica, la piedra, el vidrio y o algunos materiales compuestos.
- Hay máquinas que funcionan con los dos sistemas, y pasan con un solo click del corte puro con chorro de agua al corte abrasivo, ya sea en una placa delgada o de más de 25 cm de espesor, en menos de 2 minutos.
- Si la presión de estas bombas de agua puede alcanzar los 6,500 bar y los 4,000 km/m en su impacto, se debe a que se ha incluido el abrasivo al flujo de agua supersónico, por mil el poder de corte.
- En el proceso de innovación, se fue perfilando que el abrasivo debía mantenerse seco el mayor tiempo posible, o dicho de otro modo,

hasta el último instante antes de ser disparado, por lo que se mantiene en una tolva de transferencia y se agrega al cabezal de corte en el último momento.

- Una vez en el cabezal de corte, el agua acelera el abrasivo y sale del tubo de mezcla como un proyectil disparado por un rifle, dentro de una mezcla de agua, abrasivo y un poco de aire.
- Por si las ventajas fueran pocas, el proceso ha reducido drásticamente el uso de agua, a 4 l/min y 0,45 kg/min de abrasivo.
- Los tamaños de grano abrasivo varían de 50 a 220, pero el grano 80 es el más común.

TEMA 6.3. Procesos de ensambles (no permanentes, semipermanentes y Permanentes).

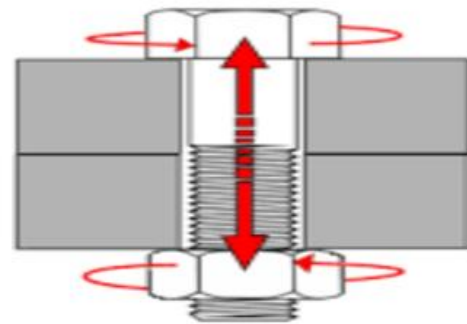
¿Qué son los procesos de ensamble?

- Un proceso de ensamble implica la colocación de dos o más piezas individuales para la conformación de un producto final. Suele dividirse en niveles dependiendo de la cantidad de componentes a unir, ya sean mecánicos, de software, electrónicos, farmacéuticos, o de cualquier otro tipo.
- Por lo regular, las líneas de ensamble son automatizadas de principio a fin con el propósito de acelerar la fabricación de productos. Estas implican procesos repetitivos con máxima precisión para alcanzar altos estándares de calidad, por lo que al intervenir la mano de obra humana las empresas necesitan mayor cantidad de recursos — tiempo y dinero—.
- En la actualidad existe maquinaria de alta tecnología, como aparatos robotizados que sustituyen la mano de obra humana durante las líneas de ensamblaje industrial
- Los datos indican que la incursión de robots en la producción industrial creció del 21 al 31 por ciento entre 2000 y 2016, y el sector automotriz es un ejemplo predominante de su uso, al incorporarlos en los procesos de ensamble automatizados.

¿Cuáles son los 3 tipos de ensamble?

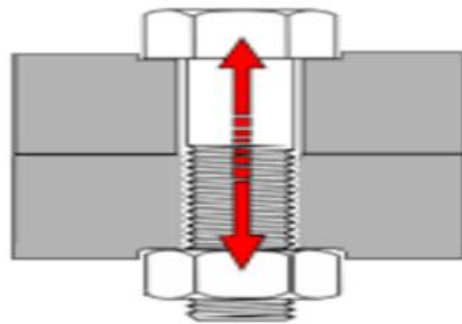
- Los procesos de ensamble varían de acuerdo con el tipo de producto manufacturado y la función especificada. A partir de **esto los** podemos dividir en tres categorías: ensamble semipermanente, ensamble permanente y ensamble no permanente. A continuación, te explicamos en qué consiste cada uno.

1. Ensamble semipermanente



AFLOJAMIENTO AUTOMÁTICO

Tuerca, o el perno, gira reduciendo la precarga



AFLOJAMIENTO NO ROTACIONAL

Sin rotación de tuercas o pernos, pero la precarga se reduce por el asentamiento de los componentes

- Este tipo de ensamble es frecuente en objetos que unen dos o más piezas mediante componentes como tornillos, pernos o sujetadores enroscados. Es decir, son fáciles de desarmar en el futuro para su sustitución por otros componentes. No obstante, entre sus desventajas se encuentra la tendencia al desprendimiento de las piezas

2. Ensamble permanente



- A diferencia de los ensambles semipermanentes, los permanentes utilizan métodos de sujeción de larga durabilidad a través de calor o presión, como soldaduras duras o adhesivos. Con estos se asegura que las piezas permanezcan unidas indefinidamente con poco riesgo de ser desprendidas

3. Ensamble no permanente



- Similar a un ensamble semipermanente, los ensambles no permanentes es un método temporal para unir dos piezas mecánicas con la posibilidad de ser desarmadas cuando se desee. Esta puede llevarse a cabo mediante soldaduras blandas, tornillos y cuñas. La única desventaja respecto a las anteriores es su elevado costo.
- Por ejemplo, observando la industria automotriz es común observar los tres tipos de ensambles. La unión de piezas de carrocería suele emplear métodos de ensamble permanente con la aplicación de altas temperaturas y presión en los componentes.
- Sin embargo, algunas piezas intercambiables, como las llantas, requieren un ensamble semipermanente. Las vestiduras también se aplican mediante este tipo de unión, mientras que para los acabados interiores son más recurrentes los ensambles no permanentes.

TEMA 6.4. Procesos regionales.

Producción agroalimentaria de Baja California

- En el valle de Mexicali se siembra algodón, sorgo, maíz, ajonjolí, calabacita, cebollín, chile, melón, pepino, perejil, sandía, tomate, aceite de cártamo, cebada, trigo, acelga, ajo, betabel, brócoli, cebolla, coliflor, chícharo, nabo, ejote, espinaca, lechuga, rábano, repollo, zanahoria, alfalfa, vid y espárrago.

Producción agroalimentaria de Baja California

- Este estado cuenta con 73,517 km² con lo cual ocupa el 3.8% del territorio nacional, cuenta con 3 millones 634 mil 869 habitantes siendo Tijuana el municipio más poblado, seguido de Mexicali y Ensenada.
- Al ser un estado que tiene diversas playas, tiene diversos productos pesqueros que sobresalen, como la Sardina 109 mil 506 t., Atún 9 mil 923 t., Sierra 3 mil 370 t., Lobina 1 mil 282 t. y Langosta 745 t.

- Baja California es apreciada por muchos motivos, pero uno de los que genera más interés y turismo son los apreciados vinos que se cultivan en los viñedos del estado. Son muchos los viajeros llegados de todo el mundo, especialmente de Estados Unidos, quienes llegan a Baja California siguiendo la Ruta del Vino.



- El microclima mediterráneo de estos valles de Ensenada Baja California es apto por su altitud, temperaturas y calidad de la tierra para producir un vino de exquisita factura. El empeño de comunidades llegadas de diversa procedencia, como italianos, españoles o rusos (que cuentan con el Museo Comunitario Ruso del Valle de Guadalupe) ha servido para que 100 años después el prestigio de estos vinos trascienda las fronteras de México.
- La Ruta del Vino de Baja California se encuentra al norte del Estado y permite hacer un recorrido personalizado por algunas de las más de 64 bodegas de producción, repartidas por siete valles.
- La zona de los valles de Guadalupe, Calafia y San Antonio de las Minas concentra el mayor número de viñedos, con bodegas y vinos que gozan de un reconocimiento mundial. El mapa enológico de la región se extiende hacia el sur con los valles de Santo Tomás, San Vicente y Ojos Negros, y hacia el norte con el Valle de las Palmas. Aproximadamente el 90% de la producción de vinos de México proviene de aquí.

- Las uvas que se emplean en la producción del vino de Baja California son Chenin Blanc, Colombard, Sauvignon Blanc y Chardonnay para los blancos y Cabernet Sauvignon, Merlot, Tempranillo, Zinfandel, Syrah, Nebbiolo, Cabernet Franc, Grenache, Petit Syrah o Malbec para los vinos tintos.
- El recorrido por la ruta del vino nos ofrece la posibilidad de conocer los viñedos familiares de mayor prestigio u optar por conocer las propuestas de menor producción, pero no menor calidad. Otro aliciente es que durante el recorrido por los pueblos encontraremos restaurantes donde apreciar la gastronomía local, museos, balnearios donde relajarnos, tiendas especializadas en la venta de vino delicatessen y espacios naturales de gran belleza.

REFERENCIAS

Mikell P. Groover, (2007). McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. / México, D. F /, en algunos temas se utilizó internet.

TEMA 1. Proceso de obtención del hierro y el acero.

- 6.2 METALES FERROSOS.
- 6.2.1 El diagrama de fase hierro-carbono.
- 6.2.2 Producción de hierro y acero.
- 6.2.4 Hierros colados.
- 6.3.1 Aluminio y sus aleaciones.
- 6.3.3 Cobre y sus aleaciones.
- 6.3.5. Titanio y sus aleaciones.

https://www.cienciasfera.com/materiales/tecnologia/tecno01/tema10/12_afino_del_acero.html

- 1.2. Afino del acero
- CONVERTIDOR LD u Horno de afino de oxígeno básico.
- Horno eléctrico
- <https://www.bing.com/search?PC=P244&FORM=P244DF&q=convertidor+bessemer+y+thomas>
- convertidor Bessemer y convertidor Thomas
- PC=P244&FORM=P244DF&q=Funcionamiento+del+proceso+tecnológico

TEMA 2. Tratamiento térmico del acero.

- Capítulo 27, Generalidades
- 27.1 Recocido
- 27.2 Temple, formación martensítica en el acero
- 27.4 Tratamientos termoquímicos, (Endurecimiento superficial)
- PC=P244&FORM=P244DF&q=tratamiento+termico+temple+y+revenido

TEMA 3. Procesos de cambio de forma

- 10.1.1 Procesos de fundición.
- 11.2.2 Moldeo al vacío
- 11.3.4 Fundición centrífuga.
- <https://www.bing.com/search?PC=P244&FORM=P244DF&q=fundicion+de+presicion>.
- 18 formado mecánico de metal.
- 19.3 Forjado
- 19.5 Extrusión
- 19.6 Estirado den alambres y barras
- 20.1.1 Cizallado, punzonado y perforado.
- 20.2 Operaciones de doblado
- 20.3 Embutido
- 20.5 troqueles y prensas para procesos con láminas metálicas
- 20.5.2 Prensas
- 22.1 TORNEADO Y OPERACIONES AFINES
- 22.1.3 El torno mecánico
- 22.2.3 Prensas taladradoras
- 22.3.3 Máquinas fresadoras
- 22.4 Centros de maquinado y centros de torneado CNC

TEMA 4. Acabados superficiales.

- 25.1 Esmerilado
- 24.2.2 Acabado superficial en maquinado
- 25.2.1 Rectificado
- 25.2.2 Bruñido
- 25.2.4 Pulimentado y abrillantado
- <https://www.bing.com/search?PC=P244&FORM=P244DF&q=lijado+tambor+procesos+de+fabricaci%C3%B3n>
- 29.1.1 Galvanoplastia
- 29.5 Recubrimientos orgánicos (Pintura)

TEMA 5. procesos industriales de plásticos térmicos, compuestos y termofraguantes y materiales cerámicos.

- 8 POLÍMEROS
- <https://www.bing.com/search?PC=P244&FORM=P244DF&q=tipos+de+plasticos>
- <https://www.bing.com/search?q=materia+prima+para+la+obtencion+de+plasticos+&q>
- 8.3 Polímeros termofijos
- 8.2 Polímeros termoplásticos
- 7 cerámicos
- 7.1 Estructura y propiedades de los cerámicos
- 7.2.2 Productos cerámicos tradicionales
- 7.3 Nuevos materiales cerámicos.

TEMA 6 procesos de manufactura especiales de empresas de la región.

- 26.1.2 Procesos de maquinado con chorro de agua y chorro abrasivo.
- 33.1 Sujetadores roscados.
- 33.2 Sujetadores permanentes mecánicos remaches y ojillos´
- <https://soyvinicola.com/rutas-vino-mexico/baja-california/>

INSTRUMENTACIÓN DIDÁCTICA

Periodo: Del 1 de Febrero – 29 de Julio de 2024

1. Datos generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Procesos de fabricación
Plan de estudios :	Ingeniería Industrial
Clave de la asignatura:	INC - 1023
Horas teoría – horas practica - créditos	2 – 2- 4

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
Esta asignatura aporta al perfil del ingeniero industrial el conocimiento, la capacidad de análisis para involucrarse en el campo laboral, colaborando en la optimización de los recursos humanos ,técnicos y materiales, de esta manera reorientar la utilización de los recursos, a la mejora de la productividad, en las diferentes áreas que se incluyen en esta asignatura, la obtención del acero a partir de la materia prima, los procesos para mejorar sus propiedades mecánicas, como son los tratamientos térmicos, los procesos de cambios de forma como son la fundición el forjado y otros procesos que utilizan en su desarrollo el calor y la presión para realizar la transformación , y través del maquinado se obtienes piezas de acabado superficial según su requerimiento, en partes móviles o partes para uso diferente, otros procesos son los acabados superficiales de apariencia y protección como son la pintura y la galvanoplastia, se incluye el uso de materiales en procesos especiales como son los plásticos y los materiales cerámicos , finalmente procesos de maquinado no convencional como es el corte con chorro de agua y material abrasivo , el uso de elementos para hacer el ensamble de partes, finalmente conocer la industria propia de la región.
Intención didáctica.
La asignatura se organiza en seis temas, el tema uno nos muestra el proceso de obtención del hierro en su primera fusión este material es la base para la obtención del acero, a través de procesos desarrollados en hornos en los cuales se realizan procesos químicos para dar las características deseadas al acero. El tema dos describe los procesos utilizados para mejorar las propiedades mecánicas a los aceros utilizando tratamiento térmico, durante el desarrollo del tratamiento y por la acción del calor se

modifican sus estructuras cristalinas, a través del enfriamiento indicado se dan las propiedades deseadas.

