



UTPL

La Universidad Católica de Loja

Vicerrectorado de Modalidad Abierta y a Distancia

Procesos Industriales y de Servicios

Guía didáctica

Modalidad de estudio: a distancia



Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Procesos Industriales y de Servicios

Guía didáctica

Carrera	PAO Nivel
▪ Seguridad y Salud Ocupacional	III

Autor:

Gabriel Andrés Jaramillo Ochoa



P I N D _ 2 0 1 4

Asesoría virtual
www.utpl.edu.ec

Universidad Técnica Particular de Loja

Procesos Industriales y de Servicios

Guía didáctica

Gabriel Andrés Jaramillo Ochoa

Diagramación y diseño digital:

Ediloja Cía. Ltda.

Telefax: 593-7-2611418.

San Cayetano Alto s/n.

www.ediloja.com.ec

edilojacialtda@ediloja.com.ec

Loja-Ecuador

ISBN digital - 978-9942-39-986-1



Los contenidos de este trabajo están sujetos a una licencia internacional Creative Commons **Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 (CC BY-NC-SA 4.0)**. Usted es libre de **Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato. **Adaptar** — remezclar, transformar y construir a partir del material citando la fuente, bajo los siguientes términos: **Reconocimiento-** debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante. **No Comercial-** no puede hacer uso del material con propósitos comerciales. **Compartir igual-Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original.** No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

26 de marzo, 2024

Índice

1. Datos de información.....	9
1.1. Presentación de la asignatura	9
1.2. Competencias genéricas de la UTPL.....	9
1.3. Competencias específicas de la carrera	9
1.4. Problemática que aborda la asignatura	10
2. Metodología de aprendizaje	10
3. Orientaciones didácticas por resultados de aprendizaje	11
 Primer bimestre.....	 11
 Resultado de aprendizaje 1 y 2	 11
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....	11
 Semana 1	 11
 Unidad 1. Introducción a los procesos industriales	 12
1.1. Historia de la manufactura	12
1.2. Definición de procesos.....	13
1.3. Clasificación de la industria de manufactura	14
1.4. Capacidad de manufactura.....	15
Actividades de aprendizaje recomendadas.....	16
 Semana 2	 17
1.5. Los materiales en la manufactura	17
1.6. Procesos de manufactura.....	19
1.7. Máquinas de producción y herramientas.....	21
Actividades de aprendizaje recomendadas.....	22
Autoevaluación 1	23
 Semana 3	 25
 Unidad 2. La naturaleza de los materiales	 25
2.1. Estructura química y los elementos	25
2.2. Enlaces entre átomos y moléculas.....	25
2.3. Estructuras cristalinas	26
2.4. Estructuras no cristalinas	29

Actividades de aprendizaje recomendadas	30
Autoevaluación 2.....	31
Semana 4	33
Unidad 3. Propiedades mecánicas de los materiales	33
3.1. Relación, esfuerzo – deformación.....	33
3.2. Dureza en los materiales.....	36
3.3. Efecto de la temperatura sobre las propiedades de los materiales	37
3.4. Propiedades de los fluidos.....	38
3.5. Procesos de transporte de fluidos.....	39
Actividades de aprendizaje recomendadas	41
Autoevaluación 3.....	43
Semana 5	45
Unidad 4. Propiedades físicas de los materiales	45
4.1. Propiedades volumétricas y de fusión	45
4.2. Propiedades eléctricas de los materiales	48
4.3. Procesos de intercambio de calor	49
4.4. Procesos de refrigeración	50
4.5. Procesos de trabajo eléctrico	51
Actividades de aprendizaje recomendadas.....	53
Autoevaluación 4.....	54
Semana 6	56
Unidad 5. Dimensiones, tolerancias y superficies	56
5.1. Dimensiones, tolerancias y atributos relacionados.....	56
5.2. Superficies	57
5.3. Integridad de la superficie.....	59
Actividades de aprendizaje recomendadas.....	60
Autoevaluación 5.....	61
Semana 7	63
Unidad 6. Procesos de fundición de metales.....	63
6.1. Procesos de fundición en arena	63
6.2. Otros procesos de fundición con moldes desechables	64
6.3. Procesos de fundición con moldes permanentes	67

Actividades de aprendizaje recomendadas	69
Autoevaluación 6	71
Semana 8	73
Actividades finales del bimestre	73
Actividades de aprendizaje recomendadas	73
Segundo bimestre	74
Resultado de aprendizaje 1 y 2	74
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas	74
Semana 9	74
Unidad 7. Trabajo del vidrio	75
7.1. Preparación y fundición de la materia prima	75
7.2. Proceso de conformación en el trabajo del vidrio	76
7.3. Tratamiento térmico	78
7.4. Acabado	79
Actividades de aprendizaje recomendadas	79
Autoevaluación 7	81
Semana 10	83
Unidad 8. Procesos de conformado para el plástico	83
8.1. Extrusión	84
8.2. Moldeo por inyección	85
8.3. Moldeo por compresión	86
8.4. Moldeo por soplado	86
Actividades de aprendizaje recomendadas	88
Semana 11	88
8.5. Termoformado	88
8.6. Fundición	89
8.7. Procesamiento y formado de espuma de polímero	90
8.8. Consideraciones generales sobre el diseño	91
Actividades de aprendizaje recomendadas	92
Autoevaluación 8	93

Semana 12	95
Unidad 9. Procesamiento de cerámicas	95
9.1. Procesamiento de cerámicas tradicionales.....	95
9.2. Procesamiento de cerámicas nuevas	98
Actividades de aprendizaje recomendadas.....	100
Autoevaluación 9.....	102
Semana 13	104
Unidad 10. Procesos de servicios	104
10.1. Características de los procesos de servicios	104
10.2. Creación de un proceso de servicio.....	105
10.3. Herramientas y enfoques comunes en la gestión de procesos de servicios	105
Actividades de aprendizaje recomendadas.....	108
Autoevaluación 10.....	110
Semana 14	112
Unidad 11. Control y gestión de la calidad	112
11.1. Definición de calidad	112
11.2. Control de calidad	113
11.3. Control estadístico de procesos	114
11.4. Costos de calidad	114
11.5. Gestión de la calidad	115
Actividades de aprendizaje recomendadas.....	116
Autoevaluación 11.....	118
Semana 15	120
Unidad 12. Procesos de manipulación y desactivación de desechos biopeligrosos	120
12.1. Conceptos generales.....	120
12.2. Detección y medida de agentes químicos contaminantes	122
12.3. Detección y medida de los agentes biológicos contaminantes	122
12.4. Prevención de riesgos por agentes químicos	123
12.5. Prevención de riesgos por agentes biológicos contaminantes.....	123
Actividades de aprendizaje recomendadas.....	124
Autoevaluación 12.....	125

Semana 16 127

 Actividades de aprendizaje recomendadas 127

4. Solucionario 128

5. Referencias bibliográficas 141



1. Datos de información

1.1. Presentación de la asignatura



1.2. Competencias genéricas de la UTPL

- Comunicación oral y escrita.
- Orientación a la innovación y a la investigación.
- Pensamiento crítico y reflexivo.
- Trabajo en equipo.
- Compromiso e implicación social.
- Organización y planificación del tiempo.

1.3. Competencias específicas de la carrera

Integra los conocimientos y herramientas para la gestión de riesgos con el fin de evitar accidentes laborales y enfermedades ocupacionales, al tiempo que domina y ejecuta de forma ética el uso de normativas legales en el ámbito laboral.

1.4. Problemática que aborda la asignatura

Falta de mecanismos de control que garanticen el aprovechamiento de las infraestructuras construidas y capacidades instaladas, para generar trabajo y empleos dignos, libres de accidentes laborales, que propicien la estabilidad de los trabajadores sin ningún tipo de discriminación.



2. Metodología de aprendizaje

Apreciado estudiante, la metodología de aprendizaje que se utilizará en la presente asignatura será la metodología de aprendizaje basado en indagación, en la cual deberá construir el conocimiento mediante el análisis y reflexión. Con ello podrá introducirse en los conceptos y teorías de los procesos industriales y de servicios.

Deberá recurrir frecuentemente a recursos educativos, páginas web, artículos científicos, con la finalidad de nutrir el proceso formativo que le ayudará a comprender de mejor manera.

Tanto en el primer bimestre como en el segundo bimestre, se utilizará, de manera complementaria, las metodologías de aprendizaje por interacción, fomentando la participación entre docente y estudiante y la metodología basada en la investigación con la revisión de bibliografía complementaria.



3. Orientaciones didácticas por resultados de aprendizaje



Primer bimestre

Resultado de aprendizaje 1 y 2

- Comprende el funcionamiento de los procesos estudiados.
- Capaz de explicar los procesos estudiados a detalle.

A través de los resultados de aprendizaje presentes, se adquirirá un conocimiento profundo de los principios fundamentales de los procesos de manufactura moderna, abarcando el procesamiento de metales, cerámicas y plásticos. Comprenderá su funcionamiento y aplicaciones a nivel industrial y de servicios, permitiéndole explicarlos con detalle. Este entendimiento se forjará durante el primer y segundo bimestre mediante un acercamiento a los procesos de manufactura actuales, involucrando la revisión de diversos recursos, documentos y videos disponibles. Asimismo, la consolidación de estos conocimientos se fortalecerá a través de textos bibliográficos como recursos educativos, respaldados por autoevaluaciones y actividades recomendadas relacionadas con los temas abordados.

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas



Semana 1

¡Bienvenido/a!

Esta guía será de gran utilidad para el entendimiento de los diversos procesos industriales y de servicios, presentando diferentes conceptos y

metodologías de la manufactura moderna. Así mismo, entenderá todos los diferentes factores que influyen en un proceso industrial o de servicios.

En la primera semana, nos enfocaremos en los conceptos generales y la historia de los procesos industriales. Definir los procesos y sus elementos, es importante para que usted, como profesional de la seguridad y salud ocupacional, tenga conocimiento y criterio sobre las diferentes actividades de manufactura y de servicio que utilizan las empresas.

¡Le invito a iniciar con el estudio!

Unidad 1. Introducción a los procesos industriales

1.1. Historia de la manufactura

El ser humano a lo largo de su historia se ha enfrentado a diversas necesidades que han desarrollado diferentes habilidades relacionadas con la transformación de materia prima en herramientas, productos o materiales que ayuden a cubrir estas.

Kalpakjian y Schmid (2002) sostienen que la manufactura existe desde hace 5000-4000 a. C. Se considera que en algunos grabados en piedra ya utilizaban algún tipo de pincel para grabar en roca. Así mismo, se considera que antes de 4000 a. C. existían procesos de fundición de oro, hierro o cobre utilizando procesos de formado como el martillado.

La Revolución Industrial (1760-1830) tiene un gran impacto sobre los procesos de producción. Se marcó un cambio de una economía que tenía como centro la agricultura y las actividades manuales a otra con base en la industria y manufactura. Algunos de los inventos más importantes de esta época fueron la máquina de vapor de Watt, las máquinas herramienta como la perforadora, el telar mecánico y el sistema fabril basado en la división del trabajo (Groover, 2007).

Para comprender de manera correcta la historia de la manufactura, le invito a observar el siguiente video sobre el cambio de la [producción artesanal a la producción industrial](#). El video le permitirá entender cómo ha cambiado la industria a lo largo de los años. Especialmente, el cambio más importante se presenta en la revolución industrial, cuando se empieza

a producir con máquinas y se reduce la producción artesanal. Se considera que a lo largo de la historia se han producido 4 revoluciones industriales. La primera revolución industrial, como revisamos anteriormente, inicia con la máquina de vapor. Posteriormente, en la segunda revolución industrial, aparecen nuevos métodos de producción en masa y de cadenas de montaje. La aparición de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) dan paso a la automatización de tareas y se considera a esta etapa como la tercera revolución industrial. Actualmente, se puede considerar que nos encontramos en la cuarta revolución industrial con el *Internet de las cosas* (IoT), sistemas de almacenamiento en la nube, etc. (López, 2016).

A continuación, le invito a revisar la siguiente infografía sobre la [Historia de la manufactura](#). En ella, encontrará una línea de tiempo que permitirá identificar correctamente cada una de las revoluciones industriales que han sucedido a lo largo de los años.

1.2. Definición de procesos

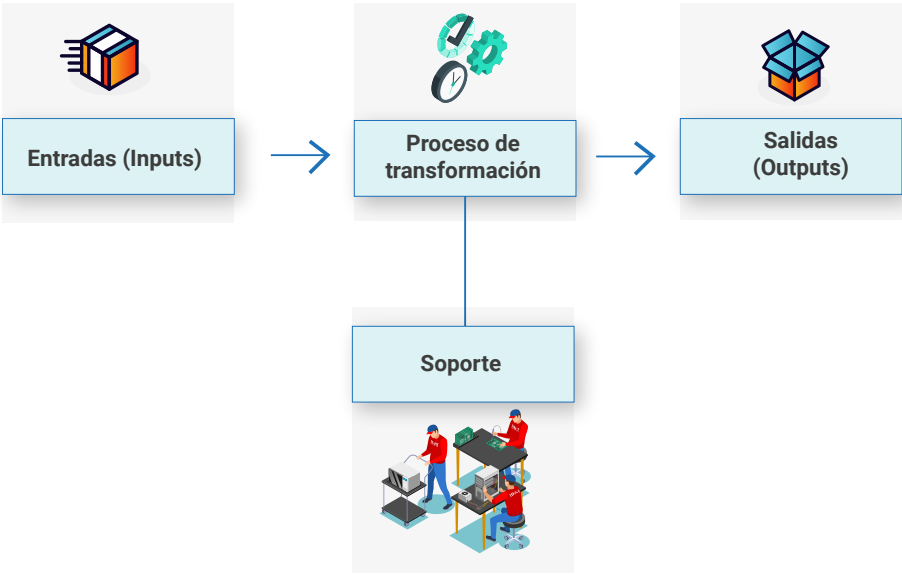
De acuerdo con Bravo (2009), un proceso se entiende como un conjunto de actividades que tienen como objetivo transformar entradas en salidas con un valor agregado para el cliente. El proceso puede ser realizado acorde a las personas que participan, la tecnología y la organización de la empresa.