El tema tres, analiza los procedimientos de cambio utilizando calor y presión, en los procesos de fundición, trabajo en prensas por impacto de golpes como la forja, y otros procesos como son las maquinados utilizando maquinas convencionales y CNC.

Los acabados superficiales se incluyen en el tema cuatro, donde se observan los diferentes tipos de acabado utilizados como protección y vista de partes terminadas, especialmente de la oxidación y de la corrosión. El tema cinco trata sobre el uso de los plásticos y los materiales cerámicos en la fabricación de productos diversos utilizando procesos especiales en su proceso, el tema sexto muestra procesos de fabricación no convencionales como son el maquinado con corte por chorro de agua y material abrasivo, se incluyen las formas de unir piezas utilizando los medios de ensamble de acuerdo al caso, además comprende el tema de la industria propia de la región.

3. Competencia(s) a desarrollar

Competencias específicas de la asignatura.	
Analiza los diferentes procesos físicos para la obtención de productos utilizando como materia prima, metales no ferrosos, acero, plásticos, materiales cerámicos, aplicando tecnologías avanzadas propias de cada proceso.	

Temas y subtemas	Complementos educativos	Herramienta tecnológica	Desarrollo de competencias genéricas básicas
1. Proceso de obtención del hierro y el acero 1.1 Proceso tecnológico del hierro de primera fusión. 1.2 Procesos básicos de uso industrial aleaciones de cobre, aluminio y titanio 1.3 Funcionamiento del proceso tecnológico y otros productos obtenidos. 1.4 Afino del acero. 1.5 Procesos tecnológicos para la obtención del acero. Hornos BOF; Eléctricos;	✓ Aprendizaje basado en problemas. ✓ Videos ✓ Presentaciones	✓ Word ✓ Power point	Planteamiento de las necesidades de obtención de productos diversos, utilizando procesos preestablecidos por la ciencia y la industria de acuerdo a las normas vigentes.

Convertidores Bessemer y Thomas.			
2. Tratamiento térmico del acero. 2.1. Generalidades. 2.2. Clasificación de los tratamientos térmicos. 2.3. Recocido. 2.4. Temple. 2.5. Revenido. 2.6. Tratamientos termoquímicos.	✓ Ejercicios prácticos. ✓ Videos ✓ Presentaciones	✓ Word ✓ Power point	Utiliza metodologías pertinentes y actualizadas para promover el aprendizaje en los diferentes campos áreas y ámbitos de acuerdo a los procesos y protocolos del proceso,
3 Procesos de cambio de forma 3.1. Fundición, colada al alto vacío, centrífuga y precisión. 3.2. Formado mecánico, forjado, prensado, estirado, cizallado, doblado, extrusión, embutido y troquelado. 3.3. Desprendimiento de viruta por maquinado Convencional y CNC.	✓ Ejercicios prácticos ✓ Aprendizaje basado en problemas	✓ Word ✓ Power point	Incorpora los recursos y medios pertinentes para promover el aprendizaje en de acuerdo con el conocimiento de los procesos de desarrollo cognitivo, practico y funcional para la industria.
4 Acabados superficiales. 4.1. Rectificado. 4.2. Pulido. 4.3. Bruñido. 4.4. Lijado, tamboreo. 4.5. Esmerilado. 4.6. Galvanoplastia. 4.7. Pintura.	✓ Ejercicios prácticos ✓ Aprendizaje basado en proyectos	✓ Word ✓ Power point	Incorpora los recursos, medios y metodologías necesarias para promover el aprendizaje significativo, práctico y eficaz en la industria.
5 Procesos industriales de plásticos térmicos, compuestos y termofraguantes y materiales cerámicos. 5.1. Generalidades. 5.2. Tipos de plásticos. 5.3. Materias primas. 5.4. Compuestos termofraguantes (fenólicas, resinosas y furámicas). 5.5. Celulosas, poliestirenos, polietilenos y propilenos. 5.6. Materiales cerámicos. 5.6.1. Estructura de los materiales cerámicos. 5.6.2. Cerámicos	✓ Casos de estudio. ✓ Ejercicios prácticos ✓ presentaciones	✓ Word ✓ Power point	Utiliza metodologías, recursos, instrumentos necesarios para promover de manera concreta el aprendizaje significativo y eficaz, para el desarrollo de nuevos proyectos.

tradicionales. 5.6.3. Propiedades generales y aplicación de los cerámicos.			
6 Procesos de manufactura especiales de 6.1. Maquinados con chorro abrasivo. 6.2. Maquinados con chorro de agua. 6.3. Procesos de ensambles (no permanentes, semipermanentes y permanentes). 6.4. Procesos regionales. empresas de la región	✓ Aprendizaje basado en problemas ✓ Videos ✓ Presentaciones.	✓ Word ✓ Power point	Utiliza de manera eficaz, segura y correcta los equipos y tecnologías para el aprendizaje significativo, funcional y operativo para el desarrollo y ejecución de nuevos proyectos.

• **INFORME SEMESTRE SABÁTICO**
PERIODO: DEL 1º DE AGOSTO 2024 AL 31 DE ENERO 2025.

REALIZADO POR:
FRANCISCO RAMIREZ MORENO.

PROGRAMA:
B. PROGRAMA PARA LA ELABORACIÓN DE APUNTES, LIBROS,
OBJETIVOS EDUCACIONALES Y REACTIVOS DE EVALUACION.

MODALIDAD:

B.1 ELABORACIÓN DE APUNTES.

MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, 20 DE ENERO 2025.

ÍNDICE

Contribución académica

Introducción

TEMA 1. Sistemas de producción.

1.1. Definición y concepto de los sistemas de producción.

1.1.1. De bienes.

1.1.2. De servicios.

1.2. La evolución de los sistemas de producción.

1.2.1. La producción artesanal.

1.2.2. La producción en masa.

1.2.3. La producción esbelta.

1.3. Clasificación de los sistemas de producción.

1.3.1. Producto único.

1.3.2. Por Lote.

1.3.3. Continua.

1.4. Sistemas avanzados de manufactura.

1.5. Actividades principales de la administración de operaciones.

1.6. Estrategias de operaciones en un entorno global.

Complementos Educativos

TEMA 2 Pronóstico de la Demanda.

2.1. Importancia estratégica del pronóstico.

2.2. Características de la demanda.

2.3. Métodos cualitativos.

2.3.1. Consulta a la fuerza de venta.

2.3.2. Jurado de opinión ejecutiva.

2.3.3. Método Delphi.

2.3.4. Investigación de mercado.

2.3.5. Analogía de ciclo de vida.

2.4. Métodos cuantitativos.

2.4.1. Series de tiempo.

2.4.1.1. Enfoque simple.

2.4.1.2. Promedios móviles.

2.4.1.3. Suavización exponencial.

2.4.1.4. Tendencia lineal.

2.4.2. Relaciones Causales.

2.4.2.1. Regresión simple.

2.4.2.2. Regresión múltiple.

2.5. Pronósticos en el sector servicios.

2.6. Pronósticos para empresas en creación.

2.7. Uso de software en pronóstico.

Complementos Educativos.

TEMA 3. Planeación de la Capacidad.

3.1 Conceptos generales.

3.1.1 Definición de Capacidad.

3.1.2 Capacidad efectiva.

3.1.3 Capacidad diseñada.

3.1.4 Capacidad nominal.

3.2 Consideración sobre la capacidad.

3.2.1 Economías de escala.

3.2.2 Manejo de la demanda.

3.3 Planeación de la capacidad.

3.3.1 Diseño de la capacidad del sistema.

3.3.2 Cálculos de los requerimientos de equipos.

3.3.3 Cálculo de los requerimientos de Instalaciones.

3.3.4 Diseños de los procesos.

3.4 Herramientas para la planeación de la capacidad.

3.4.1 Modelos de líneas de espera.

3.4.2 Árboles de decisión.

3.4.3 Simulación.

Complementos Educativos.

TEMA 4. Administración de Inventarios

4.1 Definición y tipos de inventarios.

4.2 Ventajas y desventajas de los inventarios.

4.3 Administración de los inventarios.

4.3.1 Tipos de costos.

4.3.2 Clasificación ABC

4.4 Modelos de inventario determinísticos.

4.4.1 Modelos de Cantidad Optima del Pedido.

4.4.2 Modelo con Descuentos.

4.4.3 Modelo de producción y consumo.

4.4.4 Modelo con faltantes.

4.5 Modelos de inventarios probabilísticos.

4.5.1 Nivel de servicio e inventario de seguridad.

4.5.2 Modelo de Cantidad Fija.

4.5.3 Modelo de Periodo Fijo.

4.6 Uso de software en inventarios

Complementos Educativos.

TEMA 5. Administración de Almacenes.

5.1 Funciones y manejo físico de los inventarios, recepción, organización, despacho, mantenimiento de los registros.

5.2 Localización y distribución de almacenes.

5.3 Selección de mobiliario y equipo de almacén.

5.4 Sistemas Informáticos de administración de almacenes.

Complementos Educativos

Referencias

CONTRIBUCIÓN ACADÉMICA

La realización de los apuntes sobre la materia Administración de las operaciones 1, tiene como propósito que los alumnos los utilicen como una herramienta didáctica que coadyuve en el proceso enseñanza – aprendizaje, como una metodología clara y detallada que sirva de soporte para lograr el desarrollo de las competencias específicas de la asignatura que se mencionan a continuación. Utiliza técnicas de

pronósticos y de planeación de la capacidad para tomar decisiones en la administración de sistemas de producción de bienes y servicios. Aplica técnicas de inventarios y de administración de almacenes para optimizar los sistemas de almacenamiento. Para la elaboración de productos de consumo que demanda el mercado, a menor precio optimizando el uso de los insumos de fabricación mejorando con esto los índices de productividad. Los apuntes facilitan al estudiante la comprensión de la asignatura, considerando que abarca todos los temas de una manera clara, se incluye un resumen detallado de cada uno de los temas, trabajos de investigación y exposiciones.

INTRODUCCIÓN.

La elaboración de apuntes de la asignatura Administración de las Operaciones 1 tiene como intención didáctica el desarrollo de los temas de una manera clara y objetiva que permita optimizar el proceso enseñanza – aprendizaje de manera que coadyuve a los estudiantes a alcanzar las competencias profesionales incluidas en el programa, las cuales se indican a continuación, competencias específicas, competencias instrumentales, competencias interpersonales y competencias sistémicas.

El desarrollo de los apuntes se realiza a través de los cinco Temas que integran el programa.

Tema 1. Sistemas de Producción.

Este tema se inicia con la definición y conceptos de los sistemas de producción, en sus diferentes formas, producción de bienes y producción de servicios, y la evolución de estos sistemas a través del tiempo, los sistemas de producción se clasifican de acuerdo con la manera de fabricar el producto, entre estos tenemos, la producción artesanal, la producción en masa, la producción esbelta, producto único, por lote, producción continua. Los sistemas avanzados de manufactura incluyen los últimos avances tecnológicos en sus líneas de producción, ejemplo el CAM (Manufactura asistida por computadora), además se incluyen las principales actividades de la administración de operaciones industriales y su relación con el entorno global respecto a las estrategias de operación.

Tema 2. Pronóstico de la Demanda.

La importancia estratégica del pronóstico es un factor vital para mantener a las empresas en crecimiento continuo, para controlar un desarrollo gradual según los resultados obtenidos en el pronóstico, se aplican dos tipos de pronósticos. Métodos cualitativos que son aplicados por expertos en los negocios de inversión, en base a los datos observados en el tiempo, los comportamientos del mercado respecto a la oferta y la demanda, esos métodos son los siguientes. Consulta a la fuerza de ventas. Jurado de opinión ejecutiva. Método Delphi. Investigación de mercado y Analogía de ciclo de vida. Métodos Cuantitativos, estos pronósticos son calculados con datos numéricos obtenidos del comportamiento del mercado, Series de tiempo. Enfoque simple. Promedios móviles. Suavización exponencial. Tendencia lineal. Relaciones causales. Regresión simple. Regresión múltiple. Pronósticos en el sector de servicios. Pronósticos para empresas en creación. Uso de software en pronostico.

Tema 3. Planeación de la Capacidad

En este tema se considera a la capacidad de producción industrial como un factor trascendental para el desarrollo y la competitividad empresarial, se consideran diferentes conceptos de capacidad, la capacidad de diseño es la capacidad de producir un volumen de producción en un periodo de tiempo determinado, que solamente puede obtenerse trabajando la línea de producción bajo las condiciones establecidas por el diseño. La capacidad efectiva es el volumen de producción obtenido de acuerdo con las condiciones de trabajo propias de cada empresa, los programas de producción son los que definen el orden de entrada del material al proceso Para satisfacer la demanda que tiene la empresa, se considera como punto

importante tener la información del proceso totalmente actualizado, cuando la demanda supera nuestra capacidad de producción , debemos realizar estudios de capacidad de los equipos actuales, el paso siguiente seria hacer una redistribución de las áreas de producción para hacer un cambio de proceso en la nueva distribución, en donde se incorporen los equipos nuevos para la nueva distribución, es conveniente que antes de hacer los cambios físicos en la nueva línea, se haga una simulación, para verificar el funcionamiento de las líneas de espera y arboles de decisión.

Tema 4. Administración de Inventarios.

Los inventarios representan la clasificación detallada de los bienes muebles e inmuebles que forman el registro comercial de la empresa, uno de los inventarios que debe controlarse en forma rigurosa es el inventario de materia prima, este inventario se utiliza en las empresas como un sistema de control y registro de ganancias, ya que brinda información detallada y concreta sobre las acciones de compra y venta de bienes y servicios. Durante los periodos de tiempo determinados en el plan de producción, es importante considerar los otros tipos de inventario utilizados en la industria, como son, inventario de producto terminado e inventario de material en proceso, El nivel óptimo del inventario se refiere a la cantidad de productos que debe haber en el almacén para cumplir con la demanda, sin incurrir en costos de mantenimiento excesivo. Se tienen dos tipos de inventarios. Determinísticos. Modelos de cantidad optima de pedido, Modelo con descuento. Modelo de producción y consumo. Modelo con faltantes. El segundo tipo de modelos de inventario se llaman. Modelos de inventarios probabilísticos. Nivel de servicio e

inventario de seguridad. Modelo de cantidad fija. Modelo de periodo fijo, en la resolución de problemas de inventarios puede utilizarse el Software de inventarios.

Tema 5. Administración de Almacenes.

La administración de los almacenes parte fundamental en las operaciones productivas de la empresa, constituye la entrada del material a la empresa, con la frecuencia determinada por el ritmo y el volumen de producción establecido en el programa maestro de producción, para cumplir con las entregas de producto terminado al mercado, el control del inventario se lleva de acuerdo con los registros de materiales que salen del almacén de materia prima para ser procesados y transformados en producto terminado, los almacenes son localizados en los lugares estratégicos para que su entrega al área de producción sea rápida y evitar tiempos de paro en las líneas de producción, para facilitar la pronta entrega de material al área productiva los almacenes deben estar equipados con anaqueles y equipos que permitan la movilización rápida de los materiales productivos.

Tema 1. Sistemas de Producción.

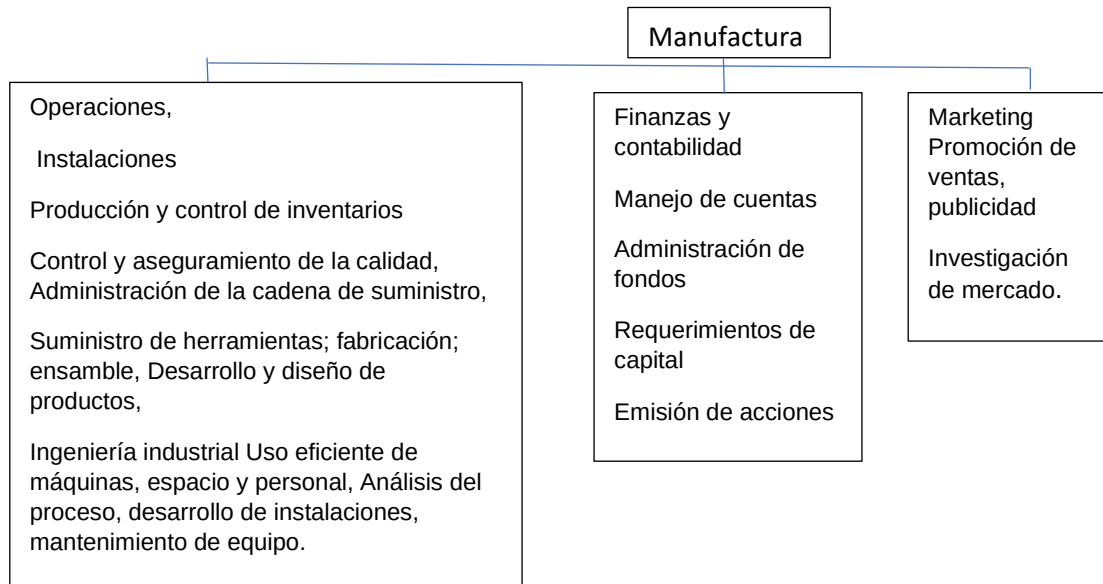
1.1 Sistemas de producción.

- Sistemas de producción, es la manera en que se distribuyen los insumos de producción en el área productiva, la distribución de las maquinas en las áreas se realiza de acuerdo al diseño que facilite el flujo del material en proceso, es importante observar tres puntos importantes en el área.

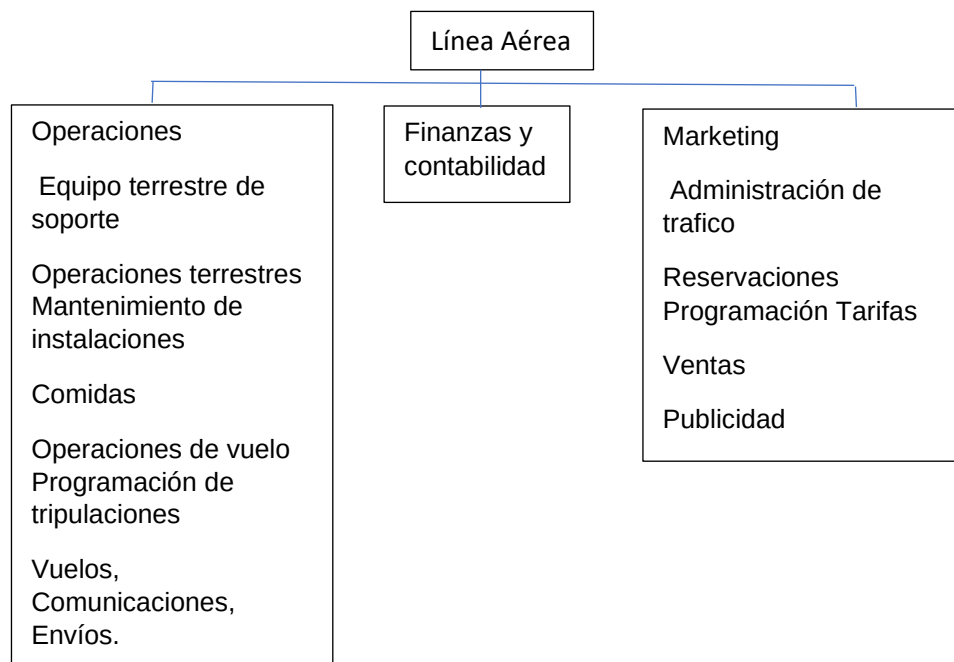
- Entradas, materia prima, mano de obra, energía, otros insumos.
- Proceso, transformación de la materia prima.



- Salidas, Productos, bienes, servicios y material defectuoso
- Bienes, las compañías que elaboran bienes cuentan con líneas de producción especializadas para su proceso de manufactura, en donde se administran, programas de producción, inventarios, procesos, tiempos y métodos de operación, compras, ventas es un sistema complejo, donde se producen diferentes productos en volúmenes grandes y de menor cantidad. Ejemplo.



- Servicios son la parte esencial de empresas de negocios que operan con productos terminados comprados directamente a las compañías manufactureras, es decir su negocio es dar servicio a los usuarios en forma personal oh colectiva, por ejemplo, una agencia de viajes, un aeropuerto, estos no fabrican producto alguno su servicio es trasladar personas de una ciudad a otra, y sus puntos de operación podrían ser los siguientes,



1.2. La evolución de los sistemas de producción.

1.2.1. La producción artesanal.

- Producción artesanal
- El modo de producción artesanal, es trabajado en forma predominantemente manual con o sin ayuda de herramientas y máquinas, generalmente con utilización de materias primas propias de la localidad, sus procesos de transformación y elaboración de productos es transmitido de generación en generación, es una expresión artística parte de la cultura de la región y un factor trascendente de su de su identidad comunitaria.



- 1.2.2. La producción en masa.

Es la fabricación de piezas o artículos por unidad de tiempo mediante un proceso continuo, este sistema de producción se caracteriza por generar un gran volumen de producción. Las máquinas están dispuestas en línea de acuerdo con el diseño del producto.

Algunas de sus características importantes son las siguientes.

- Máquinas dedicadas para un propósito especial, generando mayor capacidad y tasa de producción.
- Estandarización del producto y la secuencia del proceso.
- Menor tiempo del ciclo de producción.
- Gran volumen de productos.
- Líneas de producción equilibradas.
- Inventario en proceso más bajo.



Línea de Producción automotriz en masa.

- 1.2.3. La producción Esbelta.
- La manufactura esbelta se desarrolló en Toyota Motor Company (Toyota Producción Sistema (TPS)). Esta tarea se centra en la mejora continua y optimización del sistema de producción, eliminando los

desperdicios y actividades que no suman ningún tipo de valor al producto, la eliminación de desperdicios es en diferentes áreas del proceso como observaremos a continuación.

- Transporte: movimientos innecesarios de vehículos, materiales, o cualquier movimiento que provoque paros de producción
- Inventario: almacenar demasiado inventario o componentes.
- Movimiento: movimiento de personas que no aporta nada al proceso de producción.
- Tiempo de espera - Inactividad de personas o maquinaria esperando entradas.
- Sobreproducción: producir más bienes de los necesarios.
- Retrabajo: tener pasos adicionales innecesarios en el proceso de producción.
- Material defectuoso: fallas o errores que necesitan repararse o eliminarse.



El pensamiento esbelto es la base de este método de manufactura, La reducción de los costos de producción, es uno de sus principales beneficios.

1.3. Clasificación de los sistemas de producción.

➤ 1.3.1. Producto único. (Por proyecto)

Este proceso de fabricación genera productos específicos, especializados para el mercado, para su fabricación se requiere una planificación detallada, generalmente el proceso se desarrolla totalmente en un área.

Específica, dentro de la cual se ensamblan las partes según el plan de producción, todos los materiales, herramientas y accesorios requeridos



para su proceso de fabricación son transportados a el área de trabajo por el personal asignado a ese proyecto hasta la terminación del producto.

➤ 1.3.2. Por Lote

Es un proceso de fabricación en donde la programación se hace en base a volumen bajo, el trabajo va pasando en lotes por los diferentes departamentos operativos, cada lote puede tener su propia secuencia de operaciones indicada en su hoja de proceso, estos productos se elaboran a intervalos regulares de acuerdo a la demanda del mercado.



Producción por lotes, mecanismo de engranajes

➤ 1.3.3. Continua.

En la línea de producción continua, el trabajo es realizado totalmente por las máquinas, se disminuye mucho la participación del personal operativo, las instalaciones de producción están organizadas siguiendo una



secuencia precisa de las operaciones, hasta llegar al producto terminado.

Los artículos fluyen a través del proceso dirigidos por dispositivos, como transportadores y dispositivos de transferencia.

1.4. Sistemas avanzados de manufactura.

- Los sistemas avanzados de manufactura incluyen tecnologías modernas con un alto nivel de eficiencia, que inician con la planificación, diseño, ejecución y control de las operaciones, estos sistemas poseen gran flexibilidad operativa, proporcionando al sistema una gran flexibilidad que proporciona a la empresa una competitividad que permite el crecimiento de la compañía a nivel competitivo, reduciendo costos y mejorando la calidad del producto, Los sistemas avanzados de manufactura más utilizados por diferentes empresas a nivel mundial. Son los siguientes. CAD. El Diseño Asistido por Computador utiliza un computador para mejorar la fabricación, desarrollo y diseño de los productos y permiten simular el funcionamiento de un producto antes de su fabricación.

- CAM. En la Manufactura Asistida por Computador (CAM) el computador es el que controla directamente al equipo de manufactura, en lugar de los



operadores humanos.

Manufactura asistida por computadora (CAD/CAM)?

- ERP. La Planeación de Recursos para la Empresa (ERP) integra toda la información y los procesos informáticos de una organización. Un ejemplo



conocido de sistema ERP es el R3 de SAP.

- FMS. Los Sistemas de Manufactura Flexible (FMS), en los que existe la suficiente flexibilidad para reaccionar en caso de cambios previstos o imprevistos.



LÍNEAS FLEXIBLES DE MONTAJE *FMS*

- CNC. El Control Numérico por Computador (CNC) permite producir estándares de calidad más precisos, implantando esquemas flexibles de



- producción, pero sin sacrificar la productividad. A través del computador se definen las condiciones necesarias de fabricación para cada producto.
- Interacción máquinas-máquinas. vinculadas al automatismo de los procesos industriales y las nuevas plataformas de tecnologías de información, tal como el Internet, la nueva generación de redes, la



computación en la nube, los sistemas de inteligencia artificial y el análisis de grandes datos.

La integración de máquinas a la línea de producción

1.5. Actividades principales de la administración de operaciones.

Administración de operaciones (AO) es el conjunto de actividades de negocios que crean valor en forma de bienes y servicios al transformar los insumos en productos terminados, en las empresas de manufactura actualizadas se observan las actividades que dirigen en forma sistemática el funcionamiento estratégico que tiene como objetivo la búsqueda de una ventaja competitiva sustentable para la empresa, a continuación, se observa la manera de cómo se organizan las diferentes áreas de operación para trabajar de acuerdo con el plan estratégico definido por la dirección.