Un proceso industrial se considera como la entrada de materia prima que al atravesar un proceso de transformación termina en un producto terminado con más valor. Para alcanzar este producto terminado se utilizan diferentes máquinas y herramientas, energía, recursos y mano de obra. En cambio, los procesos administrativos o de servicios se diferencian en actividades que utilizan recursos o el tiempo de una persona para generar un servicio (Mallar, 2010).

Los elementos dentro de un proceso se dividen en 3 etapas de acuerdo con Mallar (2010). La primera nos habla de entradas (*inputs*) y son los recursos o materiales que serán procesados, las personas que recibirán capacitaciones, información que debe procesarse, etc. La segunda etapa son los recursos que intervienen en el proceso de transformación, estos pueden ser humanos o de apoyo. En esta etapa, se desarrolla la transformación de los *inputs* de la etapa 1. Finalmente, tenemos las salidas o también conocidas como *outputs*. Estos *outputs* pueden ser un bien

tangible como un producto o un bien intangible como un servicio que tiene un impacto en el cliente. En la figura 1, se resumen de manera gráfica los elementos del proceso.

Figura 1
Elementos del proceso



Nota. Adaptado de *La gestión por procesos: un enfoque de gestión eficiente* [Ilustración], por Mallar M., 2010, *Visión del futuro*, 13(1).

Para finalizar el estudio de los conceptos básicos de procesos y sus elementos, se recomienda realizar un breve ejercicio. Debe identificar un proceso de manufactura o de servicios e identificar las entradas del proceso, cómo es el proceso de transformación, las actividades de soporte de este y finalmente las salidas que se obtienen.

1.3. Clasificación de la industria de manufactura

Considerando que la manufactura es una actividad comercial de las organizaciones para la venta de productos, el tipo de manufactura se puede clasificar según el producto que fabrica. Groover (2007), considera que hay industrias u organizaciones que producen o suministran bienes o servicios. Para ello clasifica a las industrias en primarias, secundarias y terciarias.

La industria primaria es conocida por cultivar y explotar recursos naturales, se considera más una industria extractiva. La industria secundaria utiliza las salidas de las primarias para convertirlas en productos de consumo y capital. En cambio, la industria terciaria se conoce por ser un sector de servicios de la economía. En la figura 2, se detallan algunas industrias específicas de cada categoría.

Figura 2
Clasificación de la industria manufacturera



Nota. Adaptado de *Fundamentos de manufactura moderna* [Ilustración], por Groover M., 2007, Mc Graw Hill.

Así como existe una clasificación de las industrias de manufactura, se puede definir dos clases principales en los productos manufacturados. La primera son los bienes de consumo, que son productos en los que el cliente compra de forma directa como automóviles, computadoras personales, televisores, etc., en cambio, los bienes de capital son generalmente aquellos que las empresas adquieren para producir bienes o prestar servicios (Groveer, 2007).

1.4. Capacidad de manufactura

Es común encontrar en las diferentes organizaciones limitaciones a la producción o a la prestación de un servicio. A las limitaciones o restricciones que encontramos para poder producir o prestar un servicio la llamamos capacidad de planta o de producción (Groover, 2007).

Así mismo, Coll (2020), sostiene que la capacidad de producción es “el techo de máxima obtención de bienes y servicios que pueden lograrse por unidad productiva durante un periodo de tiempo acotado”. Por lo tanto, se puede considerar que la producción se verá condicionada por algunos factores de la planta y sus maquinarias, la cantidad de horas trabajadas por día, semana, mes o por la cantidad de trabajadores dentro del proceso.

La capacidad se podrá medir en número de unidades producidas (Groover, 2007), como por ejemplo, la cantidad de bebidas azucaradas que una empresa produce en un turno de 8 horas laborables, la cantidad de piezas de automóvil producidas en una semana o el número de botellas de vidrio formadas en un año.

¡Felicitaciones!

Hemos concluido con la lectura de los contenidos correspondientes a la semana 1. Para complementar el estudio de los temas abordados en esta semana, le invito a trabajar en las siguientes actividades recomendadas, pese a que no cuenta una calificación, le ayudará como práctica y autoevaluación de los temas revisados.



Actividades de aprendizaje recomendadas

1. Le recomiendo realizar una síntesis de los conceptos revisados para comprender claramente la historia de la manufactura y sus procesos.
2. Le propongo realizar una lluvia de ideas sobre la industria 4.0 o conocida como la 4.^a revolución industrial, para ello deberá revisar el siguiente video [¿Qué es industria 4.0?](#)

Una vez revisado el video, podemos afirmar que la industria 4.0 se refiere a la integración de tecnologías avanzadas, como *Internet* de las cosas (IoT), Inteligencia Artificial (IA), computación en la nube, Big Data y sistemas ciberfísicos, para transformar y optimizar los procesos de fabricación y producción industrial, permitiendo la automatización, la toma de decisiones inteligentes y la creación de entornos de producción más eficientes y adaptables. Con esta información usted podrá conocer más sobre la actualidad de los procesos de manufactura moderna.

Nota. Por favor, complete las actividades en un cuaderno o documento Word.



Semana 2

Bienvenido/a a la segunda semana, en donde continuaremos con la unidad 1, en ella estudiaremos los materiales más comunes en la manufactura, los procesos de manufactura y sus clasificaciones, las operaciones de procesamiento y ensamblado y finalmente las máquinas de producción y herramientas. Esto nos ayudará a entender de manera macro los procesos de manufactura.

¡Iniciemos con nuestro estudio!

1.5. Los materiales en la manufactura

En los procesos industriales, Groover (2007) se refiere a tres categorías básicas en las que podemos clasificar a los materiales: **metales**, **cerámicos y polímeros**. Así mismo, sostiene que hay una cuarta categoría de materiales **compuestos** que son mezclas no homogéneas de las tres categorías mencionadas anteriormente.

1.5.1. Metales

En la industria es común encontrar trabajos con metales, sin embargo, por lo general se trabaja con aleaciones. Las aleaciones son materiales compuestos por dos o más elementos, con al menos un metal. Se puede clasificar a los metales en ferrosos y no ferrosos.

Los **metales ferrosos** están compuestos principalmente de hierro. En este grupo, se puede incluir el acero y el hierro colado. Estos metales constituyen más de las tres cuartas partes del peso total de los metales de todo el mundo (Groover, 2007). El acero es una aleación de hierro y carbono menor al 2 % en su peso total, mientras que el hierro colado es una aleación de hierro con carbono mayor al 2 % y silicio entre 1 y 3 % (Puértolas et al., 2016).

Las aleaciones entre los demás elementos metálicos se conocen como metales no ferrosos. En este grupo se considera a los metales puros y las aleaciones de aluminio, cobre, oro, magnesio, entre otros.

1.5.2. Cerámicos

Los cerámicos son compuestos que contienen elementos metálicos y no metálicos. Entre sus propiedades principales tenemos un alto punto de fusión, bajo coeficiente térmico y son aislantes eléctricos a temperatura ambiente (Puértolas et al., 2016). De los cerámicos más utilizados durante años, tenemos a la arcilla, el sílice, la alúmina y el carburo de silicón (Groover, 2007).

Al momento de trabajar con cerámicos se pueden clasificar en cerámicos cristalinos y vidrios. Se utilizarán diferentes métodos de manufactura en función del tipo, por ejemplo, los cerámicos cristalinos se forman a partir de polvos que después se calientan, mientras que, los vidrios se mezclan y funden para después ser procesados.

1.5.3. Polímeros

Se entiende por polímero a un compuesto con unidades estructurales repetidas conocidas como meros. Los polímeros están compuestos de carbono más uno o más elementos como el hidrógeno, nitrógeno, oxígeno y cloro. Hay 3 clases de polímeros, los termoplásticos, termoestables y elastómeros (Groover, 2007).

Puértolas et al., (2016) al hablar de la clasificación de los polímeros nos aportan algunas definiciones. Los **polímeros termoplásticos** se caracterizan principalmente por una fuerte influencia de la temperatura en sus propiedades. Es decir, no presentan cambios significativos en su estructura al aumentar o disminuir la temperatura. En cambio, los **polímeros termoestables**, al momento de fundirlos y pasar por una etapa de enfriamiento, no pueden recuperar sus propiedades. Por último, los elastómeros son materiales amorfos que tienen un comportamiento elástico. Por ejemplo, el caucho o el silicón están dentro de este grupo.

1.5.4. Compuestos

Pese a que no se consideran como una categoría más de los tipos de materiales, son una mezcla de los tres tipos vistos anteriormente. Estos materiales consisten en dos o más materiales de diferente naturaleza y propiedades que al combinarse a gran escala suponen una mejora respecto a los materiales originales (Puértolas et al., 2016). Se pueden encontrar

en la naturaleza como la madera o también se pueden producir en forma sintética.

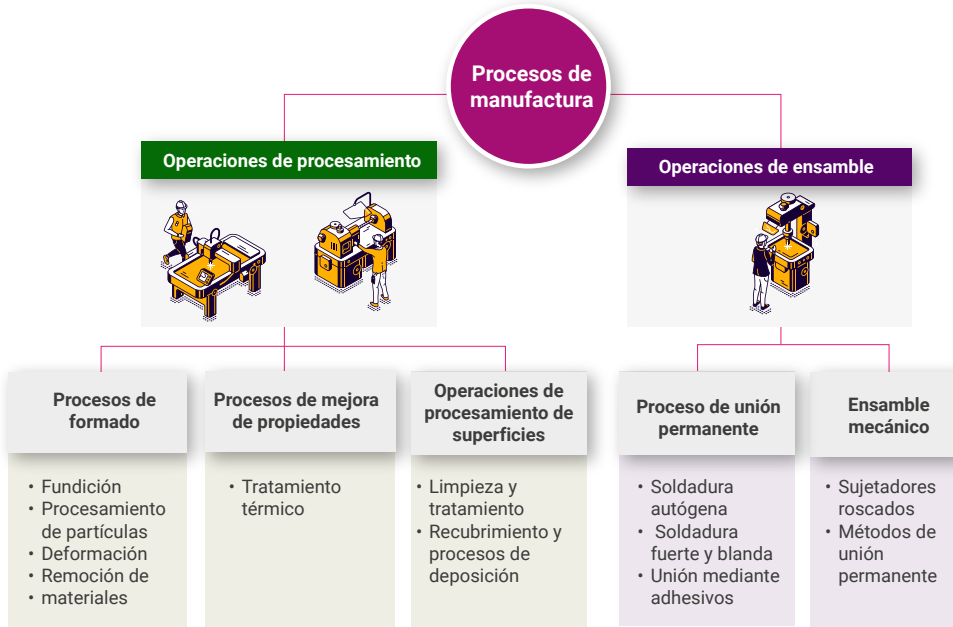
Durante el estudio de las siguientes semanas se irá profundizando en estos materiales y en las diferentes formas de procesamiento de cada uno.

1.6. Procesos de manufactura

Las operaciones de manufactura en las industrias pueden clasificarse en operaciones del proceso y de ensamblado. Entendemos que las operaciones del proceso van transformando la materia prima o un material de un estado a otro más avanzado para acercarlo al producto final. En este tipo de operaciones se agrega valor en las características físicas del producto, sus propiedades o su forma. En cambio, las operaciones de ensamblado unen dos o más componentes para crear un nuevo producto que se denomina ensamble o subensamble. En la figura 3 se puede observar de manera detallada la clasificación de los procesos de manufactura.

Figura 3

Clasificación de los procesos de manufactura



Nota. Adaptado de *Fundamentos de manufactura moderna* [Ilustración], por Groover M., 2007, Mc Graw Hill.

1.6.1. Operaciones de procesamiento

La característica principal de este tipo de operaciones es que utilizan energía para cambiar la forma, propiedades o la apariencia de una pieza o producto y otorgarle valor agregado. Mediante máquinas y herramientas, se aplica de forma controlada la energía que puede ser mecánica, térmica, eléctrica y química. En su mayoría, las operaciones de manufactura generan desperdicios. Un objetivo importante será siempre reducir el desperdicio dentro de las operaciones.

Como observamos en la figura 3, las operaciones de procesamiento pueden dividirse en 3 categorías: operaciones de formado, de mejoramiento de una propiedad y de procesamiento de una superficie. Las **operaciones de formado** cambian la forma del material por medio de varios métodos. Así mismo, las **operaciones de mejoramiento de una propiedad** dan valor agregado al material al mejorar sus propiedades físicas sin cambiar la forma. En cambio, las **operaciones de procesamiento de una superficie** buscan limpiar, recubrir o depositar material sobre la superficie exterior del trabajo.

1.6.2. Operaciones de ensamblado

A las operaciones de ensamblado se unen dos o más piezas para formar una entidad nueva. Las operaciones pueden ser de ensamblado permanente o semipermanente. Cuando se utiliza un proceso de ensamblado permanente, los componentes no pueden ser separados con facilidad. En cambio, en el ensamblado mecánico se sujetan dos o más partes de una pieza en la que se puede desarmar. Es común que en el ensamblado mecánico se utilicen tornillos, remaches y sujetadores mecánicos.



Para ampliar los diferentes conceptos de los procesos de manufactura deberá revisar el texto de [Fundamentos de manufactura moderna](#) de Groover (2007), específicamente la sección 1.3. En esta sección, se encuentra a detalle las operaciones de procesamiento y ensamblado y le permitirá tener un concepto más amplio de cada una de estas operaciones.

1.7. Máquinas de producción y herramientas

Para los procesos de manufactura es necesario contar con máquinas y herramientas que faciliten el trabajo del personal. Con la Revolución Industrial aparecieron máquinas cortadoras de metal que reemplazaron al trabajo manual. Las herramientas y máquinas modernas tienen un nivel de precisión y automatización mayor.

Se podría clasificar a los equipos de producción en equipos de propósito general o especial. El equipo de propósito general se adapta a una diversidad de trabajos y se puede encontrar en el comercio para que cualquier empresa de manufactura lo utilice. A diferencia de los equipos con propósito especial que están diseñados para producir un producto o pieza específica en cantidades muy grandes.

¡Felicidades!

Hemos finalizado de manera correcta el estudio de los contenidos correspondientes a la unidad 1 y de la semana 2. Continuemos con el aprendizaje mediante su participación en las actividades recomendadas

para la semana 2 que se describen a continuación, las cuales le permitirán identificar los materiales utilizados en los procesos de manufactura.