- El proceso de dirección de operaciones consiste en planificar, organizar, gestionar personal, dirigir y controlar, teniendo como meta lograr optimizar la función de producción.
- Diseño de bienes y servicios
- Estrategias de localización
- Gestión de la calidad
- Estrategia de procesos
- Estrategias de organización
- Recursos humanos
- Gestión del abastecimiento

- Gestión del inventario
- Programación
- Mantenimiento



El proceso de dirección de operaciones consiste en planificar, organizar, gestionar personal, dirigir y controlar, para lograr optimizar la función de producción.

1.6. Estrategias de operaciones en un entorno global.

- La función importante de administración de operaciones es crear una misión para la compañía, para saber a dónde se dirige y una estrategia para saber cómo llegar.
- Definimos la misión de la organización como su propósito, aquello con lo que contribuirá a la sociedad.

- Después de crear la misión de la compañía, se determina el área funcional de operación, en las que trabajarán los departamentos involucrados como se indica a continuación. marketing, finanzas, contabilidad, producción y operaciones. Se desarrollan planes de trabajo para cada función, que promuevan la misión global de la empresa.
- Con la misión establecida, el siguiente paso es crear la estrategia y su implementación, la estrategia es el plan de acción trazado para alcanzar la misión, Cada área funcional tiene una estrategia para alcanzar su misión y contribuir a que la organización cumpla su misión.
- La estrategia de operaciones en un entorno global se basa en un plan a largo plazo que busca mejorar la competitividad de la compañía. Parte de un análisis del entorno, del mercado y de los competidores, así como de un estudio de los recursos internos disponibles, para fijar sus objetivos y una hoja de ruta. *



Los alcances de las estrategias de operaciones en un entorno global van más allá . de la simple expansión internacional. Implican una redefinición de cómo las empresas diseñan, producen y entregan sus productos y servicios en un mundo diverso y cambiante.

*Calidad, Procesos y capacidad, Localización, Distribución de planta, Recursos humanos, Cadena de suministros, Inventario, Programación, Mantenimiento, Diseño de bienes y servicios.

TEMA 2 Pronóstico de la Demanda.

➤ 2.1. Importancia estratégica del pronóstico.

Los pronósticos de demanda son de gran importancia para la elaboración de los planes de producción, es la única estimación de la demanda hasta que

se conoce la demanda real. Por lo tanto, los pronósticos de la demanda guían las decisiones en muchas áreas. A continuación, se observa el efecto del pronóstico de producción, en tres actividades importantes del proceso: recursos humanos; capacidad, y administración de la cadena de suministro.

➤ Recursos humanos

La contratación, la capacitación y el despido de los trabajadores dependen de la demanda anticipada. Si el departamento de recursos humanos debe contratar trabajadores adicionales sin previo aviso, la cantidad de capacitación declina y se afecta la calidad de la fuerza de trabajo.

➤ Capacidad

Cuando la capacidad no cumple con los volúmenes de producción requeridos por el mercado, los faltantes que resultan pueden significar entregas poco confiables, pérdida de clientes y pérdida de la participación en el mercado. Por otro lado, si se construye una capacidad en exceso, los costos se dispararán.

➤ Administración de la cadena de suministro

Las buenas relaciones con el proveedor y, por ende, las ventajas de precio en materiales y partes dependen de pronósticos adecuados. Por ejemplo, los fabricantes de automóviles que deseen que TRW Corp., les garantice suficiente capacidad de producción de bolsas de aire deben proporcionarle

los pronósticos adecuados que justifiquen la ampliación de su planta.



Capacidad de producción utilizada.

TEMA 2.2. Características de la demanda.

- En el mercado tenemos presente dos tipos de demanda, la demanda independiente que es la demanda de productos terminados que son requeridos por el mercado para su compra y consumo, por ejemplo, para un fabricante de calzado, los pares de zapatos listos para su venta son obtenidos por el mercado a través de una demanda independiente.
- La demanda dependiente son las materias primas componentes que integran el producto terminado, por ejemplo, para el fabricante de calzado, la cantidad de cuero, suelas y tacones a comprar depende de la cantidad de calzado que piensa vender.

- Los artículos con demanda dependiente, no se pronostican, su volumen de



Demanda

La demanda es la cantidad de un bien o un servicio que los consumidores están dispuestos a comprar a un determinado precio durante un periodo de tiempo.

Depende de factores como el precio del bien, el ingreso de los consumidores, las preferencias y los precios de bienes sustitutos o complementarios.

 economipedia.

fabricación se calcula usando la demanda de los productos terminados.

TEMA 2.3. Métodos cualitativos.

- 2.3.1. Consulta a la fuerza de venta.
- En este enfoque, cada vendedor estima cuáles serán las ventas en su región. Después, estos pronósticos se revisan en grupo de vendedores en cada área de ventas para asegurarse que su pronóstico expresa la realidad de la demanda. Posteriormente se agrupan en niveles de distrito y nacional para llegar a un pronóstico global.



- 2.3.2. Jurado de opinión ejecutiva.
- Jurado de opinión ejecutiva: Bajo este método, las opiniones de un grupo de expertos o administradores de alto nivel, a menudo en combinación con modelos estadísticos, para llegar a una estimación grupal de la demanda.



Opinión Ejecutiva

- 2.3.3. Método Delphi.
- Método Delphi: intervienen tres tipos de participantes en la elaboración del pronóstico utilizando el método Delphi: los expertos que toman las decisiones, el personal de apoyo, y los entrevistados, los que toman las decisiones suelen trabajar en grupo de 5 a 10 expertos que estarán elaborando el pronóstico. El personal ayuda a éstos a preparar, distribuir, recopilar y resumir la serie de cuestionarios y los resultados de las encuestas. Los entrevistados forman un grupo de personas, a menudo localizadas en distintos sitios, cuyos juicios son informes importantes para valorarlos y en base a sus datos crear el pronóstico.

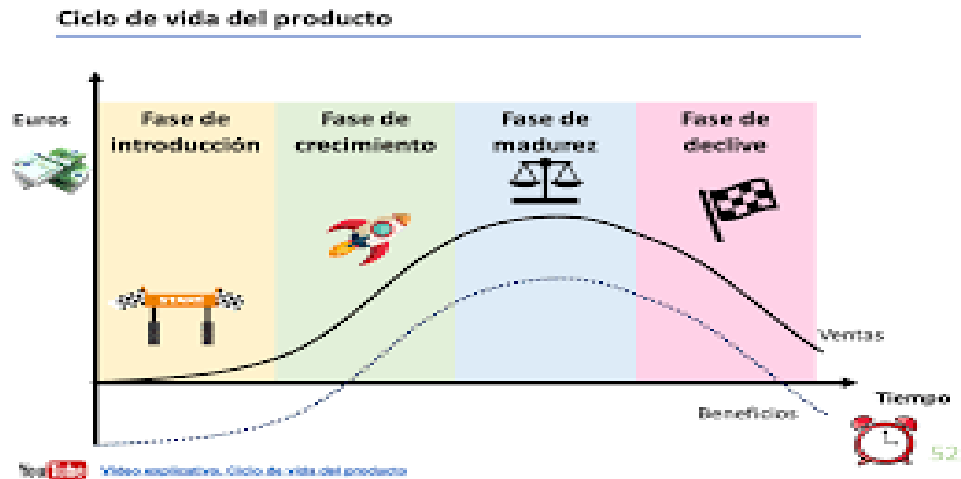


- 2.3.4. Investigación de mercado.
- Encuesta en el mercado de consumo: Este método solicita información a los clientes o posibles consumidores acerca de sus planes de compra futuros. Puede ayudar no sólo a preparar el pronóstico, sino también a mejorar el diseño del producto y la planeación de nuevos productos. Sin embargo, los métodos de encuesta en el mercado de consumo y la composición de la fuerza de ventas podrían verse con un optimismo exagerado que surge de la información de los clientes y tener un resultado equivocado, este tipo de



- encuesta debe evaluarse por expertos con tendencias de observación diferentes, optimistas, pesimistas y de opinión mediana.

- 2.3.5. Analogía de ciclo de vida.
- La influencia del ciclo de vida del producto.



Otro factor que debe considerarse cuando se desarrollan pronósticos de ventas, en especial a largos plazo, es el ciclo de vida del producto. Los productos, e incluso los servicios, no se venden a un nivel constante a lo largo de su vida. Los productos exitosos pasan por cuatro etapas: (1) introducción; (2) crecimiento; (3) madurez, y (4) declinación. Los productos situados en las primeras dos etapas de su ciclo de vida necesitan pronósticos más largos que aquellos ubicados en las etapas de madurez y declinación. Los pronósticos que reflejan los ciclos de vida son útiles para proyectar los distintos niveles de personal, niveles de inventario y capacidad de planta mientras el producto pasa de la primera a la última etapa.

TEMA 2.4. Métodos cuantitativos.

- 2.4.1. Series de tiempo.
- Descomposición de una serie de tiempo
- Analizar una serie de tiempo significa desglosar los datos históricos en componentes y después proyectarlos al futuro. Una serie de tiempo tiene cuatro componentes:
- 1. La tendencia es la variación gradual de los datos, aumentando o disminuyendo su valor a través del tiempo, por ejemplo, la distribución de edades o los puntos de vista culturales pueden ser causantes del movimiento en una tendencia.
- 2. La estacionalidad es un patrón de datos que se repite después de un periodo de días, semanas, meses o trimestres. Existen seis patrones comunes de estacionalidad.

	Longitud de	Numero de
Periodo del patrón	la estación	estaciones en el patrón
Semana	día	7
Mes	semana	4 – 4 2\1
Mes	día	28 - 31
Año	trimestre	4
Año	mes	12
Año	semana	52

- Los restaurantes y las peluquerías, por ejemplo, experimentan estaciones semanales, donde los sábados son el pico del negocio.
 - 3. Los ciclos son patrones, detectados en los datos, que ocurren cada cierta cantidad de años. Usualmente están sujetos al ciclo comercial y son de gran importancia para el análisis y la planeación del negocio a corto plazo. La predicción de los ciclos de negocio es difícil porque éstos pueden verse afectados por los acontecimientos políticos o la turbulencia internacional.
 - 4. Las variaciones aleatorias son “señales” generadas en los datos por casualidad o por situaciones inusuales. No siguen ningún patrón discernible y, por lo tanto, no se pueden predecir.
-
- 2.4.1.1. Enfoque simple.
 - La forma más simple de pronosticar es suponer que la demanda del siguiente periodo será igual a la demanda del periodo más reciente. En otras palabras, si las ventas de un producto, por ejemplo, teléfonos celulares fueron de 68 unidades en enero, podemos pronosticar que en febrero las ventas también serán de 68 teléfonos.
 - 2.4.1.2. Promedios móviles.
 - El pronóstico por promedios móviles tiene como base los datos históricos reales para generar el pronóstico, los promedios móviles son útiles si suponemos que la demanda del mercado permanecerá relativamente estable en el tiempo. Un promedio móvil de 4 meses se encuentra al sumar la demanda medida durante los últimos 4 meses y dividiéndola entre cuatro, al concluir cada mes, los datos del mes más reciente se agregan a la suma de

los 3 meses previos y se elimina el dato del mes más antiguo, esta práctica tiende a suavizar las irregularidades del corto plazo en las series de datos. Matemáticamente, el promedio móvil simple (que sirve como estimación de la demanda del siguiente periodo) se expresa como.

$$\text{Promedio móvil} = \frac{\sum \text{Demanda en los } n \text{ periodos previos}}{n} = \text{Pronostico del siguiente mes}$$

En el ejemplo sería el pronóstico del mes 5

- 2.4.1.3. Suavización exponencial.
- El método de suavizamiento exponenciales tiene como base el promedio móvil ponderado que permite calcular el promedio de una serie de tiempo, asignando a las demandas recientes mayor ponderación que a las demandas anteriores. Es el método de pronóstico que se usa con mayor frecuencia por su sencillez y por la reducida cantidad de datos que requiere. A diferencia del método de promedio móvil ponderado, que requiere n periodos de demanda pasada y n ponderaciones, el método de suavizamiento exponencial necesita solamente tres datos: el pronóstico del último periodo, la demanda de ese periodo y un parámetro de suavizamiento, alfa (α), cuyo valor fluctúa entre 0 y 1.0. Para elaborar un pronóstico con suavizamiento exponencial, simplemente se calcula un promedio ponderado de la demanda más reciente

y el pronóstico calculado para el último periodo. La ecuación correspondiente a este pronóstico es:

$$F_{t+1} = (\text{Demanda para este periodo}) + (1 - \alpha) (\text{Pronóstico calculado para el último periodo})$$

$$F_{t+1} = \alpha D_t + (1 - \alpha) F_t$$

ecuación equivalente:

$$F_{t+1} = F_t + \alpha (D_t - F_t)$$

- Esta forma de la ecuación muestra que el pronóstico para el periodo siguiente es igual al pronóstico del periodo actual más una proporción del error del pronóstico correspondiente al periodo actual. El énfasis que se hace en los niveles de demanda más recientes puede ajustarse modificando el parámetro de suavizamiento. Los valores más grandes de α hacen énfasis en los niveles recientes de la demanda y dan lugar a pronósticos que tienen mejor capacidad de respuesta ante los cambios en el promedio fundamental. Con valores de α más pequeños, se considera más uniformemente la demanda pasada y se producen pronósticos más estables.
- 2.4.1.4. Tendencia lineal.
- El método para incorporar una tendencia en un pronóstico suavizado exponencialmente se conoce como método de suavizamiento exponencial ajustado a la tendencia. En este enfoque, se suavizan las estimaciones del promedio y la tendencia, para lo cual se requieren dos constantes de suavizamiento. Se calcula el promedio y la tendencia para cada periodo

$$A_t = \alpha (\text{Demanda en este periodo}) + (1 - \alpha) (\text{Promedio} + \text{Estimación de la tendencia en el último periodo})$$

$$= \alpha D_t + (1 - \alpha) (A_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta (\text{Promedio de este periodo} - \text{Promedio del último periodo})$$

$$+ (1 - \beta) (\text{Estimación de la tendencia en el último periodo})$$

$$= \beta (A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1}$$

$$F_{t+1} = A_t + T_t$$

Donde.