Actividades de aprendizaje recomendadas

1. Le recomiendo, realice un breve resumen de los temas vistos, esto le preparará para comprender de mejor manera los contenidos de las siguientes semanas.
2. Realice una lectura de la página web [Los materiales en la manufactura](#). Esta página contiene información importante acerca de cada uno de los materiales más importantes utilizados en la industria.
3. Una vez finalizada la lectura, le invito a identificar las características de cada uno de los materiales en una tabla comparativa.

Al completar la tabla comparativa, usted será capaz de reconocer cada uno de los materiales más importantes de la industria y sus características como son los metales, los polímeros y los cerámicos.

Nota. Por favor, complete las actividades en un cuaderno o documento Word.

4. Le invito a reforzar sus conocimientos, participando en la siguiente autoevaluación.



Autoevaluación 1

Seleccione verdadero (V) o falso (F) según corresponda:

1. () Se considera que actualmente nos encontramos en la cuarta revolución industrial.
2. () Un proceso se define como un conjunto de actividades que tienen como objetivo transformar entradas en salidas con un valor agregado para el cliente.
3. () Los elementos del proceso son: Inputs, proceso de transformación, outputs y elementos de apoyo.
4. () La industria primaria se caracteriza por ser una industria enfocada en la producción de servicios.
5. () Las limitaciones o restricciones que se presentan en un proceso de manufactura definen la capacidad de producción.
6. () Los materiales más comunes en los procesos de manufactura son los metales, los cerámicos y el vidrio.

Señale la respuesta correcta:

7. Los metales se pueden clasificar en:
 - a. Acero, metales ferrosos y no ferrosos.
 - b. Aleaciones de hierro-carbono y aleaciones hierro-silicio.
 - c. Metales ferrosos, no ferrosos y aleaciones.
 - d. Metales ferrosos y no ferrosos.

8. Los polímeros termoplásticos se caracterizan por:
- a. No presentar cambios en su estructura al tener cambios de temperatura.
 - b. Su estructura se ve afectada al momento de una diferencia de temperatura.
 - c. Tienen un comportamiento elástico que les permite adoptar varias formas.
 - d. Ninguna de las anteriores.
9. Las operaciones de procesamiento son:
- a. Actividades que permiten fabricar un producto.
 - b. Actividades que están orientadas a modificar las propiedades físicas, mecánicas y características de un material para darle valor agregado.
 - c. Actividades diseñadas para preparar un material previo a su fabricación.
 - d. Ninguna de las anteriores.
10. Un ejemplo de pieza que se utiliza en el ensamblaje mecánico es:
- a. Tornillo.
 - b. Remaches.
 - c. Sujetadores mecánicos.
 - d. Todas las anteriores.

[Ir al solucionario](#)



Semana 3

Bienvenido/a a la tercera semana, en esta semana estudiaremos a los materiales y su naturaleza, considerando la estructura química de los mismos y cómo los elementos forman enlaces entre ellos. Revisaremos los tipos de estructura que podemos encontrar en los materiales para posteriormente entender cómo su estructura influye en sus propiedades.

¡Iniciemos con el estudio!

Unidad 2. La naturaleza de los materiales

2.1. Estructura química y los elementos

La materia tiene como unidad estructural fundamental al átomo. El átomo está compuesto por un núcleo de carga positiva que está rodeado con un número suficiente de electrones con carga negativa, de modo que las cargas quedan en equilibrio (Groover, 2007).

Existen muchas similitudes y también diferencias entre los elementos, están agrupados en la tabla periódica en familias. Los elementos metálicos ocupan la parte izquierda y centro de la tabla, los elementos no metálicos se ubican a la derecha y entre ambos grupos hay una zona de transición con elementos conocidos como metaloides. Todas estas similitudes y diferencias se entienden por la estructura atómica.

Para comprender el modelo simple del átomo y la forma en la que los electrones se distribuyen alrededor del átomo, le invito a revisar una página web sobre la [Estructura atómica](#). Esta página le permitirá observar toda la composición del átomo, identificando que los electrones se encuentran en la capa exterior de este, mientras que, los protones y neutrones se encuentran dentro del núcleo atómico.

2.2. Enlaces entre átomos y moléculas

Para que un grupo de átomos se mantengan reunidos en forma de molécula debemos conocer los tipos de enlace que generan los electrones

de valencia. Las moléculas pueden atraerse mediante dos tipos de enlaces: enlaces primarios y enlaces secundarios.

Los **enlaces primarios** son atracciones fuertes entre átomos en el que existe un intercambio de electrones de valencia. Se pueden clasificar en enlace iónico, covalente y metálico.

- **Enlace iónico** se forma cuando un elemento entrega uno o más electrones exteriores atrayendo átomos de otro elemento para incrementar a ocho electrones en la capa exterior.
- **Enlace covalente** se forma cuando los átomos comparten electrones en sus capas externas para que en conjunto logren un conjunto estable de ocho.
- **Enlace metálico** consiste en compartir los electrones de la capa exterior mediante todos sus átomos y así formar una nube de electrones general que abarca al bloque entero.

Los **enlaces secundarios**, a diferencia de los enlaces primarios, tienen fuerzas entre moléculas o intermoleculares. Debido a que no se comparten electrones, estos enlaces son más débiles. Hay tres tipos de enlaces secundarios: fuerzas dipolares, fuerzas de London y enlaces de hidrógeno.

- **Fuerzas dipolares** se encuentran en una molécula que está formada por dos átomos con cargas eléctricas iguales y opuestas. Cada molécula forma un dipolo.
- **Fuerzas de London** son fuerzas de atracción no polares, los átomos no forman dipolos. Los electrones al moverse rápido en la órbita alrededor de la molécula, al contar con más electrones en un lado de la molécula, se forman dipolos temporales.
- **Enlaces de hidrógeno** suceden en moléculas con átomos de hidrógeno que están enlazados de forma covalente con otro átomo.

2.3. Estructuras cristalinas

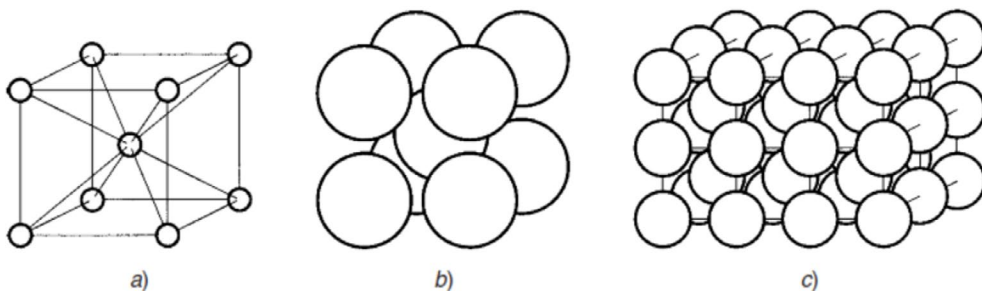
Podemos afirmar que los átomos y moléculas son parte de la mayoría de las estructuras macroscópicas de la materia, de acuerdo con Groover (2007). Las estructuras de los materiales dependen de la forma en la que

los átomos y moléculas se arreglan. En función de este arreglo podemos distinguir dos tipos de estructuras: cristalinas y no cristalinas.

La estructura cristalina puede definirse como aquella en la que los átomos se ubican en posiciones regulares y de manera recurrente en un plano de tres dimensiones. La estructura puede verse en forma de una celda unitaria, esto significa que sus átomos están agrupados geoméricamente de forma repetitiva. En la figura 4 se puede observar cómo está representada una de las formas más comunes de agrupamiento en los metales.

Figura 4

Estructura cristalina centrada en el cuerpo (BCC)



Nota. Adaptado de *Fundamentos de manufactura moderna* (p. 28), por Groover M., 2007, Mc Graw Hill.

La figura 4 indica a) una celda unitaria con sus átomos con ubicaciones puntuales en un eje tridimensional: b) el modelo de celda unitaria en un empaque muy estrecho y c) un patrón repetido de la estructura atómica.

2.3.1. Imperfecciones en cristales

En muchas ocasiones puede que las estructuras de red cristalina pueden no ser perfectas. Es común que las imperfecciones surjan debido a la incapacidad de un material al solidificarse para continuar sin interrupción la repetición de la celda unitaria en forma indefinida (Groover, 2007).

Podemos llamar a las imperfecciones en los sólidos cristalinos como defectos. Pueden dividirse en defectos puntuales, lineales y superficiales.

- **Defectos puntuales** se caracterizan por tener imperfecciones en una estructura en la que involucra a solo un átomo o varios de ellos.

- **Defectos lineales** suceden cuando un grupo de defectos puntuales está conectado y forman una línea en la estructura de red.
- **Defectos superficiales** se extienden en dos direcciones de la estructura para formar una frontera. Por ejemplo, la superficie externa de un cristal define su forma y se considera un defecto superficial porque es el punto donde se interrumpe la estructura de la red.

Antes de continuar, le recomiendo revisar el video sobre [Defectos cristalinos](#) que le permitirá conocer a detalle cada uno de los defectos y sus representaciones gráficas cuando se presentan en la estructura molecular.

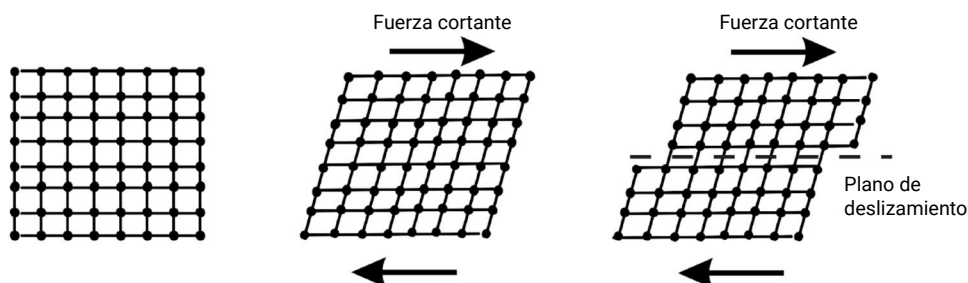
2.3.2. Deformación en cristales metálicos

Los cristales, cuando se someten a fuerzas mecánicas que aumentan de a poco, la estructura del cristal empieza a deformarse de forma elástica. En la figura 5, se puede observar que al aplicar cierta fuerza, el cristal puede regresar a su forma original (estructura 2), mientras que, cuando esta fuerza cortante es superior se genera un plano de deslizamiento que es permanente y se denomina deformación plástica.

El deslizamiento que se produce implica que los átomos deban moverse en los lados opuestos de un plano de la red. Esto se conoce como plano de deslizamiento. La estructura red de la figura 5 nos da una idea de que el plano de deslizamiento debe estar aproximadamente alineado.

Figura 5

Diagrama de deformación de una estructura cristalina



Nota. Adaptado de *Fundamentos de manufactura moderna* [Ilustración], por Groover M., 2007, Mc Graw Hill.

Antes de continuar y para complementar el tema de deformación en cristales metálicos, deberá leer la sección 2.3.3 del texto [Fundamentos de manufactura moderna](#) de Groover (2007). Con ello podrá entender los tipos de deformaciones que pueden presentarse en una estructura cristalina.

2.3.3. Granos y límites de grano en metales

De acuerdo con el blog de Ulbrinox (2021), el conjunto de cristales microscópicos que se encuentran de manera aleatoria y que conforman un metal se conocen como granos.

Al enfriarse un bloque de metal a partir de un estado de fusión, este empieza a solidificarse y se forman en su estructura núcleos de cristales individuales. Groover (2007) sostiene que conforme al crecimiento de estos cristales y hay una interferencia de unos con otros mientras aparecen defectos superficiales, se conoce como el límite de grano.

El tamaño del grano es inversamente proporcional con la rapidez del enfriamiento del metal. Mientras más rápido sea el enfriamiento, el grano tendrá un tamaño menor, en cambio, si hay un enfriamiento lento, el cristal será más grande. El tamaño del grano es importante porque afecta a las propiedades mecánicas de los metales.

2.4. Estructuras no cristalinas

Los materiales no cristalinos son importantes en la industria de manufactura. Por ejemplo, los líquidos y gases. Se considera que un metal pierde su estructura cristalina cuando se funde. A todos estos materiales de ingeniería con formas no cristalinas se les suele definir como amorfos.

La estructura de un material no cristalino, a diferencia de un cristalino, es menos compacta y la ubicación de sus moléculas es aleatoria. Un material amorfo también se diferencia de un cristalino cuando este cambia de sólido a líquido. El proceso es reversible. Groover (2007), nos ejemplifica con el vidrio el siguiente escenario: el vidrio es un líquido verdadero. Mientras el vidrio se enfría, de forma gradual empieza a pasar a sólido en una fase de transición que se conoce como **líquido sobre enfriado** antes de llegar a estar rígido. Al enfriarse un poco más, se alcanza un punto en el que el líquido sobre enfriado se convierte en sólido. Esto se conoce como **temperatura de transición vítrea**.

En conclusión, podemos definir que la principal diferencia entre los materiales amorfos y los cristalinos es la respuesta que tienen sus estructuras atómicas ante los cambios de temperatura.

¡Felicitaciones!

Hemos concluido con éxito esta semana 3 de estudio sobre los contenidos de la unidad 2. Para ampliar el estudio de los temas abordados en esta unidad, le invito a trabajar en las siguientes actividades recomendadas, que, a pesar de que no cuenta con calificación, le servirá como práctica y autoevaluación de los temas tratados.



Actividades de aprendizaje recomendadas

1. Le recomiendo realizar un resumen de los temas estudiados; con ello podrá consolidar lo más importante de la naturaleza de los materiales.

Nota. Por favor, complete la actividad en un cuaderno o documento Word.

2. Para esta unidad en la que hemos estudiado la naturaleza de los materiales, le recomiendo revisar el texto [Fundamentos de manufactura moderna](#) (Groover, 2007) y analizar la sección 2.5 sobre los materiales de ingeniería. Con ello, podremos relacionar algunos conceptos revisados en las semanas 1 y 2 y relacionarlos con los contenidos de esta semana.
3. A continuación, le invito a realizar la siguiente autoevaluación para reforzar sus conocimientos.



Autoevaluación 2

Seleccione verdadero (V) o falso (F) según corresponda:

1. () El átomo está compuesto por un núcleo de carga neutra que está rodeado con un número suficiente de electrones con carga negativa, de modo que las cargas quedan en desequilibrio.
2. () Los enlaces primarios se clasifican en enlaces iónicos, covalentes y metálicos.
3. () Cuando un elemento entrega electrones mientras atrae átomos de otro elemento y así completar su capa de 8 electrones en el exterior se conoce como enlace covalente.
4. () La forma en la que los átomos y moléculas se arreglan en un elemento determina la estructura del material.
5. () Una estructura en la que los átomos adoptan una posición regular, ordenada y recurrente se conoce como cristalina.
6. () Un defecto puntual se caracteriza por tener un grupo de imperfecciones ubicadas en línea en la estructura de red.

Seleccione la respuesta correcta:

7. Cuando a un cristal se le aplica una fuerza que no altera la estructura de este, se puede definir como:
 - a. Deformación plástica.
 - b. Deformación elástica.
 - c. Deformación metálica.
 - d. Deformación cristalina.

8. Se conoce como plano de deslizamiento:
- a. Cuando los átomos deben moverse en los lados opuestos de un plano de la red.
 - b. Cuando los átomos rompen sus estructuras y se generan imperfecciones.
 - c. Cuando los átomos aumentan su temperatura debido a la fuerza aplicada.
 - d. Ninguna de las anteriores.
9. Un conjunto de cristales microscópicos ubicados de manera aleatoria para conformar un metal se conoce como:
- a. Defecto.
 - b. Cristal.
 - c. Grano.
 - d. Límite de grano.
10. El vidrio se considera como un material:
- a. Cristalino.
 - b. Amorfo.
 - c. Metálico.
 - d. Ninguna de las anteriores.

[Ir al solucionario](#)



Semana 4

Bienvenido a la cuarta semana de estudio, en ella nos enfocaremos en las propiedades mecánicas de los materiales. Estudiaremos las relaciones que existen entre el esfuerzo y la deformación, la dureza de los materiales, cómo influye la temperatura en sus propiedades y las propiedades y comportamiento de los fluidos.

¡Comencemos con el estudio!

Unidad 3. Propiedades mecánicas de los materiales

En la industria es común que los materiales sean sometidos a ciertos esfuerzos durante el proceso de transformación. Las propiedades mecánicas que tiene un material determinarán cuál será su comportamiento al someterlo a estos esfuerzos mecánicos. Entre las más importantes tenemos al módulo de elasticidad, ductilidad del material o la dureza.



Al momento de diseñar un producto, será importante considerar las propiedades mecánicas, ya que estas dependen para el funcionamiento y rendimiento correcto del mismo. A continuación, le invito a estudiar detalladamente cada una de las propiedades.

3.1. Relación, esfuerzo – deformación

La relación esfuerzo-deformación es un concepto fundamental que describe cómo un material responde a la aplicación de una carga o fuerza externa. Esta relación cuantifica la manera en que un material se deforma en respuesta a un esfuerzo aplicado.

Es por ello por lo que, la relación esfuerzo-deformación proporciona información valiosa sobre la capacidad de un material para soportar cargas y su comportamiento bajo diferentes condiciones, lo que permite a los ingenieros y científicos prever y diseñar estructuras con precisión y seguridad.

Estudiaremos tres tipos de esfuerzos a los que se sujetan los materiales. La tensión, la compresión y el esfuerzo cortante.

3.1.1. Propiedades de los materiales ante la tensión

La tensión es una medida de la distribución interna de fuerzas que experimenta un material cuando se le aplica una carga externa. Se define como la fuerza aplicada por unidad de área, y su unidad de medida en el Sistema Internacional (SI) es el Pascal (Pa), que equivale a un newton por metro cuadrado (N/m^2). La tensión es un concepto crucial en la mecánica de materiales y se utiliza para evaluar cómo un material responde a las fuerzas externas.

Groover (2007) afirma que para estudiar la relación esfuerzo-deformación, particularmente en los metales, el procedimiento más común es la prueba de tensión. En esta prueba, se aplica una fuerza que tira del material para estirarlo y reducir su diámetro. En el siguiente video, se puede ver cómo se realiza una [prueba de tensión](#) con un metal hasta el punto de fractura.

Para poder determinar la resistencia a la tensión que tiene un material es necesario conocer su **módulo de elasticidad**. El módulo de elasticidad, también conocido como módulo de Young o coeficiente de elasticidad, es una propiedad fundamental de los materiales que describe su capacidad para deformarse elásticamente bajo la aplicación de una tensión o carga externa. En otras palabras, cuantifica la rigidez o la resistencia del material a la deformación cuando se le somete a fuerzas, y su capacidad para volver a su forma original una vez que se retira la carga.

El material más resistente a la tensión entre los materiales comunes es el tungsteno. El tungsteno es un metal de transición conocido por su excepcional resistencia a la tracción. Tiene un módulo de elasticidad muy alto y una gran resistencia al estiramiento antes de sufrir una deformación plástica. Esto lo convierte en el material más adecuado para aplicaciones en las que se requiere una alta resistencia a la tensión.

En una prueba de tensión hay algunos conceptos a tomar en cuenta. El primero es el **punto de deformación**. Es el punto en el que el material comienza a ceder conforme al aumento de esfuerzo. En cambio, se conoce como **estrangulamiento** al lugar en el que se concentra la deformación a lo largo de la longitud del material. La **ductilidad** es la cantidad de

deformación que el material es capaz de soportar previo a la falla, es decir, su capacidad para deformarse plásticamente sin sufrir una fractura.

Para concluir el estudio de este tema, le recomiendo revisar el siguiente video sobre el [Diagrama de esfuerzo-deformación](#) que se utiliza en las pruebas de tensión o también llamados ensayos de tracción.

3.1.2. Propiedades de los materiales ante la compresión

Otra de las características de los materiales es la resistencia ante la compresión. La compresión en un material se refiere a la aplicación de fuerzas externas que tienden a reducir el volumen o cambiar la forma de dicho material al comprimirlo o aplastarlo. Esta fuerza se aplica en la dirección opuesta a la expansión y puede causar una disminución en la distancia entre las partículas o componentes internos del material. La resistencia a la compresión es una característica clave que se evalúa en muchos materiales, como el concreto, el acero, la madera y otros, para determinar su idoneidad en aplicaciones específicas.

Cuando se aplica una prueba de compresión a diferencia de la prueba de tensión, en una gráfica de esfuerzo-deformación se puede observar que la sección transversal se incrementa, es decir, se necesita mayor esfuerzo conforme la deformación avanza. En el siguiente video denominado [Ensayo de compresión](#), se puede observar cómo se realiza la prueba y los elementos que interfieren, concluyendo al final las diferentes resistencias a la compresión de los materiales utilizados.

3.1.3. Doblado y prueba de materiales frágiles

Existen procesos de manufactura en los que se trabaja con placas y hojas metálicas. Para obtener estas estructuras existen las operaciones de doblado o conocidas también como pruebas de flexión. [La prueba de flexión](#) es un ensayo mecánico utilizado para evaluar la resistencia y la capacidad de deformación de un material cuando se somete a una carga aplicada en un punto o puntos específicos, lo que induce una flexión o curvatura en el material.

Los materiales frágiles no se flexionan, en lugar de ello se deforman elásticamente hasta antes de alcanzar la fractura. Esto sucede porque se excede la resistencia final a la tensión de las fibras exteriores.

3.1.4. Propiedades de los materiales ante la cortante

Cuando se evalúan las propiedades de los materiales ante esfuerzos cortantes (o de corte), se están considerando las características del material en respuesta a fuerzas que actúan tangencialmente en su interior, intentando deslizar una parte del material en relación con otra. Para probar el esfuerzo y deformación cortantes se utiliza una prueba de torsión.

Un ensayo o prueba de torsión es una prueba mecánica que se utiliza para evaluar la resistencia de un material a las fuerzas de torsión o corte. Este tipo de prueba es fundamental para comprender cómo un material se comporta cuando se aplica un torque o momento de torsión, lo que causa una deformación angular en la muestra.

Un ensayo de torsión es esencial para comprender la capacidad de un material para resistir fuerzas de torsión, lo que es relevante en aplicaciones como la fabricación de ejes, pernos, engranajes, rodamientos y otras partes mecánicas que pueden estar sujetas a esfuerzos de torsión en su funcionamiento normal. En el siguiente video sobre el [Ensayo de torsión](#) se puede apreciar de manera correcta todo lo revisado.

3.2. Dureza en los materiales

La dureza en los materiales es una medida de la resistencia de un material a sufrir deformaciones permanentes, como rayaduras, abrasiones, indentaciones o cortes, cuando se somete a fuerzas exteriores o se le aplica presión. Es una propiedad mecánica importante que refleja la capacidad de un material para resistir la penetración o el desgaste por parte de otro material más duro.

Una de las particularidades en la dureza es la variedad de métodos de prueba para medirlo. A continuación, en la tabla 1 se detallan las pruebas más utilizadas:

Tabla 1

Pruebas de Dureza de Materiales: Brinell, Rockwell, Vickers y Knoop

Prueba de dureza de Brinell	Prueba de dureza de Rockwell	Prueba de dureza de Vickers	Prueba de dureza de Knoop
Utilizado para medir dureza de metales y aleaciones de dureza baja.	Proporciona resultados rápidos y se realiza con diferentes escalas dependiendo el tipo de material.	Se utiliza para evaluar la dureza de materiales metálicos, cerámicos y otros materiales duros.	Prueba de microdureza utilizada para especímenes pequeños y delgados de materiales duros frágiles como cerámica, vidrio y materiales compuestos.
Aplicación de una carga en forma de una esfera de acero sobre la superficie del material.	Se basa en la medición de la profundidad de penetración de un indentador cónico en la superficie del material.	Utiliza una pirámide de diamante con forma específica y utiliza la relación entre la carga aplicada y el área de la huella dejada por la pirámide de diamante	Utiliza un indentador en forma de pirámide alargada con base romboidal y una punta afilada.

Nota. Adaptado de *Fundamentos de manufactura moderna*, por Groover, M., 2007, pp. 52 -55, Mc Graw Hill.

Para los **metales**, Groover (2007), afirma que las pruebas de dureza de Brinell y Rockwell son más apropiadas y la dureza se relaciona de cerca con la resistencia. En cambio, para las **cerámicas** la prueba de dureza de Brinell no es la mejor opción debido a que algunos materiales cerámicos son más duros que la bola indentadora. Es común utilizar pruebas de Vickers y Knoop. Los **polímeros** son los materiales con dureza más baja. Se podrían incluir en la escala de dureza de Brinell aunque no es el método utilizado para estos.

3.3. Efecto de la temperatura sobre las propiedades de los materiales

La temperatura desempeña un papel fundamental en las propiedades de los materiales y su comportamiento en una amplia variedad de aplicaciones. Puede afectar significativamente la estructura, la resistencia, la conductividad y muchas otras características de los materiales. Por ejemplo, en los metales, un aumento en la temperatura generalmente

conduce a una disminución en la resistencia mecánica, lo que puede ser crítico en aplicaciones de ingeniería. Además, puede influir en la conductividad eléctrica y térmica de un material, lo que es vital en dispositivos electrónicos y sistemas de transferencia de calor.

3.4. Propiedades de los fluidos

El comportamiento de un fluido es muy diferente al de un sólido. Los fluidos adoptan la forma del envase en el que se encuentran. En cambio, el sólido tiene una forma geométrica. Los gases y líquidos son parte de los fluidos. En la industria, muchos sólidos pasan a líquidos a través de calentamiento.

3.4.1. La viscosidad

Una de las propiedades más interesantes en los fluidos es la **viscosidad**, que describe la resistencia que estos ofrecen al flujo. Es una medida de la fricción interna entre las partículas del fluido. Cuanto mayor sea la viscosidad, mayor será la resistencia al flujo. En términos más simples, la viscosidad es la medida de lo espeso o delgado que es un fluido. Un fluido con una viscosidad alta, como la miel, es más espeso y tiene más dificultad para fluir. Un fluido con una viscosidad baja, como el agua, es más delgado y fluye más fácilmente.

La viscosidad es una propiedad importante de los fluidos que tiene un impacto en muchas aplicaciones. Por ejemplo, la viscosidad del aceite del motor afecta su capacidad para lubricar las piezas del motor. La viscosidad de la sangre afecta su capacidad para circular por el cuerpo. La viscosidad de los alimentos afecta su textura y sabor.

Un fluido cuya viscosidad es constante, independientemente de la velocidad de corte o la fuerza aplicada, se conoce como fluido newtoniano. En otras palabras, la relación entre la tensión cortante y la velocidad de corte es lineal. La viscosidad de un fluido newtoniano se puede medir usando un viscosímetro. Un viscosímetro es un instrumento que mide la resistencia de un fluido al movimiento. Algunos ejemplos de fluidos newtonianos son el agua, el aceite de cocina, el aire y la sangre.

3.4.2. Densidad

Otra propiedad importante de los fluidos es la **densidad**. La densidad de un fluido es la cantidad de masa que tiene el fluido por unidad de volumen. Se mide en kilogramos por metro cúbico (kg/m^3). La densidad de un fluido es una medida de su compactibilidad. Los fluidos más densos son más difíciles de comprimir que los fluidos menos densos.

La densidad de los fluidos depende de la temperatura y la presión. En general, la densidad aumenta con la presión y disminuye con la temperatura. Por ejemplo, la densidad del agua es importante para el diseño de barcos, la densidad del aire es importante para el diseño de aviones y la densidad de la sangre es importante para la medicina.

Antes de continuar, le recomiendo revisar el siguiente video sobre una [torre de líquidos](#) que le permitirá entender de manera correcta la densidad. Le invito a realizar el experimento en casa para comprender el comportamiento de los fluidos.

3.4.3. Tensión superficial

La tensión superficial de un líquido es la fuerza que actúa sobre la superficie de un líquido y que tiende a minimizar su área. Es causada por las fuerzas de cohesión entre las moléculas del líquido. Es una propiedad importante de los líquidos que tiene un impacto en muchos fenómenos, como el goteo, el ascenso capilar y el movimiento de los insectos sobre el agua.