A_t = promedio suavizado exponencialmente de la serie en el periodo t

T_t = promedio suavizado exponencialmente de la tendencia en el periodo t

α = parámetro de suavizamiento para el promedio, con un valor entre 0 y 1

β = parámetro de suavizamiento para la tendencia, con un valor entre 0 y 1

F_{t+1} = pronóstico para el periodo t + 1

- Para realizar pronósticos para periodos posteriores al siguiente, se multiplica la estimación de la tendencia (T_t) por el número de periodos adicionales que se desea incluir en el pronóstico, y se suman los resultados al promedio actual (A_t). Las estimaciones del promedio y la tendencia correspondientes al último periodo que se requieren en el primer pronóstico pueden obtenerse a partir de datos del pasado o basarse en una estimación aproximada si no existen datos históricos. Para encontrar los valores de α y β , es frecuente que el analista ajuste sistemáticamente α y β hasta obtener los errores de pronóstico más bajos posibles. Este proceso se puede llevar a cabo en un

ambiente experimental, usando el modelo para pronosticar las cifras históricas de demanda.

➤ 2.4.2. Relaciones Causales.

➤ 2.4.2.1. Regresión simple.

- Para realizar un pronóstico usando el método de regresión lineal, Podemos usar un modelo matemático tomando como referencia la línea recta para efectuar la proyección de tendencias. La variable dependiente que deseamos pronosticar es Y, la variable independiente es x. Usamos la ecuación.

$$Y = a + bx$$

Donde:

Y = valor de la variable dependiente (en nuestro ejemplo, ventas)

a = intersección con el eje y

b = pendiente de la recta de regresión

x = variable independiente

➤ Ejemplo.

- La compañía constructora Nodel renueva casas antiguas en West Bloomfield, Michigan. Con el tiempo, la compañía ha encontrado que su volumen de dólares por trabajos de renovación depende de la nómina del área de West Bloomfield. La administración quiere establecer una relación matemática para ayudarse a predecir las ventas.
- Método: El vicepresidente de Operaciones de Nodel ha preparado la tabla siguiente, la cual muestra los ingresos de Nodel y la cantidad de dinero percibido por los trabajadores en West Bloomfield durante los últimos 6 años.

Ventas de Nodel (en millones de dólares), y	Nómina local (en miles de millones de dólares), x	Ventas de Nodel (en millones de dólares), y	Nómina local (en miles de millones de dólares), x
2.0	1	2.0	2
3.0	3	2.0	1
2.5	4	3.5	7

El vicepresidente necesita determinar si existe una relación lineal (en línea recta) entre la nómina del área y las ventas. Para ello, grafica los datos conocidos en un diagrama de dispersión.

Solución: Podemos encontrar una ecuación matemática si usamos el enfoque de regresión de mínimos cuadrados.

Ventas, y	Nómina, x	X^2	xy
2.0	1	1	2.0
3.0	3	9	9.0
2.5	4	16	10.0
2.0	2	4	4.0
2.0	1	1	2.0
3.5	7	49	24.5
$\Sigma y = 15.0$	$\Sigma x = 18$	$\Sigma X^2 = 80$	$\Sigma xy = 51.5$

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{6} = \frac{18}{6} = 3$$

$$\bar{y} = \frac{\Sigma y}{6} = \frac{15}{6} = 2.5$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2} = \frac{51.5 - (6)(3)(2.5)}{80 - (6)(3^2)} = 0.25$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = 2.5 - (.25)(3) = 1.75$$

La ecuación de regresión estimada es.

$$y = 1.75 + 0.25 X \text{ (ventas= 1.75 + 0.25 de nómina)}$$

- 2.4.2.2. Regresión múltiple.
- La regresión múltiple es una extensión práctica del modelo de regresión anterior. Nos permite construir un modelo con varias variables independientes en vez de sólo una variable. Por ejemplo, si la constructora Nodel desea incluir el promedio de las tasas de interés anual en su modelo para el pronóstico de ventas de remodelación, la ecuación apropiada sería:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2$$

y = variable dependiente, ventas

a = una constante, la intersección y

x_1 y x_2 = valores de las dos variables independientes, nómina del área

y tasas de interés, respectivamente

b1 y b2 = coeficientes de las dos variables independientes

- Las matemáticas de la regresión múltiple son complejas (lo usual es que los cálculos se realicen en computadora).

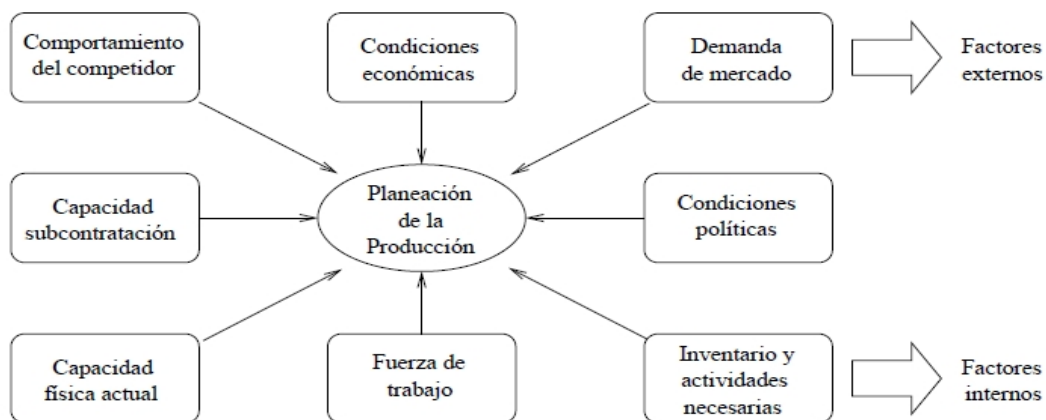
- 2.5. Pronósticos en el sector servicios.
- Los pronósticos en el sector servicios puede hacerse con métodos estadísticos. Una técnica importante en el sector comercial es el seguimiento de la demanda manteniendo buenos registros a corto plazo. Por ejemplo, una peluquería para hombres espera picos en el flujo de trabajo los viernes y sábados. un restaurante del centro de la ciudad quizá necesite dar seguimiento a convenciones y días festivos para que sus pronósticos a corto plazo resulten efectivos.
- 2.6. Pronósticos para empresas en creación.
- Una característica de empresas pequeñas y de negocios que comienzan es que carecen de todo, desde recursos económicos hasta recursos materiales y humanos, los pronósticos en estas empresas pequeñas o que inician es difícil por las siguientes razones:
 - 1. No se tienen entornos ricos en datos.
 - 2. No existe un historial de datos suficientemente amplio
 - 3. El pronóstico para productos nuevos siempre es difícil y no existe la experiencia, en éxitos y fallas de pronósticos...
- 2.7. Uso de software en pronósticos.
- El personal encargado de preparar los pronósticos utiliza computadora para efectuar sus cálculos. Son pocos los que realizan a mano los cálculos de los pronósticos. Muchos administradores de operaciones aprovechan los

paquetes de software como: SAP, Forecast PRO, Metrix, APS, SAS, SPSS, ó Excel.

- Las matemáticas de la regresión múltiple se vuelven bastante complejas (y lo usual es que los cálculos se realicen en computadora).

TEMA 3 Planeación de la Capacidad

- 3.1 Conceptos generales.
- La capacidad de producción es el volumen máximo de productos que puede generar una planta o empresa de manufactura en un período determinado, utilizando los recursos disponibles.



- 3.1.1 Definición de Capacidad.
- La capacidad se considera como la cantidad de producción que un sistema es capaz de generar durante un periodo específico de tiempo.

- 3.1.2 Capacidad efectiva.
- La capacidad efectiva es la capacidad que una empresa espera alcanzar dadas las restricciones operativas actuales, generalmente la capacidad efectiva es menor que la capacidad diseñada debido a que la instalación puede haber sido diseñada para una versión anterior del producto o para una mezcla de productos diferente que la que se produce actualmente.

- 3.1.3 Capacidad diseñada.
- La capacidad de diseño es la producción teórica máxima de un sistema en un periodo dado bajo condiciones ideales. Normalmente se expresa como una tasa,
- 3.1.4 Capacidad nominal de producción.

- La capacidad nominal es la producción máxima que una instalación puede producir en condiciones normales, asumiendo la disponibilidad total de insumos, equipos y mano de obra. Por lo general, se expresa como un número de unidades por hora, día, semana o mes.

- 3.2 Consideración sobre la capacidad.
 - Consideraciones para tomar una buena decisión sobre la capacidad.
 - 1. Pronosticar la demanda con exactitud: Un pronóstico preciso resulta esencial para tomar una buena decisión sobre la capacidad.
 - 2. Entender la tecnología y los incrementos en la capacidad, considerando con detalle el volumen de producción deseado, las decisiones sobre

tecnología requerida, análisis de costo, el tipo de mano de obra especializada necesaria, la calidad y la confiabilidad.

- 3. Encontrar el nivel de operación óptimo (volumen): La tecnología y los incrementos en la capacidad suelen dictar el tamaño óptimo de una instalación.
- 4. Construir para el cambio: En nuestro mundo dinámico los cambios son inevitables, por lo que los administradores de operaciones deben integrar la flexibilidad a las instalaciones y al equipo. Evalúan la sensibilidad de la decisión, probando varias proyecciones de ingreso, para definir los riesgos potenciales.
- 3.2.1 Economías de escala.
- Las economías de escala, están presentes cuando una planta mejora en el uso de sus recursos y su volumen de producción se incrementa, se reduce el costo promedio por unidad de producto. Esto se debe a que el costo de operación y el del capital disminuyen, Las plantas también obtienen eficiencias cuando llegan a un tamaño lo bastante grande para utilizar plenamente los recursos dedicados a tareas como el manejo de materiales, equipo de cómputo y personal administrativo de apoyo.
- 3.2.2 Manejo de la demanda.
- Haciendo un plan de producción teniendo como base un buen pronóstico e instalaciones de acuerdo con éste, pueden presentarse problemas entre la demanda real y la capacidad disponible. Una correspondencia deficiente significa que la demanda supera a la capacidad o que la capacidad excede

a la demanda. Sin embargo, las empresas tienen alternativas para ajustar su plan de producción.

- 3.3 Planeación de la capacidad.
- Establecer la planeación de la capacidad futura puede ser un procedimiento complicado, el cual se basa principalmente en la demanda futura. Cuando la demanda de bienes y servicios se puede pronosticar con un grado de precisión razonable, la definición de los requerimientos de capacidad puede resultar sencilla. Sin embargo la inestabilidad del mercado ocasionada por sus cambios imprevistos hace muy complicado esta programación.
- 3.3.1 Diseño de la capacidad del sistema.
- EL objetivo general para diseñar una eficiente distribución de planta: Es hallar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo, que sea la más económica para realizar el proceso de fabricación, al mismo tiempo segura y satisfactoria para los empleados.
- Objetivos específicos
 - Reducción del riesgo de accidentes de trabajo,
 - Establecer estrategias que procuren la seguridad de los trabajadores.
 - Elevación de la moral y satisfacción del obrero.
 - Incremento de la producción.
 - Disminución en los retrasos de la producción.
 - Reducción del tiempo de fabricación.
 - Eliminar o reducir los cuellos de botella
 - Implementar sistemas flexibles de manufactura

- 3.3.2 Cálculos de los requerimientos de equipos.
- La planificación de la capacidad es la clave para asegurar el cumplimiento de la demanda del mercado. Puede hacerse a través de cinco pasos.
- 1. Realizar tareas e inventario, la administración debe determinar cuánto tiempo tardan los empleados en completar una tarea productiva determinada y cuanto inventario se requiere.
- 2. Estimaciones totales, Los valores de todos los trabajadores se totalizan para calcular la cantidad de mano de obra, inventario y capital que se necesita.
- 3. Priorización de las cargas de trabajo, uno de los pasos más complicados en la planificación de la capacidad es definir dependencias y priorizar las cargas de trabajo.
- 4. Consideración de rutas estratégicas, los procesos de producción, requieren una estrategia de planificación de la capacidad detallada. Que ayude a las empresas a anticipar y evitar las interrupciones y los riesgos para mantener el flujo de trabajo que satisfaga la demanda.
- 5. Supervisión y alteración de las cargas de trabajo, Los gerentes también deben asegurarse de que los horarios se cumplan y de que los empleados estén atentos al trabajo.
- 3.3.3 Calculo de los requerimientos de Instalaciones.
- Se entiende por instalaciones industriales al conjunto de medios y recursos necesarios para llevar a cabo los procesos de fabricación y servicio dentro de la organización, es el lugar donde se lleva a cabo su proceso productivo, es importante que cada decisión tomada en cuanto al diseño y distribución

de la área productiva, sea el adecuado, que facilite a la organización llegar a sus objetivos deseados, así como optimizar el proceso de manufactura, minimizando inversiones en equipo y tiempo de producción y como consecuencia disminuye los costos en el manejo de los materiales. Las instalaciones desempeñan un papel de gran trascendencia dentro de la organización.