La tensión superficial de un líquido depende de la naturaleza del líquido, del medio que le rodea y de la temperatura. En general, la tensión superficial de los líquidos disminuye con la temperatura, ya que las fuerzas de cohesión disminuyen al aumentar la agitación térmica.

3.5. Procesos de transporte de fluidos

Cengel y Cimbala (2006) sostienen que el transporte de fluidos ocurre comúnmente en sistemas de calefacción y enfriamiento y en redes de distribución. El fluido en estas aplicaciones usualmente es forzado a fluir mediante un ventilador o bomba a través de una sección del flujo. Se pone particular atención a la fricción, que se relaciona directamente con la caída

de presión y las pérdidas de carga durante el flujo a través de tuberías y ductos. Entonces, la caída de presión se usa para determinar la potencia necesaria de bombeo. Un sistema de tuberías típico incluye tuberías de diferentes diámetros, unidas entre sí mediante varias uniones o codos para dirigir el fluido, válvulas para controlar la razón de flujo y bombas para presurizar el fluido.

Los términos tubo, ducto y conducto se usan de manera intercambiable para tramos de flujo. En general, los tramos de flujo de sección transversal circular se conocen como flujo en tubos.

La mayoría de los fluidos, en especial los líquidos, se transportan en tuberías circulares. Esto se debe porque las tuberías con una sección transversal pueden resistir grandes diferencias de presión entre el interior y el exterior sin distorsión considerable. Las tuberías no-circulares, por lo general, se usan en aplicaciones como los sistemas de calefacción y enfriamiento de edificios, donde la diferencia de presión es relativamente pequeña. La velocidad del fluido en una tubería cambia de cero en la superficie hasta un máximo en el centro de la tubería.

3.5.1. El flujo laminar

El flujo en una tubería revela que el flujo de fluidos es de líneas de corriente aproximadamente paralelas a bajas velocidades, pero se vuelve caótico conforme la velocidad aumenta sobre un valor crítico. Se dice que el régimen de flujo en el primer caso es **laminar**, y se caracteriza por líneas de corriente suaves y movimiento sumamente ordenado (Cengel y Cimbala, 2006).

El flujo laminar se encuentra cuando los fluidos son muy viscosos, como aceites. En un flujo laminar totalmente desarrollado, cada partícula de fluido se desplaza a una velocidad axial constante a lo largo de una línea de corriente y el perfil de velocidad permanece invariable en la dirección del flujo. No hay movimiento en la dirección radial y, por lo tanto, el componente de velocidad en la dirección normal al flujo es cero en todas partes.

3.5.2. El flujo turbulento

Un flujo se considera **turbulento** cuando tiene fluctuaciones de velocidad y movimiento desordenado. La intensa mezcla del fluido en el flujo turbulento

es el resultado de las rápidas fluctuaciones, y esto mejora la transferencia de cantidad de movimiento entre partículas, lo que aumenta la fuerza de fricción sobre la superficie y, por lo tanto, la potencia de bombeo necesaria (Cengel y Cimbala, 2006).

El flujo turbulento se caracteriza por fluctuaciones aleatorias y rápidas de regiones giratorias de fluido, llamadas **remolinos**, a través del flujo. Dichas fluctuaciones proporcionan un mecanismo adicional para transferir movimiento y energía.

En un flujo laminar, las partículas fluyen en orden y la cantidad de movimiento y energía son transferidas a través de líneas de corriente mediante difusión molecular. En cambio, en el flujo turbulento, los remolinos giratorios, transportan masa, cantidad de movimiento y energía a otras regiones del flujo con mayor rapidez, lo que aumenta enormemente la masa, cantidad de movimiento y transferencia de calor.

Le invito a revisar el vídeo sobre [El número de Reynolds](#) y su importancia a la hora de determinar si un fluido es laminar o turbulento.

¡Le felicito!

Hemos concluido una semana más de estudio respecto a los contenidos de la unidad 3. Para complementar el estudio de los temas de la semana 4, le invito a trabajar en las actividades de aprendizaje recomendadas, que, a pesar de no contar con calificación, le servirá como práctica y autoevaluación de los temas tratados.



Actividades de aprendizaje recomendadas

1. Le sugiero, realice una síntesis de lo más importante de la presente semana para comprender las propiedades mecánicas de los materiales.

Nota. Por favor, complete la actividad en un cuaderno o documento Word.

2. En esta semana hemos estudiado acerca de las propiedades mecánicas de los materiales, para ello le propongo revisar la página web [Propiedades mecánicas](#), en donde se detallan algunos aspectos

importantes de las propiedades mecánicas de los materiales y los diferentes ensayos que se aplican para medir esas propiedades.

3. Ahora, le invito a analizar cada uno de los ensayos utilizados para medir las propiedades mecánicas que se indican en la página web y realizar una comparación entre ellos.
4. También le invito a participar del crucigrama sobre las [propiedades mecánicas de los materiales](#) que le permitirá reforzar los conceptos más importantes de este tema.
5. Adicionalmente, le invito a reforzar sus conocimientos, participando en la siguiente autoevaluación:



Autoevaluación 3

1. () Para describir la respuesta de un material cuando se le aplica una carga o fuerza externa se utiliza la relación esfuerzo-deformación.
2. () La prueba de tensión es un procedimiento en el que se aplica fuerza en los extremos del material para comprimirlo y reducir su longitud.
3. () La propiedad fundamental para describir como un material puede deformarse de forma elástica cuando soporta una tensión o carga se conoce como módulo de Brinell.
4. () La prueba de flexión permite evaluar la resistencia y capacidad de deformación de un material cuando se somete a una carga aplicada en un punto específico.
5. () Para entender la resistencia de un material a las fuerzas de corte se aplica un ensayo de torsión.
6. () La prueba de dureza de Knoop utiliza una pirámide de diamante con una forma específica. Seleccione la respuesta correcta:
7. La prueba de dureza de Brinell y Rockwell se recomiendan para trabajos con:
 - a. Polímeros.
 - b. Cerámicas.
 - c. Metales.
 - d. Ninguna de las anteriores.
8. La temperatura puede afectar significativamente a:
 - a. La estructura del material.
 - b. La resistencia del material.
 - c. La conductividad del material.
 - d. Todas las anteriores.

9. La viscosidad es una propiedad de los fluidos que:
- a. Describe la resistencia a fluir.
 - b. Describe que tan liviano o pesado es un líquido.
 - c. Describe la diferencia entre líquidos y gases.
 - d. Ninguna de las anteriores.
10. La densidad de un fluido se mide en:
- a. Velocidad del fluido por unidad de volumen.
 - b. Cantidad de masa del fluido por unidad de volumen.
 - c. Unidad de volumen por velocidad del fluido.
 - d. Unidad de volumen por cantidad de masa del fluido.

[Ir al solucionario](#)

Para comprobar si respondió correctamente la autoevaluación puede dirigirse al solucionario.



Semana 5

Bienvenido a la quinta semana de estudio en la que estudiaremos las propiedades físicas de los materiales. Estas propiedades son fundamentales para comprender y utilizar adecuadamente los materiales en una amplia gama de aplicaciones en la ingeniería, la ciencia de los materiales y la industria. Entre las propiedades físicas más importantes se encuentran la densidad, la dureza, la conductividad eléctrica y térmica, la elasticidad, la tenacidad y la conductividad magnética, entre otras.

Unidad 4. Propiedades físicas de los materiales

Para Groover (2007) el término propiedades físicas ayuda a definir el comportamiento de los materiales a las fuerzas físicas, diferentes a las mecánicas revisadas en el capítulo anterior. Estas propiedades incluyen a las relacionadas con el volumen, la temperatura y la electricidad. Estas propiedades son importantes porque en la industria generalmente influyen en el desempeño de los procesos.

4.1. Propiedades volumétricas y de fusión

Algunas propiedades están relacionadas con el volumen de los sólidos y cómo la temperatura puede afectarlas. Aquí se incluyen la densidad que fue estudiada en el capítulo anterior, la expansión térmica y el punto de fusión.

4.1.1. Expansión térmica

Dentro de las propiedades físicas, la densidad de un material puede variar con la temperatura. El efecto que tiene la temperatura sobre la densidad se conoce como **expansión térmica**. Es una propiedad física que describe cómo cambia el tamaño o las dimensiones de un material cuando hay variaciones de temperatura. Esta propiedad es especialmente importante en aplicaciones de ingeniería y diseño, ya que puede tener un impacto significativo en la estabilidad y el rendimiento de estructuras y componentes.

Para determinar el cambio de longitud que ocasiona la expansión se utiliza el **coeficiente de expansión térmica**. Diferentes materiales tienen coeficientes de expansión térmica distintos, lo que significa que algunos son más susceptibles a cambios dimensionales con la temperatura que otros. Los ingenieros y diseñadores deben tener en cuenta la expansión térmica al planificar estructuras y sistemas para evitar problemas como la deformación, el agrietamiento o la falla debido a fluctuaciones de temperatura.



Antes de continuar, le recomiendo dar lectura al contenido que se presenta en la página web sobre la [Expansión térmica](#) para profundizar en los tipos de expansión que podemos encontrar en los diferentes procesos industriales.

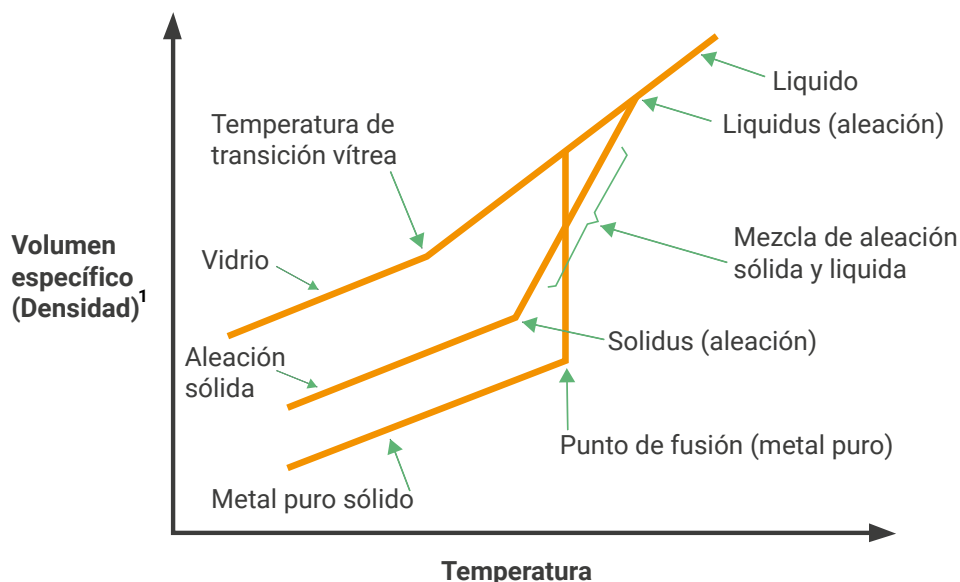
4.1.2. Características de fusión

Al hablar de fusión, es necesario comenzar mencionando al **punto de fusión**, que es la temperatura en la que un material pasa de estado sólido a líquido. A la inversa, cuando un líquido pasa a sólido, se conoce como el **punto de enfriamiento**. La cantidad de energía que se necesita para la transformación de sólido a líquido se conoce como **calor de fusión** (Groover, 2007).

En la figura 6 podemos entender el comportamiento de los diferentes materiales cuando llegan a su punto de fusión y la relación entre la densidad y la temperatura.

Figura 6

Cambios de densidad como función de la temperatura para los materiales



Nota. Adaptado de *Fundamentos de manufactura moderna* (p. 70), por Groover M., 2007, Mc Graw Hill.

En la figura 6, se puede apreciar cómo los diferentes materiales con el aumento de temperatura alcanzan su punto de fusión y tienden al cambio de estado al líquido.

4.1.3. Propiedades térmicas en los procesos industriales

Las propiedades térmicas de los materiales desempeñan un papel fundamental en la manufactura y la ingeniería en general. Estas propiedades se refieren a cómo un material responde al calor y a los cambios de temperatura, y son esenciales para diseñar, seleccionar y procesar materiales de manera eficiente y segura. Estas son algunas de las propiedades más importantes térmicas de los materiales:

1. **Conductividad térmica:** la capacidad de un material para conducir el calor es crucial en aplicaciones de transferencia de calor, como la disipación de calor en dispositivos electrónicos o la fabricación de componentes que requieren un control preciso de la temperatura. Materiales con alta conductividad térmica, como el cobre o el aluminio, son ideales para estas aplicaciones.

2. **Capacidad calorífica:** es la cantidad de calor que puede almacenar por unidad de masa. Esta propiedad es importante para el diseño de sistemas de calefacción y refrigeración, ya que materiales con una alta capacidad calorífica pueden almacenar calor y liberarlo gradualmente, proporcionando estabilidad térmica.
3. **Expansión térmica:** los materiales se expanden o contraen en respuesta a cambios en la temperatura. En la manufactura, es crucial considerar la expansión térmica al diseñar componentes y ensamblajes para evitar deformación ayuda a seleccionar materiales compatibles en aplicaciones donde se espera una variación de temperatura.
4. **Resistividad térmica:** la resistividad térmica es una propiedad importante en aplicaciones de aislamiento térmico, como la construcción de edificios, la fabricación de hornos industriales y la creación de materiales de protección contra incendios. Materiales con baja resistividad térmica permiten un mejor aislamiento térmico.

4.2. Propiedades eléctricas de los materiales

Las propiedades eléctricas de los materiales son características fundamentales que describen cómo conducen, resisten o responden a la electricidad. Estas propiedades desempeñan un papel crucial en una amplia variedad de aplicaciones, desde la electrónica y la ingeniería eléctrica hasta la fabricación de dispositivos y componentes. A continuación, se describen algunas de las propiedades eléctricas más importantes de los materiales:

1. **Conductividad eléctrica:** la conductividad eléctrica es la capacidad de un material para transportar corriente eléctrica. Los materiales conductores, como los metales (por ejemplo, cobre, aluminio y plata), tienen una alta conductividad eléctrica y permiten que los electrones fluyan fácilmente a través de ellos. Esto los hace ideales para cables, conexiones eléctricas y componentes electrónicos.
2. **Aislantes eléctricos:** los materiales aislantes, como el vidrio, la cerámica y algunos plásticos, tienen una baja conductividad eléctrica. Estos materiales se utilizan para aislar y proteger contra

corrientes eléctricas no deseadas. Su baja conductividad permite la construcción de aisladores, revestimientos y aislamientos eléctricos.

3. **Resistividad eléctrica:** la resistividad eléctrica es una medida de la resistencia de un material al flujo de corriente eléctrica. Se relaciona inversamente con la conductividad, es decir, los materiales con alta resistividad tienen baja conductividad y viceversa. La resistividad es importante para calcular la resistencia eléctrica de un objeto o componente y se utiliza en el diseño de circuitos eléctricos.
4. **Capacitancia:** la capacitancia es una propiedad eléctrica que describe la capacidad de un material para almacenar carga eléctrica en respuesta a un voltaje aplicado. Los capacitores se basan en esta propiedad y se utilizan en circuitos electrónicos para almacenar y liberar energía eléctrica de manera controlada.

Así como existen algunas propiedades eléctricas en los materiales, Groover (2007) nos detalla las clases de materiales según sus propiedades eléctricas. Los metales, por ejemplo, son los mejores **conductores** eléctricos, pero con la resistividad más baja. A diferencia de las cerámicas y polímeros, que tienen baja conductividad, pero mayor resistencia, se les conoce como **aislantes**.

4.3. Procesos de intercambio de calor

De acuerdo con Serway (2005), el calor es la transferencia de energía entre un sistema y su entorno debido a una diferencia de temperatura entre ellos. También, se debe diferenciar entre calor y energía. Estos términos no se pueden intercambiar. El calor implica una transferencia de energía interna de una ubicación a otra. La energía interna "U" es la energía asociada a los átomos y las moléculas del sistema. La energía interna incluye las energías cinética y potencial asociados con los movimientos aleatorios de traslación, rotacional y vibratorio de las partículas que componen el sistema, y cualquier energía potencial que una a las partículas.

Según Fellows (2000), la **transferencia de calor** posee tres formas en que se puede transferir el calor: por radiación, por conducción y por convección. La radiación, es la transferencia de calor por ondas electromagnéticas, por ejemplo, en una parrilla eléctrica. La conducción es el movimiento de calor por transferencia directa de energía molecular dentro de los sólidos

(por ejemplo, a través de recipientes metálicos o alimentos sólidos). La convección es la transferencia de calor por grupos de moléculas que se mueven como resultado de diferencias de densidad (por ejemplo, en aire caliente) o como resultado de la agitación. En la mayoría de las aplicaciones pueden ocurrir los tres mecanismos. Por ejemplo, en un quemador de cocina la radiación se da por el fuego generado por la hornilla, la convección, por el intercambio de moléculas de agua y el tercero por el calentamiento de las superficies metálicas de nuestro recipiente.

Cengel y Cimbala (2011), sostienen que la transferencia de calor es importante por sus aplicaciones en diferentes sistemas de ingeniería y otros aspectos de la vida. Muchos aparatos domésticos comunes están diseñados mediante la aplicación de los principios de transferencia de calor. Algunos ejemplos son el dominio de las aplicaciones eléctricas o del uso del caso; sistemas de calefacción y acondicionamiento de aire, el refrigerador y congelador, etc. La transferencia de calor desempeña un papel importante en el diseño de muchos otros aparatos, como los radiadores de automóviles, los colectores solares, etc.

4.4. Procesos de refrigeración

Los sistemas de refrigeración y su aplicación, por ejemplo, en el aire acondicionado juegan un papel fundamental en la vida cotidiana actual y especialmente en los procesos industriales. Las bombas de calor han comenzado a utilizarse de manera más frecuente para la calefacción de edificios y para la producción de calor en procesos industriales. Hay muchos otros ejemplos de usos comerciales o industriales de la refrigeración, entre ellos la separación de los componentes del aire para la obtención de oxígeno y nitrógeno líquidos, la licuefacción de gas natural y la producción de hielo.

4.4.1. Los ciclos de refrigeración

El manual de buenas prácticas en refrigeración de Puebla (2003) menciona que el **proceso de refrigeración** consiste en extraer el calor del cuerpo o ambiente con la finalidad de disminuir y mantener la temperatura deseada en los procesos productivos, espacios o incluso materiales con respecto a la temperatura del ambiente a su alrededor.

Como su nombre lo indica, se trata de un proceso cerrado en el cual no hay pérdida de materia y todas las condiciones se repiten indefinidamente. Dentro del ciclo de refrigeración y basado en la presión de operación se puede dividir el sistema en tres partes:

- **Lado de alta presión:** parte del sistema que está bajo la presión del condensador. Comprende el compresor, el condensador y el dispositivo de expansión.
- **Lado de baja presión:** parte del sistema que está bajo la presión del evaporador.
- **Otros dispositivos:** son insertados a ambos lados de presión con el propósito de brindar seguridad y control, entre los más comunes tenemos: filtro secador, visor de líquido, separador de aceite.



Una vez que esté más claro el concepto del ciclo de refrigeración, de sus componentes y su función, le recomiendo revisar el video sobre [El ciclo de refrigeración](#).

4.5. Procesos de trabajo eléctrico

Las particularidades que tiene la electricidad, es que en nuestra sociedad es la forma de energía más utilizada, por la facilidad que presta para ser transportada y su facilidad de transformarla en otras formas de energía. La electricidad no se ve, un cable con tensión no puede distinguirse de otro que no la tenga, pero se perciben sus manifestaciones o efectos externos como luz, movimiento, calor, frío; no tiene olor y no se aprecia con el oído.

4.5.1. Magnitudes y leyes básicas

En la electricidad, como regla general para poder entender cualquier circuito eléctrico, debemos recordar tres magnitudes básicas:

- Intensidad de corriente (I)
- Resistencia eléctrica (R)
- Tensión o voltaje (V)

La intensidad de corriente (I) es la cantidad de electricidad que puede recorrer un circuito en un tiempo determinado. Será más elevada mientras

más electrones se desplacen cada segundo. La resistencia (R) en cambio, es la dificultad que un material opone al paso de corriente eléctrica. El voltaje (V) se define como la circulación o el movimiento de electrones (Carrasco et al., 2012).

Estas tres magnitudes dan paso a la Ley de Ohm. Esta ley relaciona las tres magnitudes. La ley de Ohm expresa que la intensidad de corriente " I " en un circuito eléctrico, es directamente proporcional al voltaje " V " e inversamente proporcional a la resistencia total del circuito " R ". Por lo tanto, se entiende que, a mayor intensidad de corriente, menor será la resistencia.

4.5.2. Elementos de seguridad en los circuitos eléctricos

Existen diferentes dispositivos eléctricos que tienen como finalidad prevenir o reducir accidentes eléctricos. El riesgo eléctrico se refiere a la probabilidad de circulación de una corriente eléctrica por el cuerpo humano. Para ello, se consideran dos parámetros que determinan la peligrosidad de la descarga: la intensidad de corriente y el tiempo de duración del contacto.

Para evitar el contacto del cuerpo humano con un circuito eléctrico, ya sea de manera directa o indirecta, existen dispositivos cuya función es proteger a las personas o a las instalaciones del daño. Para ello, se consideran dispositivos de corte y protección.

El dispositivo más común para la protección ante un accidente eléctrico es el **fusible**. Se considera un dispositivo diseñado para cortar el circuito en caso de producirse una sobreintensidad y por ello, protege a las instalaciones de posibles contactos accidentales. Se basan en colocar un conductor de una sección de hilo más fino comparado con el resto de los conductores del sistema, con la finalidad de que, si la intensidad del circuito aumenta, el conductor del fusible será la parte más vulnerable, se fundirá y abrirá el circuito.

Los **interruptores** también conocidos como disyuntores, son capaces de abrir o interrumpir un circuito, ya sea de manera automática o por acción manual. Una de las ventajas de este dispositivo frente a un fusible es su posibilidad de ser rearmado o restituir su funcionamiento. En caso de que exista un cortocircuito, la fuerza magnética interior del interruptor aumenta,

activando un electroimán que golpeará el contacto móvil e interrumpirá el paso de corriente en el sistema.

Hemos concluido de manera correcta una semana más de estudio respecto a los contenidos de la unidad 4, previstos para la semana 5. Para complementar el aprendizaje de los temas de la semana 5, le invito a realizar las siguientes actividades recomendadas, que, aunque no cuenta con calificación, servirá como práctica y autoevaluación de los temas estudiados.



Actividades de aprendizaje recomendadas

1. Le recomiendo realizar un breve resumen y análisis de los temas estudiados; esto le permitirá conocer y entender las propiedades físicas de los materiales.

Nota. Por favor, complete la actividad en un cuaderno o documento Word.

2. Una vez estudiadas las propiedades físicas de los materiales, le invito a revisar el video del [proceso de elaboración de botellas de vidrio](#). Con ello, podrá entender de manera correcta las características del vidrio cuando llega a su punto de fusión y se convierte en líquido.
3. Le invito a reforzar sus conocimientos, participando en la siguiente autoevaluación:

¡Adelante!



Autoevaluación 4

Seleccione verdadero (V) o falso (F) según corresponda:

1. () Las propiedades físicas de los materiales están relacionadas con el volumen, la temperatura o la electricidad.
2. () El cambio de tamaño en las dimensiones de un material se denomina expansión térmica.
3. () Todos los materiales tienen el mismo coeficiente de expansión térmica, lo que significa que son igual de susceptibles al cambio dimensional con la temperatura.
4. () Cuando un material se eleva su temperatura y pasa de sólido a líquido, podemos afirmar que se ha superado el punto de fusión.
5. () La conductividad térmica se refiere a la cantidad de calor que puede conservar un material por unidad de masa.
6. () En la expansión térmica los materiales solamente se expanden como respuesta a los cambios de temperatura.
Seleccione la respuesta correcta:
7. Las propiedades eléctricas de los materiales:
 - a. Describen cómo se comportan los electrones en el material.
 - b. Describen cómo conducen, resisten o responden a la electricidad.
 - c. Describen cómo transportan la energía eléctrica.
 - d. Ninguna de las anteriores.
8. Es un material conductor:
 - a. Cobre.
 - b. Aluminio.
 - c. Plata.
 - d. Todos los anteriores.

9. La capacidad de un material para almacenar energía eléctrica se refiere a:
- a. Capacitancia.
 - b. Resistividad.
 - c. Conductividad.
 - d. Ninguna de las anteriores.
10. La relación que tiene la electricidad y los cambios químicos en un material se conoce como:
- a. Electrónica.
 - b. Reacciones químico-electrónicas.
 - c. Electroquímica.
 - d. Ninguna de las anteriores.

[Ir al solucionario](#)

Compruebe las respuestas de la autoevaluación en el solucionario.



Semana 6

Bienvenido a la sexta semana en la que estudiaremos el tema de dimensiones, tolerancias y superficies de los materiales en los procesos de manufactura. Es importante conocer las dimensiones porque nos ayudan a determinar qué tan bien se ajustan los componentes en el ensamblado de un producto. Este tema nos ayudará a comprender posteriormente los diferentes procesos de manufactura relacionados con los metales, cerámicos y polímeros.

¡Le invito a comenzar con el estudio!

Unidad 5. Dimensiones, tolerancias y superficies

Las dimensiones, tolerancias y superficies son elementos fundamentales en el diseño, fabricación y uso de materiales en diversos sectores industriales. Estos aspectos juegan un papel crucial para garantizar la funcionalidad, precisión y calidad de los productos manufacturados. Las **dimensiones** se refieren a las medidas físicas de un objeto, mientras que las **tolerancias** establecen los límites dentro de los cuales es aceptable que varíen esas dimensiones. Por otro lado, las **superficies** están relacionadas con las características físicas y topográficas de la superficie de un material, las cuales pueden afectar su rendimiento y apariencia.

5.1. Dimensiones, tolerancias y atributos relacionados

La [American National Standards Institute \(ANSI\)](#) define a la dimensión como el “valor numérico expresado en unidades de medida, que se indican en un plano junto con líneas, símbolos y notas para definir el tamaño o característica de una pieza”. Estos valores son los que generalmente los diseñadores desean que la pieza tuviera al momento de fabricarla. Así mismo, ANSI define a la tolerancia como “la cantidad total que la dimensión puede variar”. Es decir, el límite máximo y mínimo.

Al hablar de tolerancia, podemos definir dos tipos. La primera es la **tolerancia unilateral**, en la que se permite variación en sus dimensiones en una sola dirección. La segunda, es la **tolerancia bilateral** que permite que la variación en las dimensiones sea en dos direcciones. Cualquier medida que

esté fuera de los límites de tolerancia son inaceptables en los procesos de manufactura.

Las dimensiones y tolerancias están expresadas en valores lineales, sin embargo, existen también otros atributos geométricos que Groover (2007) plantea:

- **Angularidad:** es el grado en el que un rasgo de una pieza se encuentra con un ángulo especificado. Cuando el ángulo es de 90° , el atributo se conoce como perpendicularidad o cuadratura.
- **Circularidad:** para un cilindro, agujero o cono, es el grado en el que todos los puntos sobre la intersección de la superficie y un plano perpendicular al eje de revolución se encuentran equidistantes al eje.
- **Concentricidad:** dos o más rasgos de una pieza tienen un eje común.
- **Planicidad:** todos los puntos de una superficie se encuentran en un único plano.
- **Paralelismo:** todos los puntos de un rasgo de una pieza están equidistantes de un plano, línea o eje de referencia.
- **Rectitud:** rango de una pieza como una línea o eje es una línea recta.