- 3.3.4 Diseños de los procesos.
- Los planes de diseño de los procesos traducen las decisiones sobre las prioridades competitivas, estrategia de procesos, calidad y capacidad de los procesos en disposiciones físicas de personal, equipo y espacio. Para que un gerente pueda tomar decisiones relativas a la disposición física, tiene que responder cuatro preguntas.
- 1. ¿Qué centros deberán incluirse en la distribución? Los centros deben reflejar las decisiones del proceso y maximizar la productividad.
- 2. Definir los espacios requeridos en cada centro de trabajo en base a estudios de ingeniería industrial de manera que el trabajador actúe con libertad para lograr un desempeño productivo en la ejecución de sus tareas.
- 3. La cantidad de espacio, su forma y los elementos que integran el centro de trabajo están relacionados entre sí, deben tener una distribución funcional para que las actividades no se bloqueen y su desarrollo sea totalmente independiente.
- 4. La distribución de los equipos dentro del centro de trabajo debe ser ordenada de acuerdo con la secuencia de operaciones correspondiente a

cada proceso de fabricación del producto planeado, es importante considerar que la localización relativa es un factor importante, considerando que el tiempo de desplazamiento, el costo de manejo de los materiales y la eficacia de la comunicación son importantes.

- 3.4 Herramientas para la planeación de la capacidad.
- El uso de un software de planificación de la capacidad de recursos le ofrece una mejor visibilidad y comprensión de la capacidad de sus recursos de forma rápida y sencilla. Al compartir esta información con equipos y gestores, puedes sincronizar recursos y mejorar la eficiencia y fluidez de tu proyecto.
- 3.4.1 Modelos de líneas de espera.
- En un sistema cualquiera, la línea de espera es el efecto que se produce cuando la demanda de un servicio supera su propia capacidad de suministro o producción.
- El mencionado sistema está formado por varias entidades que dan servicio a las transacciones que van entrando: en otras palabras, las entidades son los "instrumentos" de los que se dispone para trabajar, mientras que las transacciones miden la cantidad de demanda.
- el número de entradas al sistema (cantidad de demanda) es un dato totalmente estadístico, imposible de predecir con exactitud, y al que solo es posible aproximarse mediante modelos estocásticos (variables aleatorias que evolucionan en función de otra variable, habitualmente el tiempo).
- Supongamos un modelo secuencial, en el que cada transacción ha de seguir una serie de pasos necesarios desde su entrada hasta su salida del

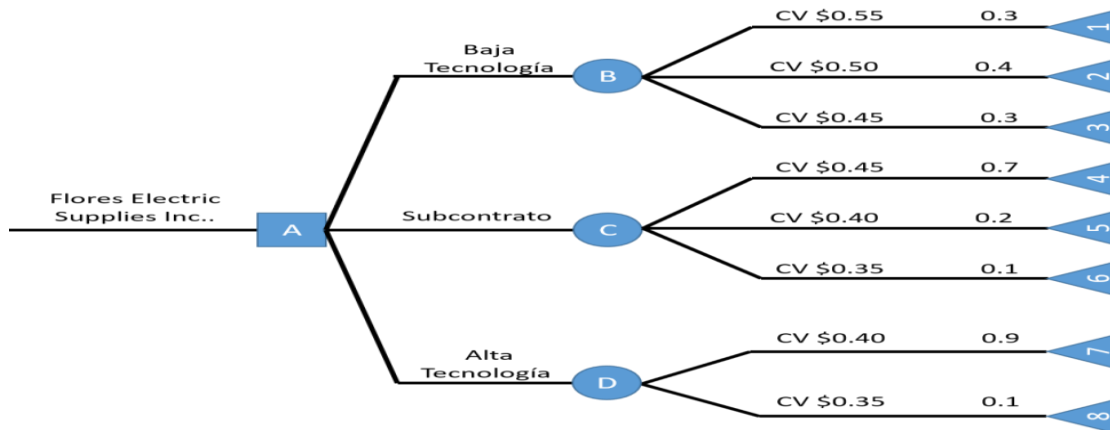
sistema: la acumulación de transacciones en cola (a la espera de ser atendidas) conformarían la línea de espera.

- 3.4.2 Árboles de decisión.
- Un árbol de decisión es un algoritmo de aprendizaje supervisado no paramétrico, que se utiliza para tareas de clasificación como de regresión. Tiene una estructura de árbol jerárquica, que consta de un nodo raíz, ramas, nodos internos y nodos hoja.
- Como puede ver en el diagrama anterior, un árbol de decisión comienza con un nodo raíz, que no tiene ramas entrantes. Las ramas salientes del nodo raíz alimentan los nodos internos, también conocidos como nodos de decisión. En función de las características disponibles, ambos tipos de nodos realizan evaluaciones para formar subconjuntos homogéneos, que se indican mediante nodos hoja o nodos terminales. Los nodos hoja representan todos los resultados posibles dentro del conjunto de datos.
- Un diagrama de árbol de decisión permite evaluar mediante una representación gráfica los posibles resultados, costos y consecuencias de una decisión compleja, este método es muy útil para analizar datos cuantitativos y tomar una decisión basada en números.
- Ejemplo Ejercicio 1:
- El grupo de diseño del producto de Flores Electric Supplies, Inc., ha determinado que necesita diseñar una nueva serie de interruptores. Debe decidirse por una de las tres estrategias de diseño. El pronóstico del mercado es para 200,000 unidades. Cuanto mejor y más sofisticada sea la estrategia de diseño y mayor el tiempo invertido en ingeniería de valor,

menor será el costo variable. El jefe de ingeniería de diseño, Dr. W. L. Berry, decidió que los siguientes costos son una buena estimación de los costos iniciales y variables relacionados con cada una de las tres estrategias:

- Baja tecnología: proceso con poca tecnología y bajo costo que consiste en contratar a nuevos ingenieros con poca experiencia. Esta posibilidad tiene un costo de \$45,000 y probabilidades de costo variable de 0.3 para \$0.55 cada uno, 0.4 para \$0.50, y .3 para \$0.45. Subcontrato: enfoque de mediano costo que emplea un buen equipo de diseño externo. Esta alternativa tendría un costo inicial de \$65,000 y probabilidades de costo variable de 0.7 para \$0.45 cada uno, 0.2 para \$0.40, y 0.1 para \$0.35.
- Alta tecnología: enfoque de alta tecnología en el que se usa lo mejor del personal interno y la más moderna tecnología de diseño asistido por computadora. Esta alternativa tiene un costo inicial de \$75,000 y probabilidades de costo variable de 0.9 para \$.40 y 0.1 para \$0.35.
- ¿Cuál es la mejor decisión con base en un criterio de valor monetario esperado (VME)? (Nota: Queremos el VME más bajo puesto que se manejan costos en este problema).

- Solución 1:
- Elaboramos el árbol de decisión según las opciones que nos muestra el



problema:

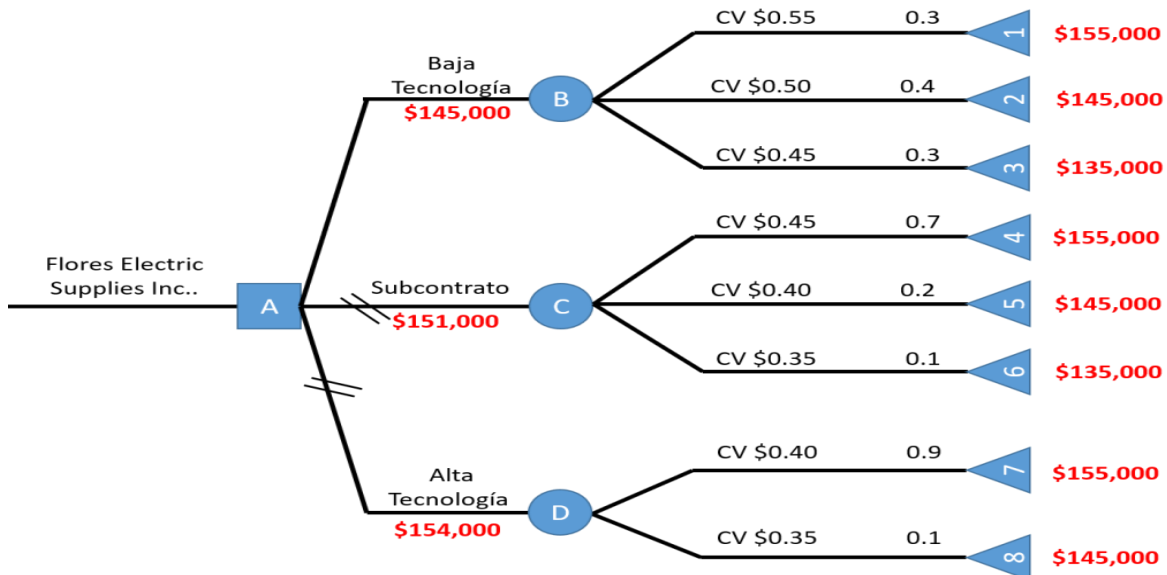
CV = Costo Variable

Procedemos a calcular los extremos de los nodos de nuestro árbol:

Alternativa	Costos Fijos	Costo Variable Total	Costo Variable Total - Resultado	Costo Total
1) Baja Tecnología, CV de 0.55	\$45,000	$200,000 \times 0.55$	\$105,000	\$155,000
2) Baja Tecnología, CV de 0.50	\$45,000	$200,000 \times 0.50$	\$100,000	\$145,000
3) Baja Tecnología, CV de 0.45	\$45,000	$200,000 \times 0.45$	\$90,000	\$135,000
4) Subcontrato, CV de 0.45	\$65,000	$200,000 \times 0.45$	\$90,000	\$155,000
5) Subcontrato, CV de 0.40	\$65,000	$200,000 \times 0.40$	\$80,000	\$145,000
6) Subcontrato, CV de 0.35	\$65,000	$200,000 \times 0.35$	\$70,000	\$135,000
7) Alta Tecnología, CV 0.40	\$75,000	$200,000 \times 0.40$	\$80,000	\$155,000
8) Alta Tecnología, CV 0.35	\$75,000	$200,000 \times 0.35$	\$70,000	\$145,000

El costo total se obtiene sumando el costo fijo más el costo variable total; teniendo en cuenta el pronóstico del mercado de 200,000 unidades.

Finalmente calculamos los valores de los nodos intermedios y marcamos con 2 líneas las alternativas rechazadas.



Como evaluamos el costo total de las estrategias que evalúa la empresa; elegiremos la alternativa con valor monetario esperado: Baja Tecnología.

- 3.4.3 Simulación.
- El desarrollo de una simulación de procesos industriales permite mantener una operación en su mejor estado, ya que ayuda a encontrar necesidades u oportunidades como el reparto de las cargas de trabajo, identificación de cuellos de botella y, finalmente, ejecutar planificaciones apoyadas en modelos predictivos.
- También es importante mencionar que existen desventajas como algunos modelos de simulación que pueden representar un costo más elevado, tanto en lo económico, como en el tiempo empleado. En cada proyecto de

modelado se emplean recursos que, si no rinden frutos, significan gastos, en vez de una inversión, por llamarlo de alguna forma.

- Hablando del tiempo, cuando se utiliza sin un objetivo claro o herramientas de medición, es posible que no se obtengan los datos necesarios para la simulación, creando un modelo que no representa la realidad.
- Es recomendable considerar ambos aspectos, tanto los positivos, como los negativos, antes de realizar la simulación; de esa manera, es posible conocer los impactos que generará un cambio en el sistema.

TEMA 4.- Administración de Inventarios.

- 4.1 Definición y tipos de inventarios.
- Un inventario es la clasificación detallada de los bienes muebles e inmuebles que constituyen el caudal comercial de una empresa.
- El inventario se utiliza en las empresas como un sistema de control y registro de ganancias ya que brinda información concreta sobre las acciones de compra y venta de bienes y servicios, necesarios para la operación de la empresa.

- Inventario de productos terminados. Formado por productos elaborados



que serán o están puestos a la venta.

- Inventario de materias primas. Formado por elementos que una vez



procesados serán un producto.

- Inventario de productos en proceso de fabricación. Formado por productos



que están en un proceso intermedio.

- 4.2 Ventajas y desventajas de los inventarios.

Ventajas:

- Funciona como un mecanismo de orden y control.
- Sirve para detectar pérdidas o robos.
- Permite conocer los niveles de producción.
- Ayuda a conocer el valor de una empresa.
- Permite conocer la curva de demanda y afrontarla.

Desventajas:

- Requiere una gran cantidad de mano de obra para llevar a cabo el proceso.
- Supone un gran costo de almacenaje.
- Insume una gran cantidad de tiempo.