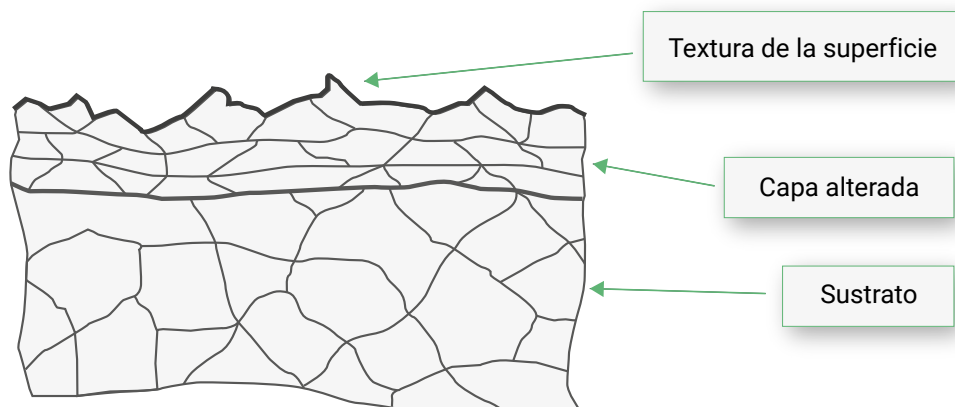
5.2. Superficies

Al iniciar este tema se habló de las superficies y su relación con las características físicas y topográficas de un material. De aquí parte el concepto de **superficie nominal** y es el contorno relacionado con la superficie de la pieza. Este tipo de superficies aparecen como líneas rectas, círculos, agujeros redondos y otras aristas y superficies perfectas en su geometría.

Las aplicaciones de las superficies por su importancia y tecnológica son varias, pueden depender de razones estéticas, razones de seguridad, por la fricción y su uso, por las propiedades mecánicas y físicas del material, para el ensamblaje de piezas o para proporcionar mejores contactos eléctricos. Para comprender la estructura de la superficie podemos revisar la figura 7, en la que se pueden observar los rasgos de una superficie común.

Figura 7

Sección transversal de una superficie metálica común



Nota. Adaptado de *Fundamentos de manufactura moderna* (p. 82), por Groover M., 2007, Mc Graw Hill.

La superficie se caracteriza por estar dividida en textura, capa alterada y sustrato. Comenzando por la **textura de la superficie** metálica de la figura 7 podemos encontrar que el exterior de la pieza tiene una topografía irregular, con rugosidad, ondulaciones y defectos. La **capa alterada** es la capa de metal que se encuentra justo por debajo de la superficie, y puede formarse por endurecimiento por trabajo, calor, tratamientos químicos o en algunas ocasiones energía eléctrica. Finalmente, el **sustrato** se denomina al cuerpo de la pieza, la misma que tiene una estructura granular dependiendo del procesamiento previo del metal. Se puede ver afectada por su composición química, el proceso de fundición utilizado o tratamientos térmicos.

La textura de la superficie, como se abordó en el párrafo anterior, tiene algunas características. Groover (2007) menciona que la rugosidad, ondulación, orientación y los defectos de esta son aspectos para tomar en cuenta de la superficie. La **rugosidad**, son pequeñas desviaciones, espaciadas finamente y que están determinadas por las características del material y por el proceso de formado. La **ondulación**, en cambio, son desviaciones con mayor espaciamiento y ocurren debido a la deflexión del trabajo, vibraciones, tratamientos térmicos y factores similares. La **orientación** se refiere a la dirección predominante de la textura de la superficie y está determinada por el método de manufactura utilizado. Finalmente, los **defectos** son irregularidades en la superficie como grietas, rayaduras y otros defectos similares.

5.3. Integridad de la superficie

Previamente, hemos abordado todo lo relacionado con la textura de la superficie, sin embargo, no es lo único que se debe tomar en cuenta para describir a la superficie. La **integridad de la superficie** es el estudio y control de esta capa y los cambios que pueden ocurrir en un procesamiento que influya en el desempeño del producto terminado. Groover (2007) plantea las alteraciones y daños más comunes que puede recibir la capa subsuperficial en un proceso industrial:

- **Absorción:** impurezas absorbidas y retenidas por las capas superficiales que pueden generar fragilidad.
- **Grietas:** rupturas en la superficie o debajo de esta, que alteran la continuidad del material.
- **Cráteres:** depresiones rugosas ocasionadas por descargas de cortocircuitos asociadas con métodos eléctricos de procesamiento.
- **Inclusiones:** partículas pequeñas incorporadas a las capas superficiales en el procesamiento que generan discontinuidad en el material.
- **Traslapes, pliegues y costuras:** irregularidades en la superficie ocasionadas por el comportamiento plástico de superficies.
- **Picaduras:** depresiones poco profundas con aristas redondeadas.

La integridad de la superficie de un material es esencial para garantizar su rendimiento y durabilidad en una variedad de aplicaciones. Por ejemplo, los ingenieros de materiales trabajan en el desarrollo de técnicas y estrategias para preservar y mejorar la integridad de la superficie, lo que contribuye significativamente a la calidad y la vida útil de los productos y componentes fabricados con materiales diversos.



Actividades de aprendizaje recomendadas

Para complementar lo estudiado en la semana 6, le invito a realizar las siguientes actividades recomendadas, que le permitirán practicar y autoevaluarse sobre los temas tratados.

1. Una vez que se han estudiado las dimensiones y tolerancias en los materiales, es necesario revisar la página web de [Ajustes y tolerancias en el mecanizado](#) y extraer las ideas principales del mismo.

Nota. Por favor, complete la actividad en un cuaderno o documento Word.

Esta actividad le permitirá ampliar la terminología relacionada con las tolerancias en el diseño y procesamiento de productos. Adicionalmente, podrá observar cómo se grafica en un plano las diferentes medidas previo a la elaboración de una pieza o producto.

2. Le invito a reforzar sus conocimientos, participando en la siguiente autoevaluación:



Autoevaluación 5

1. () El Instituto Nacional de Estándares Americanos define “al valor numérico expresado en unidades de medida” como dimensión.
2. () En el diseño de una pieza o producto no se consideran las dimensiones.
3. () Se considera que la dimensión puede variar en dos direcciones de la pieza y se define como límite máximo y mínimo.
4. () Cuando dos rasgos o más de una pieza tienen un eje en común se conoce como concentricidad.
5. () La superficie de un material son las características físicas e internas del mismo.
6. () La textura de la superficie se encuentra en la capa exterior de la pieza y generalmente tiene una topografía irregular.
Seleccione la respuesta correcta:
7. Su estructura granular dependerá de la forma en la que fue procesado el material previamente:
 - a. Capa alterada.
 - b. Sustrato.
 - c. Textura de la superficie.
 - d. Ninguna de las anteriores.
8. La rugosidad se refiere:
 - a. Desviaciones con mayor espaciamiento.
 - b. La dirección predominante de la textura de la superficie.
 - c. Irregularidades en la superficie como grietas, rayaduras.
 - d. Ninguna de las anteriores.

9. Algunos daños comunes en la capa subsuperficial en un proceso de manufactura son:
- a. Absorción.
 - b. Cráteres.
 - c. Inclusiones.
 - d. Todas las anteriores.
10. Las descargas por cortocircuitos en un método de procesamiento eléctrico causan depresiones rugosas, esto se conoce como:
- a. Cráteres.
 - b. Inclusiones.
 - c. Traslapes, pliegues y costuras.
 - d. Picaduras.

Compruebe sus respuestas de la autoevaluación en el solucionario al final de la guía.

[Ir al solucionario](#)



Semana 7

Bienvenido a la séptima semana de estudio, para esta semana revisaremos algunos conceptos relacionados con los procesos de fundición de metales. Este conocimiento le permitirá conocer cómo se llevan a cabo diferentes procesos de fundición en las industrias.



Es importante conocer a detalle los procesos industriales para poder implementar medidas de seguridad en ellos.

Unidad 6. Procesos de fundición de metales

La fundición de metales se considera como una ciencia en la que se convierten materiales sólidos en formas útiles para el ser humano mediante el calor y tecnología especializada. Por ejemplo, las piezas metálicas de automóviles, aviones o incluso joyas que usamos a diario son generadas mediante un proceso de fundición.

El proceso de fundición consiste en verter en un molde refractario con la forma que se desea obtener el metal fundido y dejar que se solidifique (Steel-Foundry, 2020). Este proceso puede dividirse en dos categorías dependiendo del tipo de molde, estas pueden ser con molde desechable o permanente. En los procesos de fundición con moldes desechables, el molde queda inutilizable al momento de retirar la pieza, a diferencia de los moldes permanentes que se emplean en varios procesos de fundición (Groover, 2007).

A continuación, se irán detallando los procesos de fundición con moldes desechables y permanentes.

6.1. Procesos de fundición en arena

Uno de los procesos más antiguos y utilizados en la industria es el proceso de fundición en molde de arena. Se considera que la mayoría de las aleaciones como aceros, níqueles o titanios pueden fundirse con arena. Este proceso inicia al verter el metal derretido en el molde de arena

y esperar hasta que este se solidifique, finalmente se rompe el molde y se retira el material.

El proceso de fundición comenzará con la creación del molde o patrón que funciona como réplica del metal que vamos a producir, estos pueden ser de madera, plástico o metal. El diseño de este modelo toma en cuenta las tolerancias y dimensiones que tendrá la pieza final.

Una vez que el patrón está listo, se coloca en una caja de moldeo que debe ser llenada con arena de fundición. La arena se compacta alrededor del modelo con la finalidad de crear una cavidad que tenga la forma deseada de la pieza. La cavidad formada se conoce como **molde de arena**.

Cuando la arena está compactada de manera adecuada, se debe retirar el modelo, dejando una cavidad en la forma de la pieza que se va a fundir. El metal deberá ser llevado a su punto de fusión previo a verter en el molde de arena. De esta manera, se asegurará que el metal líquido fluya y tome la forma del molde, llenándolo completamente.

El material comenzará a enfriarse y a solidificarse. Dependerá del tipo del metal que utilicemos y del tamaño de la pieza, el tiempo de esta operación. Cuando el material ya se ha enfriado y solidificado, se retirará el molde de arena alrededor de la pieza fundida.

Finalmente, se llevarán a cabo los procesos de acabado para alcanzar las tolerancias deseadas y una inspección y control de calidad, asegurando las especificaciones y que no existan defectos en la pieza previo a su aplicación final.

Le invito a observar el siguiente vídeo en el cual se detalla paso a paso el [proceso de fundición en arena](#). Este video le permitirá observar de manera gráfica todo lo mencionado anteriormente.

6.2. Otros procesos de fundición con moldes desechables

Es importante destacar que la fundición con arena puede realizarse de diversas maneras, dependiendo del tipo de pieza que buscamos. De acuerdo con Groover (2007) existen varios procesos de fundición con moldes desechables como el moldeo en cascarón, al vacío, de poliestireno expandido, por revestimiento o con moldes de yeso y cerámica.

6.2.1. Moldeo en cascarón o concha

El moldeo en cascarón o concha se caracteriza por utilizar un cascarón delgado hecho con arena fina y resina. Una de las ventajas de este moldeo es que el molde es más suave que un molde convencional, lo que permite que el flujo sea más fácil para el metal líquido vertido y, por ende, un mejor acabado de la superficie del fundido final.



Para profundizar el moldeo en cascarón, deberá revisar la página web titulada [Fundición en cáscara](#) en donde se resaltan, además de las ventajas mencionadas anteriormente, algunas desventajas como el elevado costo del equipo utilizado para este proceso y la restricción que puede tener el tamaño del producto por las máquinas de moldeo de los cascarones.

6.2.2. Moldeo al vacío

El proceso de moldeo al vacío utiliza un molde de arena unido con presión de vacío en lugar de algún aglutinante químico (Groover, 2007). El vacío en este proceso se refiere a la fabricación del molde en lugar de la operación de fundido.

El proceso de moldeo al vacío comienza al crear un prototipo que servirá como plantilla para la pieza final. Este prototipo se cubrirá con silicona para crear el molde. Con la silicona seca se corta el molde dejando una cavidad que es la réplica exacta inversa del prototipo original. Se coloca la réplica exacta en una máquina de fundición al vacío, en la que se debe colocar el material con el que fabricaremos la pieza. Se activa la máquina, vaciando el espacio de moléculas de aire, de forma que quede el mínimo posible atrapado en el material, con ello aseguraremos que la pieza final esté libre de burbujas o huecos que podrían debilitar su acabado. Finalmente, se abre el molde y retiramos la pieza (Marpa Vacuum, 2023).



Las ventajas de este proceso y las aplicaciones en la industria están detalladas en la página web [Fundición al vacío](#). En esta página web, se detalla que una de las principales ventajas de esta operación es la rentabilidad para producción pequeña y mediana, a diferencia del moldeo en cascarón que tiene costos más elevados.

6.2.3. Procesos de poliestireno expandido

El proceso de fundición con poliestireno expandido se caracteriza por utilizar un molde de arena compactada que está rodeada por un modelo de espuma de poliuretano que se vaporizará cuando el metal fundido se vierte en el molde (Groover, 2007). Existen algunas variaciones de este proceso, en esta ocasión nos centraremos en el proceso de espuma perdida.

Cuando los modelos de poliestireno expandido (EPS) están listos, previo el recubrimiento con arena debe revisarse si tienen defectos para evitar que se repliquen en la pieza final. El recubrimiento se realiza con una papilla refractaria de materiales silíceos divididos y un líquido de transporte. Una vez que la arena ha alcanzado la altura deseada, se procede a la fundición del metal, que con su elevada temperatura provocará la destrucción del modelo de EPS (Interempresas, 2023).

A continuación, le invito a observar el siguiente video explicativo de [Cómo convertir espuma de poliestireno en aluminio](#) en el cual se observa el proceso del moldeo en poliestireno expandido y es posible identificar cómo el modelo de EPS se destruye para finalmente dejar una pieza con la forma del modelo con el metal fundido, en este caso el aluminio.

6.2.4. Fundición por revestimiento

También conocido como proceso de la cera perdida, que fue creado por los egipcios hace aproximadamente 3500 años. En este tipo de fundición, se elabora un modelo de cera y se recubre con un material refractario para formar el molde en el cual se derretirá la cera antes de verter el metal líquido. Al ser un proceso de revestimiento, se cubrirá por completo al modelo, y se obtendrá un fundido preciso y detallado.

La fundición por revestimiento es altamente apreciada en la industria debido a su capacidad para producir piezas metálicas precisas y de alta calidad, especialmente en aplicaciones que requieren componentes resistentes a temperaturas extremas o ambientes corrosivos. Sin embargo, es un proceso costoso, por su cantidad de etapas para llegar al acabado final.