- 4.3 Administración de los inventarios. La administración de inventarios es un proceso que requiere información sobre las demandas esperadas, las

- cantidades de inventario disponibles y en proceso de pedido de todos los artículos que almacena la empresa en sus instalaciones y el momento y tamaño indicados de las cantidades de reorden. El proceso de administración de inventarios puede analizarse y sus capacidades se pueden medir con respecto a las prioridades competitivas de la empresa.
- 4.3.1 Tipos de costos.
- Los costos de mantener inventarios equivalen a los costos de resguardar el stock durante el periodo de tiempo previo a su venta. Generalmente, los costos de mantener inventarios se cuantifican como un porcentaje del valor total del inventario anual. Para calcular estos costos, se deben considerar todos sus componentes:
 - Costo de capital
 - Costo de almacenamiento
 - Costo de servicios
 - Costo de riesgo
- El costo del capital representa la mayor porción del costo total de mantener inventarios: considera el monto invertido en la fabricación o compra de un producto, el monto de cualquier interés incurrido para financiar la adquisición inicial de ese producto y el costo de oportunidad de dicha inversión.
- Costo de almacenamiento. Los costos de almacenamiento representan los recursos invertidos en mantener inventarios en un almacén o centro de distribución. Los costos de almacenamiento incluyen costos fijos (como la renta o hipoteca de un inmueble adecuado para el tipo de mercancía

almacenada) y costos variables (como electricidad, agua, mantenimiento, etc.)

- Costo de servicios. En esta categoría se incluyen los costos del software y hardware utilizados para manejar los movimientos de mercancía dentro del almacén, tales como un sistema de gestión de almacenes (WMS), terminales de radiofrecuencia, sistemas para surtido de órdenes.
- Costo de riesgo. Se contemplan aquí los costos ocasionados por merma, obsolescencia, robo y depreciación. Cada vez que deja de ser viable vender uno de los productos, ya sea porque se perdió, expiró o por cualquier otra causa, debe ser contabilizado como un costo de riesgo. Una vez más, tener sobre inventario aumenta la probabilidad de que el stock se dañe, lo cual provoca un alza en los costos de mantener el inventario.
- 4.3.2 Clasificación ABC. Los administradores de operaciones establecen sistemas para el manejo de inventarios, para contar y controlar los artículos clasificados y mantener registros precisos utilizando el sistema ABC.
- El inventario ABC divide la lista de artículos en tres grupos, según su valor:
- El 10-15% serán artículos A y constituyen aproximadamente el 75% del capital circulante.
- Los artículos B representan aproximadamente el 25% de los artículos, y el 20% del capital circulante.
- Los artículos C, son el 65% restante y representan aproximadamente el 5% del capital.
- Ejemplo.

- Supongamos que disponemos de la siguiente tabla. En ella tenemos el código, los niveles medios de inventario y el valor unitario de los diferentes productos de un almacén.
- Vamos a asignar a cada artículo su clase siguiendo la clasificación ABC en

Código	Niv. Medio	Valor Unitario (moneda)
AX24	150	500
BR24	900	900
BW24	196	250
CQ23	600	1500
CR01	16	500
FE94	31	100
LQ01	18	200
MQ12	18	200
MW20	75	500
NL01	150	1000
PE39	16	3000
RP10	20	2200
SP00	13	250
TA12	100	2500
TQ23	40	5000
WQ12	80	12000
WZ34	30	1500
ZA98	70	250

función del valor total medio del inventario en.

- PASO 1. CÁLCULO DEL INDICADOR DE REFERENCIA
- Se calcula la utilización anual. Para ello insertáremos una tercera columna con el producto de las dos primeras. Le pedimos a nuestra hoja de cálculo que nos ordene los datos de mayor a menor, basándose en esta nueva columna y obtenemos lo siguiente:

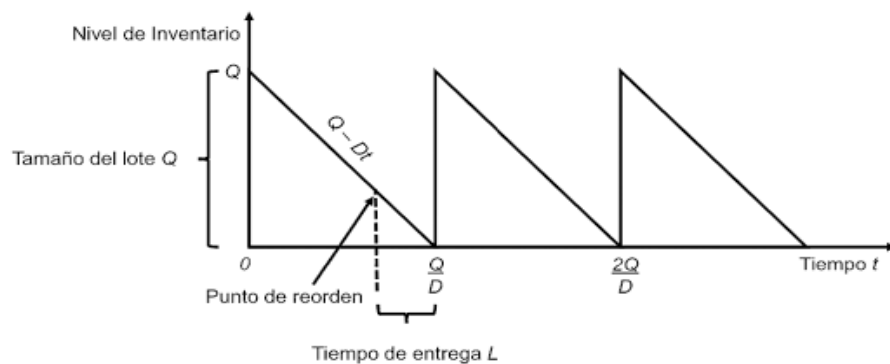
Código	Niv. Medio	Valor Unitario (moneda)	Uso anual
WQ12	80	12000	960000
CQ23	600	1500	900000
BR24	900	900	810000
TA12	100	2500	250000
TQ23	40	5000	200000
NL01	150	1000	150000
AX24	150	500	75000
BW24	196	250	49000
PE39	16	3000	48000
WZ34	30	1500	45000
RP10	20	2200	44000
MW20	75	500	37500
ZA98	70	250	17500
CR01	16	500	8000
LQ01	18	200	3600
MQ12	18	200	3600
SP00	13	250	3250
FE94	31	100	3100
TOTAL	2523	32350	3607550

- PASO 2. RELATIVIZACIÓN RESPECTO AL CONJUNTO.
- Seguidamente, añadimos dos nuevas columnas en las que calculamos el porcentaje con respecto a la utilización anual total y también el porcentaje total acumulado.
- Con esta información ya podemos clasificar el inventario.

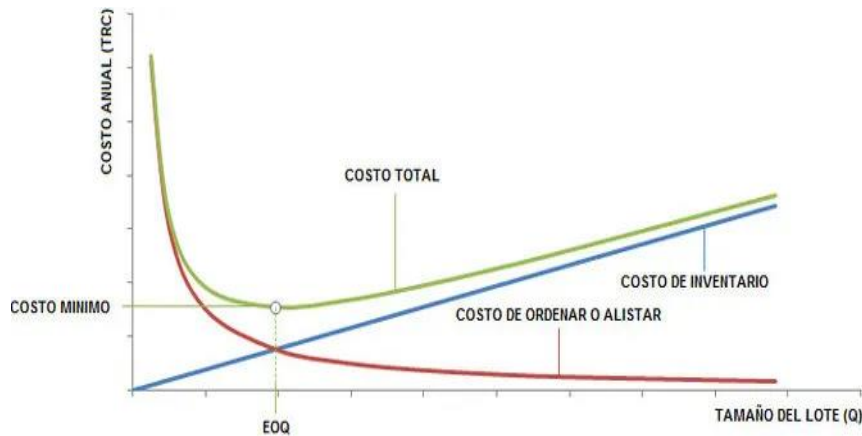
Código	Niv. Medio	Valor Unitario (moneda)	Uso anual	%	% Acumulado	
WQ12	80	12000	960000	26,61%	26,61%	A
CQ23	600	1500	900000	24,95%	51,56%	
BR24	900	900	810000	22,45%	74,01%	
TA12	100	2500	250000	6,93%	80,94%	B
TQ23	40	5000	200000	5,54%	86,49%	
NL01	150	1000	150000	4,16%	90,64%	
AX24	150	500	75000	2,08%	92,72%	
BW24	196	250	49000	1,36%	94,08%	
PE39	16	3000	48000	1,33%	95,41%	C
WZ34	30	1500	45000	1,25%	96,66%	
RP10	20	2200	44000	1,22%	97,88%	
MW20	75	500	37500	1,04%	98,92%	
ZA98	70	250	17500	0,49%	99,40%	
CR01	16	500	8000	0,22%	99,62%	
LQ01	18	200	3600	0,10%	99,72%	
MQ12	18	200	3600	0,10%	99,82%	
SP00	13	250	3250	0,09%	99,91%	
FE94	31	100	3100	0,09%	100,00%	
TOTAL	2523	32350	3607550	100,00%		

- PASO 3. AGRUPACIÓN POR BLOQUES.
- los tres primeros productos suman una cifra algo inferior al 75% del capital circulante, WQ12, CQ23 Y BR24 como productos tipo A.
- El grupo B inicia en TA12, termina en BW24
- El resto de los artículos integran el grupo C
- 4.4 Modelos de inventario determinísticos.
- Son aquellos donde se toma como supuesto que tenemos certeza de la demanda. Esta puede estar dada por pronósticos de demanda o pedidos reales de los clientes.
- 4.4.1 Modelos de Cantidad Optima (económica) del Pedido.

- Es el tamaño de lote que permite minimizar los costos totales anuales por mantenimiento de inventario de ciclo y hacer pedidos. El método para determinar la EOQ se basa en las siguientes suposiciones:
- 1. La tasa de demanda del artículo es constante y se conoce con certeza.
- 2. No existen restricciones para el tamaño de cada lote
- 3. Los dos únicos costos relevantes son el de mantenimiento de inventario y el costo fijo por lote, tanto de hacer pedidos como de preparación.
- 4. Las decisiones referentes a un artículo pueden tomarse independientemente de las decisiones correspondientes a los demás. En otras palabras, no se obtiene ventaja alguna al combinar varios pedidos que vayan dirigidos al mismo proveedor.
- 5. El tiempo de espera es constante y se conoce con certeza. La cantidad recibida es exactamente la que se pidió y las remesas llegan completas y no



en partes.



Graficas de cantidad económica de pedido.

Cálculo de la EOQ.

Costo total = Costo anual por mantenimiento de inventario + Costo anual por hacer pedidos o de preparación

Donde.

C= costo total anual del inventario del ciclo.

Q= tamaño de lote, en unidades.

H= costo de mantener una unidad en inventario durante un año; se expresa como un porcentaje del valor

D= demanda anual, en unidades por año

s = costo por hacer pedidos o preparar un lote.

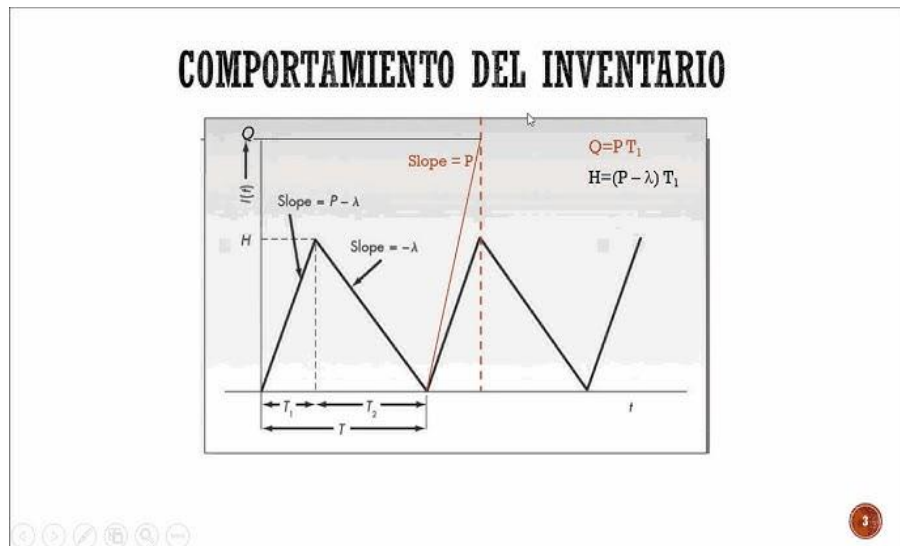
$$C = \frac{Q}{2}H + \frac{D}{Q}(S)$$

- 4.4.2 Modelo con Descuentos.
- Para aumentar sus ventas, muchas compañías ofrecen a sus clientes descuentos por cantidad. Un descuento por cantidad es simplemente un precio (P) reducido de un artículo por la compra de grandes cantidades.
- La ecuación para el costo total anual del inventario se puede calcular como sigue:

Costo total = Costo de preparación + Costo de mantener + Costo del producto

$$TC = \frac{D}{Q} s + \frac{Q}{2} H + pD$$

Q = Cantidad ordenada



S = Costo de ordenar o preparar por orden o por preparación.

H = Costo de mantener por unidad por año

P = Precio por unidad

D = Demanda anual en unidades

- 4.4.3 Modelo de producción y consumo.
- Este modelo se aplica en dos casos, (1) cuando el inventario fluye de manera continua o se acumula durante un periodo después de colocar una orden, y (2) cuando las unidades se producen y venden en forma simultánea. Bajo estas circunstancias se toman en cuenta la tasa de producción diaria (o flujo de inventario) y la tasa de demanda diaria. Dado que este modelo es especialmente adecuado para los entornos de producción, se conoce como el modelo de la cantidad económica a producir. Es útil cuando el inventario se acumula de manera continua en el tiempo y se cumplen los supuestos tradicionales de la cantidad económica a ordenar. Este modelo se soluciona igualando el costo de ordenar o preparar al costo de mantener y despejando el tamaño del lote óptimo, Q^* . Usando la siguiente simbología es posible determinar la expresión del costo anual de mantener inventario para la cantidad económica a producir. Para trabajar este modelo se requieren los siguientes supuestos.
- La demanda es constante y conocida
- La tasa de producción es constante y conocida.
- El pedido llega en un solo lote.
- Los costos de ordenar un pedido y los costos de mantenimiento son constantes y conocidos.
- La tasa de producción debe ser mayor que la tasa de demanda diaria

12.6 Se muestran los niveles de inventario en función del tiempo.

- Q= número de unidades por orden
- H= Costo de mantener inventario por unidad por año
- p = Tasa de producción diaria
- d = Tasa de demanda diaria, o tasa de uso
- t = Longitud de la corrida de producción en días.

$$1- \left(\frac{\text{costo anual de mantener inventarios}}{\text{inventarios}} \right) = (\text{nivel de inventario promedio}) \left(\frac{\text{costo de mantener}}{\text{por unidad por año}} \right)$$

$$2- \left(\frac{\text{nivel de inventario promedio}}{\text{promedio}} \right) = (\text{nivel de inventario maximo } |2)$$

$$3- (\text{nivel de inv. maximo}) = \left(\frac{\text{total producido durante la corrida de produccion}}{\text{la corrida de produccion}} \right) - \left(\frac{\text{total usado durante la}}{\text{corrida de produccion}} \right)$$

$$= pt - dt$$

Sin, Q = total producido = pt, y así t = Q/p. Por lo tanto:

$$\text{Nivel de inventario máximo} = p (Q|p) - d (Q|p) = Q - \frac{d}{p} Q$$

$$= Q \left(1 - \frac{d}{p} \right)$$

$$4.- \text{Costo anual de mantener inventarios } \frac{\text{Nivel de inventario maximo}}{2} (H) = \frac{Q}{2} \left(1 - \frac{d}{p} \right) H$$

Costo de preparación = $(D/Q) s$

Costo de mantener = $\frac{1}{2} QH[1 - d/p]$

Se iguala el costo de ordenar con el costo de mantener para obtener Q_p^* :

$$(D/Q) s = \frac{1}{2} HQ[1 - d/p]$$

$$Q^2 = \frac{2Ds}{H(1-\frac{d}{p})}$$

$$Q_p^* = \sqrt{\frac{2Ds}{H(1-\frac{d}{p})}}$$

➤ 4.4.4 Modelo con faltantes planeados

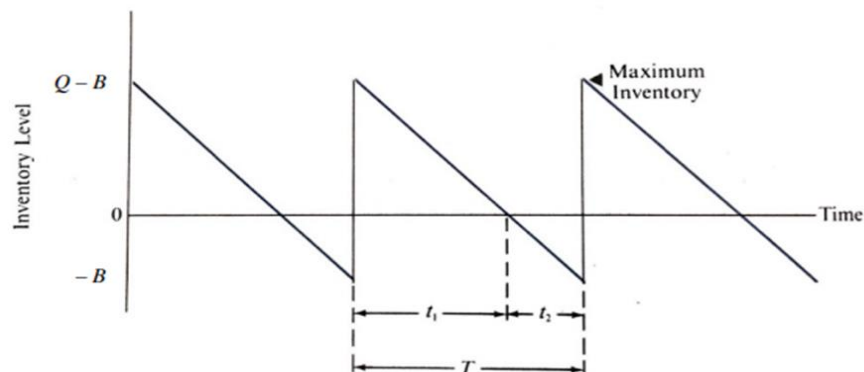
➤ .

➤ Si los clientes aceptan que sus pedidos sean entregados

Cuando no tengan artículos en almacén, la venta no se pierde.

➤ A cada unidad faltante se le agrega un costo por faltante

➤ En un momento determinado se tiene un inventario I, ese inventario comienza a consumirse o agotarse a una tasa de demanda d, hasta que se acaba,



entonces se permiten pedidos por faltante por un tiempo t , hasta que se alcance una cantidad de pedido B (órdenes atrasadas), una vez que se llega a B , llega el nuevo pedido de tamaño Q .

Grafica de Modelo con faltantes.

➤ Formulario

Costo total anual.
$$C_T = \frac{D}{Q} S + \frac{(Q-B)^2}{2Q} H + \frac{B^2}{2Q} b$$

Cantidad económica de pedido.
$$Q^* = \sqrt{\frac{2Ds}{H} \left(\frac{H+b}{b} \right)}$$

Faltantes planeados
$$B = Q \left(\frac{H}{H+b} \right)$$

Duración del inventario en planta.
$$t_1 = \frac{Q-B}{d}$$

Duración de la parte pendiente en inventario.
$$t_2 = \frac{B}{d}$$

Tiempo de ciclo.
$$T = \frac{Q}{d}$$

➤ 4.5 Modelos de inventarios probabilísticos.

➤ Estos modelos de inventario se aplican cuando la demanda del producto no se conoce, pero puede especificarse mediante una distribución de probabilidad.

➤ 4.5.1 Nivel de servicio e inventario de seguridad.

➤ El nivel de servicio es el complemento de la probabilidad de un faltante. Por

ejemplo, si la probabilidad de que ocurra un faltante es de 0.05, entonces el nivel de servicio es de 95, La demanda incierta eleva la posibilidad de faltantes. Un método adecuado para reducir los faltantes consiste en mantener en inventario unidades adicionales. ese inventario suele denominarse inventario de seguridad. Implica agregar cierto número de unidades al punto de reorden, como un amortiguador.

$$\text{Punto de reorden} = \text{ROP} = d \times L$$

Donde:

d = Demanda diaria

L = Tiempo de entrega de la orden, o número de días hábiles necesarios para efectuar la entrega de una orden.

- 4.5.2 Modelo de Cantidad Fija.
- Los modelos de inventario de cantidad fija, o sistemas Q. En estos tipos de inventario la cantidad fija de un artículo de Q unidades, se agrega al inventario cada vez que se coloca una orden de compra, cuando el inventario disminuye hasta el punto de reorden (ROP). Para usar el modelo de cantidad fija, es necesario monitorear continuamente el inventario, esto se conoce como sistema de inventario perpetuo. Cada vez que un artículo entra o sale del inventario, los registros deben actualizarse para asegurar que no se ha alcanzado el ROP.
- 4.5.3 Modelo de Periodo Fijo.

- sistema P, o de periodo fijo, las órdenes se colocan al final de un periodo dado. Entonces, y sólo entonces, se cuenta el inventario, se pide solamente la cantidad necesaria para elevar el inventario a un nivel meta especificado.
- Los sistemas de periodo fijo comparten varias suposiciones con el sistema básico de cantidad fija. EOQ:
 - • Los únicos costos relevantes son los costos de ordenar y mantener.
 - • Los tiempos de entrega se conocen y son constantes.
 - • Los artículos son independientes entre sí.
- 4.6 Uso de software en inventarios
- Realiza un seguimiento detallado de computadoras, dispositivos móviles, servidores, instancias en la nube y cualquier tipo de activo en un único panel.
- Automatiza tareas manuales que consumen mucho tiempo Monitorea la salud de tus equipos de cómputo en base a criterios como estatus del antivirus,
- implementar un software para inventarios
- Uno de los beneficios más significativos para una empresa que implementa un software para inventarios es que tiene control sobre los artículos que comercializa y, gracias a la organización que brinda este sistema, puede planear los pedidos de los productos que realmente necesita. De modo que se evitan las pérdidas económicas por tener una cantidad mayor de productos respecto al promedio de la demanda, que se pueden dañar por ser perecederos, o que duran años en las estanterías reteniendo el flujo de dinero porque nunca se venden y la inversión se queda estática.

- Este es el tipo de programa para controlar el inventario de una empresa más novedoso y vanguardista que se encuentra en el mercado, ya que no se trata de un sistema de instalación local que se puede utilizar solamente en un equipo particular, sino que se abre a través de internet lo que representa varias ventajas. La primera y más obvia, es precisamente que no debes instalar ningún programa en tu equipo, sino que en el momento que adquieras el sistema estás listo para usarlo. Solamente debes crear un usuario con una contraseña e inmediatamente estarás dentro para empezar a usarlo de acuerdo con tus necesidades y las de tu empresa.
- 5-. Administración de almacenes.
- El objetivo de la distribución de almacenes es encontrar el intercambio óptimo entre los costos del manejo y los costos asociados con el espacio de almacén, la tarea de la administración es maximizar la utilización del total del almacén, es decir, usar todo su volumen mientras mantiene bajos los costos por manejo de materiales, el costo por manejo de materiales se define como todos los costos relacionados con su movilización, Comprenden el transporte de entrada, almacenamiento, y transporte de salida de los materiales que se almacenarán. Estos costos incluyen equipo, personal, material, supervisión, seguros y depreciación, una distribución de almacén efectiva también minimiza los daños y desperdicios de material dentro del almacén.
- 5.1 Funciones y manejo físico de los inventarios, recepción, organización, despacho, mantenimiento de los registros.

- Un componente importante de la distribución de un almacén es la relación que hay entre el área de recepción y descarga, El diseño de la instalación depende del tipo de artículos que se descargan, y de dónde se descargan (camiones, vagones, montacargas, etc.).
- Los materiales se identifican de manera manual, utilizando código de barras, de esta manera se obtiene la identificación rápida y precisa de los artículos, cuando los sistemas se combinan con sistemas efectivos de información administrativa, se identifica la cantidad y la ubicación de cada unidad. Esta información se utiliza con operadores humanos o con sistemas de almacenamiento y recuperación automatizados a fin de cargar unidades en cualquier parte del almacén en forma rápida. Las cantidades y ubicaciones precisas de los inventarios permiten una organización funcional para satisfacer las necesidades del proceso productivo.
- Los sistemas computarizados de almacenamiento incluyen las siguientes tareas:
 - 1. Mantener una lista de lugares “vacíos”.
 - 2. Mantener registros precisos del inventario existente y de su ubicación.
 - 3. Poner en secuencia los artículos de los pedidos para minimizar el tiempo de traslado requerido para “recoger” pedidos.
 - 4. Combinar pedidos para reducir los tiempos de recolección.
 - 5. Asignar ciertos artículos o clases de artículos, como los de alto uso, a áreas particulares del almacén para minimizar la distancia total recorrida.
- Los sistemas de almacenamiento pueden incrementar la utilización de las instalaciones y disminuir el costo por mano de obra, pero requieren registros

precisos. A partir de los materiales de entrada y salida de (despacho) los inventarios del almacén.

- 5.2 Localización y distribución de almacenes.
- La distribución del almacén orientada al proceso debe ser flexible para la asignación de equipo y mano de obra. Por ejemplo, la descompostura de una máquina no necesariamente detiene todo un proceso; el trabajo puede transferirse a otras máquinas del mismo departamento. La distribución orientada al proceso es conveniente para manejar la manufactura de partes en lotes pequeños, o lotes de trabajo, así como para la producción de una amplia variedad de partes en diferentes tamaños o formas.
- 5.3 Selección de mobiliario y equipo de almacén.
- En el sistema total de manejo de materiales, el almacenamiento incluye instalaciones, equipo, personal y técnicas requeridos para recibir, almacenar y embarcar materia prima, productos en proceso y productos terminados. Las instalaciones, equipo y técnicas para almacenamiento varían mucho según la naturaleza del material que se va a manejar. ¡Las características del material como tamaño, peso, durabilidad, duración (vida) en estantería y tamaño de los lotes son factores a tomar en cuenta para el diseño de un sistema de almacenamiento y para resolver los problemas relacionados con aspectos económicos, Se incurre en costos de almacenamiento y retiro, pero no agregan ningún valor a los productos, tanto, la inversión en equipo para almacenamiento y manejo y la superficie destinada a ello se deben basar en la minimización de los costos unitarios de almacenamiento y manejo y otros factores que deben considerarse al diseñar sistemas de

almacenamiento, además incluyen el control de tamaño del inventario y la ubicación, medidas respecto a la inspección de la calidad, medidas relativas a la selección y empaquetamiento, apilamiento para recibir y embarcar.

- 5.4 Sistemas Informáticos de administración de almacenes
- Un sistema de gestión de almacenes (WMS, por sus siglas en inglés) consiste en herramientas de software y procesos que permiten a las organizaciones controlar y administrar las operaciones de almacén desde el momento en que las mercancías o materiales ingresan a un almacén hasta que se mueven. Los almacenes se encuentran en el centro de las operaciones de fabricación y cadena de suministro porque contienen todo el material utilizado o producido en esos procesos, desde las materias primas hasta los productos terminados. El propósito de un WMS es ayudar a garantizar que los bienes y materiales se muevan a través de los almacenes de la manera más eficiente y rentable. Un WMS maneja muchas funciones que permiten estos movimientos, incluido el seguimiento de inventario, la selección, la recepción y el almacenamiento. Un WMS también proporciona visibilidad del inventario de una organización en cualquier momento y lugar, ya sea en una instalación o en tránsito.

REFERENCIAS.

ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES Procesos y cadenas de valor. OCTAVA EDICIÓN LEE J. KRAJEWSKI University of Notre Dame LARRY P. RITZMAN Professor Emeritus The Ohio State University y Boston College MANOJ K.

MALHOTRA University of South Carolina. Administración de operaciones. Octava edición PEARSON EDUCACIÓN, México, 2008.

ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES Producción y cadena de suministros, Decimotercera edición F. ROBERT JACOBS Indiana University RICHARD B. CHASE University of Southern California, DERECHOS RESERVADOS © 2014, 2009, respecto a la decimotercera edición en español por McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Administración de Operaciones 1ER EDICIÓN, IVÁN GÓMEZ GÓMEZ CEIPA Business School JORGE GIOVANNY BRITO AGUILAR Universidad Internacional del Ecuador – UIDE MARTHA GUERRERO CARRASCO Universidad Rey Juan Carlos GIUSEPPE VANONI MARTÍNEZ CEIPA Business School ANDRÉS GÓMEZ RÍOS United Parcel Service JULIAN ZAPATA CORTÉS CEIPA Business Scho, IVÁN GÓMEZ GÓMEZ & JORGE G. BRITO Emprendimiento y Negocios Primera edición Ecuador, 2020.

Principios de Administración de Operaciones séptima Edición. Jay Heizer Jesse H. Jones Professor of Business Administration Texas Lutheran University Barry Render Charles Harwood Professor of Operations Management Crummer Graduate School of Business Rollins College, RENDER, BARRY Principios de Administración de Operaciones. Séptima Edición PEARSON EDUCACIÓN, México, 2009.