Antes de continuar, le invito a observar el video de [Fundición a la cera perdida](#) en el cual, podrá visualizar cada una de las etapas dentro del proceso y las características de este.

6.2.5. Fundición con moldes de yeso y cerámica

Los procesos de fundición con moldes de yeso y cerámica son similares a los de arena, la diferencia es el material que se utiliza. Este método es especialmente adecuado para la producción de piezas de arte, esculturas, objetos decorativos y componentes de alta precisión.

Una de las desventajas que podemos encontrar en el proceso con moldes de yeso, es el curado cuando se quiere producir en grandes cantidades. Otra desventaja de los moldes de yeso es que no es permeable y no permite el escape de gases de la cavidad del molde. Así mismo, los moldes de yeso no resisten a temperaturas altas como los de arena, están limitados a la fundición de aleaciones con puntos de fusión bajos.

6.3. Procesos de fundición con moldes permanentes

Los procesos de fundición con molde permanente son conocidos por su eficiencia y repetibilidad, se distinguen por el uso de moldes duraderos y reutilizables, que permiten la producción de piezas metálicas con precisión y consistencia. En esta sección, profundizaremos en los detalles de estos procesos, que han desempeñado un papel crucial en la fabricación de componentes críticos para una amplia gama de aplicaciones industriales.

6.3.1. Proceso común con moldes permanentes

El proceso de fundición con moldes permanentes utiliza moldes de metal que están diseñados en dos secciones para su facilidad de apertura y cierre. Este tipo de moldes es común que sean de acero o hierro fundido. Su diseño en dos mitades permite proporcionar dimensiones exactas y un acabado preciso en la superficie. Algunos de los metales que se pueden fundir son aluminio, magnesio, aleaciones de cobre.

Se pueden utilizar núcleos en los moldes permanentes para la formación de superficies internas en el producto fundido. Debemos asegurar que estos núcleos puedan ser removidos del fundido o colapsar en forma mecánica. Se pueden utilizar moldes de arena y se entendería un proceso de fundición con molde semipermanente.

A continuación, le invito a revisar detenidamente el video sobre el proceso básico de [Fundición con molde permanente](#), en el cual se puede observar

que este inicia con precalentar el molde para posteriormente insertar los núcleos en caso de requerirlo. Posteriormente, debemos cerrar el molde e iniciar con el vertido del metal en el molde, finalmente se abre el molde y se extrae la pieza terminada.

Como se observa en el video anterior, una de las ventajas principales, además de la reutilización del molde, es la precisión y buen acabado de la superficie de la pieza. La rápida solidificación ocasionada por el molde metálico permite que la pieza tenga una estructura de grano más fuerte.

6.3.2. Variaciones de la fundición con moldes permanentes

De manera similar a las variaciones con moldes de arena, para el método básico de la fundición de moldes permanentes podemos encontrar diversas maneras de realizarlo. Estas pueden ser fundición en hueco, a baja presión y al vacío.

Cuando hablamos de **fundición en hueco** nos referimos al proceso de fundición con molde permanente en el que la pieza hueca se forma al invertir el molde luego de la solidificación parcial de la superficie con la finalidad de drenar el metal líquido del centro. Este fundido se utiliza especialmente para hacer estatuas, pedestales de lámparas o juguetes con materiales como el plomo, zinc o estaño.

El proceso de **fundición a baja presión** consiste en que el metal fundido pasa por la cavidad del molde que está sujeto a baja presión desde abajo, para que el flujo pueda ir hacia arriba. Esta forma de fundido minimiza los defectos de porosidad por gas y oxidación.

Por último, la **fundición al vacío con molde permanente** se considera como una variación de la fundición a baja presión, en este caso se utiliza la presión reducida del aire desde el vacío del molde y llevar el metal fundido hacia la cavidad. Los beneficios de esta técnica son la reducción de porosidad por aire y una mayor resistencia a la pieza final.

6.3.3. Fundición centrífuga

En este método, el metal fundido se vierte en un molde giratorio que gira rápidamente alrededor de un eje central. La fuerza centrífuga distribuye el metal a lo largo de la cavidad del molde, lo que permite la producción

de piezas huecas o cilíndricas con precisión. Este proceso se utiliza comúnmente en la fabricación de piezas como tubos, campanas y ruedas.

La fundición centrífuga puede realizarse de forma horizontal o vertical dependiendo del molde. La **fundición centrífuga horizontal** principalmente es utilizada para la elaboración de tubos. Le invito a revisar detenidamente el vídeo de [tuberías de hierro dúctil](#), en el cual se puede observar cómo la fuerza centrífuga del molde permite que el acero se distribuya a lo largo del molde interno y así se forme la pieza deseada, en este caso tubos, anillos o boquillas.

En cambio, en la **fundición centrífuga vertical**, el efecto de la gravedad sobre el metal ocasiona que la pared del fundido sea más gruesa en la base que en la parte superior. Se puede utilizar para rodamientos y otros elementos con diámetros grandes en relación con sus longitudes.

¡Le felicito!

Hemos finalizado el estudio de los contenidos correspondientes a la unidad 6 de la semana 7. Con la finalidad de complementar el estudio de la semana 7, le propongo trabajar en las siguientes actividades recomendadas.



Actividades de aprendizaje recomendadas

1. Revise cada uno de los recursos del tema estudiado para sintetizar y comprender las diferencias en cada una de las variaciones de los procesos de fundición.
2. Revise detenidamente el video [Tipos de fundición de metal](#), el cual le ayudará a observar cada uno de los procesos de fundición estudiados en esta semana.
3. Realice un mapa mental para extraer los aspectos principales de cada uno de los tipos de fundición.

Nota. Por favor, complete la actividad en un cuaderno o documento Word.

Al finalizar estas actividades, usted podrá diferenciar e identificar de manera correcta los procesos de fundición de metal.

4. Le invito a reforzar sus conocimientos, realizando la autoevaluación:
¡Adelante!



Autoevaluación 6

Seleccione verdadero (V) o falso (F) según corresponda:

1. () La fundición de metales consiste en convertir materiales líquidos en formas útiles para el ser humano.
2. () Los procesos de fundición pueden clasificarse en dos categorías: con molde centrífugo y con molde de arena.
3. () En un proceso de fundición en arena, cuando el fundido se ha solidificado, se puede retirar el molde y volverlo a utilizar.
4. () El elevado costo que puede tener el equipo que se utiliza en los procesos de moldeo con cascarón se considera como desventaja.
5. () Los modelos EPS al entrar en contacto con el metal fundido se destruyen.
6. () Los moldes de yeso son muy resistentes a temperaturas altas y pueden trabajar con metales o aleaciones con puntos de fusión altos. Seleccione la respuesta correcta:
7. Los procesos de fundición con molde permanente se caracterizan por:
 - a. Ser eficientes.
 - b. Utilizar moldes duraderos y reutilizables.
 - c. Son precisos y consistentes.
 - d. Todas las anteriores.
8. Se entiende como un proceso de fundición semipermanente:
 - a. Aquellos que utilizan moldes metálicos.
 - b. Aquellos que utilizan moldes de arena.
 - c. Aquellos que utilizan moldes de acero.
 - d. Ninguna de las anteriores.

9. El proceso de fundición a baja presión consiste en:
- a. Aplicar presión desde arriba, para que el flujo pueda ir hacia abajo.
 - b. Aplicar presión al centro del molde y lograr un mejor acabado.
 - c. Aplicar presión desde abajo para que el flujo pueda ir hacia arriba.
 - d. Ninguna de las anteriores.
10. La fundición centrífuga horizontal permite:
- a. Fabricar tuberías, anillos, boquillas.
 - b. Rodamientos, piezas pequeñas.
 - c. Ruedas de automóvil.
 - d. Ninguna de las anteriores.

[Ir al solucionario](#)



Semana 8



Actividades finales del bimestre

Revisión de contenidos de primer bimestre

Apreciado estudiante, alcanzamos el final del primer bimestre, en el cual, hemos estudiado temas relacionados con los materiales utilizados en los procesos industriales, también se ha abordado las propiedades físicas y químicas de los materiales, así como la importancia de las tolerancias y dimensiones en el diseño de los productos o piezas previo al proceso de manufactura. Finalmente, hemos hablado del proceso de fundición de metales y sus diferentes aplicaciones.

Para ello, como preparación para su evaluación del primer bimestre, es recomendable que realice las siguientes actividades para ayudar a la preparación de su examen bimestral.



Actividades de aprendizaje recomendadas

1. Realice un repaso de cada uno de los temas propuestos y destaque las ideas principales de los mismos.
2. Autoevalúe sus conocimientos con las autoevaluaciones propuestas a lo largo de cada unidad.
3. Revise las actividades recomendadas, especialmente, los recursos planteados, ya que contienen información de manera gráfica sobre los temas más importantes.



En esta semana, deberá destinar el tiempo necesario para estudiar los contenidos del primer bimestre, realizar las actividades recomendadas y reforzar el conocimiento a través del repaso de las autoevaluaciones, además del material y recursos abiertos que se encuentran en la guía didáctica.



Segundo bimestre

Resultado de aprendizaje 1 y 2

- Comprende el funcionamiento de los procesos estudiados.
- Capaz de explicar los procesos estudiados a detalle.

A través de los resultados de aprendizaje presentes, se adquirirá un conocimiento profundo de los principios fundamentales de los procesos de manufactura moderna, abarcando el procesamiento de metales, cerámicas y plásticos. Comprenderá su funcionamiento y aplicaciones a nivel industrial y de servicios, permitiéndole explicarlos con detalle. Este entendimiento se forjará durante el primer y segundo bimestre mediante un acercamiento a los procesos de manufactura actuales, involucrando la revisión de diversos recursos, documentos y videos disponibles. Asimismo, la consolidación de estos conocimientos se fortalecerá a través de textos bibliográficos como recursos educativos, respaldados por autoevaluaciones y actividades recomendadas relacionadas con los temas abordados.

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas



Semana 9

Esta asignatura le proporciona la metodología necesaria para que el profesional en formación pueda comprender e identificar los procesos industriales más comunes en la industria. De esta manera, podrá proponer diferentes medidas de seguridad en las organizaciones.

En las semanas previas, hemos estudiado las características de algunos materiales y culminamos el bimestre con el proceso de fundición de metales. En este segundo bimestre, abordaremos los procesos de trabajo del vidrio, conformado de plásticos y el procesamiento de cerámica, además de los procesos de servicio.

Unidad 7. Trabajo del vidrio

El vidrio es un material sólido amorfo y transparente que se forma a partir de la fusión de materias primas como arena de sílice, carbonato de sodio y piedra caliza a altas temperaturas. Este proceso de fusión y enfriamiento controlado crea un material que, a nivel molecular, carece de una estructura cristalina ordenada, lo que le otorga su característica principal de transparencia y la capacidad de permitir el paso de la luz visible.

El vidrio se ha utilizado a lo largo de la historia por su versatilidad en una amplia gama de aplicaciones, desde ventanas y envases hasta componentes ópticos y obras de arte. Su composición y propiedades se pueden ajustar mediante la adición de diferentes elementos para obtener vidrios con características específicas, como la resistencia al calor o a los impactos.

En esta unidad, revisaremos el proceso de trabajar el vidrio y sus etapas. Para conformar el vidrio se deben seguir varios procesos que incluyen la fundición de la materia prima, prensado y el soplado o rolado. Como todos los productos o piezas puede ser necesario una etapa de acabado.

7.1. Preparación y fundición de la materia prima

El componente principal para la gran mayoría de vidrios es el sílice (SiO_2). El proceso inicia con la clasificación de la arena, que permitirá limpiar las impurezas como arcilla y ciertos materiales que podrían teñir al vidrio de un color indeseable. La clasificación de la arena se realiza agrupando los granos dependiendo del tamaño.

En la práctica, es posible agregar vidrio reciclado a la mezcla, que facilita el proceso de fundición. Dependerá de la cantidad de desperdicio de vidrio disponible y las especificaciones del producto final, pero la proporción del vidrio reciclado puede alcanzar hasta un 100 %.

Podemos llamar **carga** al lote de materiales por fundir, el procedimiento en el cual colocamos la carga en el horno de fundición se conoce como **cargado**. Pueden utilizarse hornos de vasija cerámica, tanques superficiales en los que se queman combustibles sobre la carga, hornos de tanque

continuo utilizados para producciones elevadas y también es común utilizar hornos eléctricos (Groover, 2007).

El proceso de fundición se puede realizar en temperaturas entre 1500 °C y 1600 °C y puede durar entre 24 a 48 horas. Este tiempo es el necesario para que los granos de arena se conviertan en un líquido claro a fin de refinar el vidrio fundido. El vidrio fundido es un líquido viscoso y su viscosidad está inversamente relacionada con su temperatura. Es decir, dependerá del proceso siguiente la viscosidad requerida que debe tener el vidrio.

7.2. Proceso de conformación en el trabajo del vidrio

Una de las ventajas del vidrio es que puede adoptar un sinnúmero de formas como ventanas, contenedores, focos, envases, fibras, etc. Sin embargo, para poder adoptar cada una de estas formas existen tres categorías para producirlos. A continuación, se detalla cada uno:

7.2.1. Conformación de artículos de vidrio

Para la elaboración de los diversos artículos de vidrio existen algunos procesos. Uno de ellos es el **girado**, que es similar a la fundición centrífuga. Este método es utilizado para producir componentes en formas de embudo. Normalmente, se coloca un trozo de vidrio fundido en un molde cónico de acero. Se hace girar el molde para que la fuerza centrífuga le permita al vidrio fluir hacia arriba y se distribuya por todo el molde.

Otro de los procesos utilizados para elaborar vidrio, especialmente en formas planas como moldes, lentes de lámparas, etc., es el **prensado**. Este proceso consiste en colocar en el molde un trozo de vidrio fundido y mediante un émbolo aplicar fuerza para presionar y dar la forma del producto.

Para elaborar botellas de boca estrecha, es común utilizar el método de **prensar y soplar**. Funciona de manera similar al proceso de prensado, a diferencia de que luego el émbolo al presionar el material fundido formará una vasija que será sostenida por un anillo hacia un molde de soplado. En este molde, se sopla para que adquiera su forma final. Hay varias maneras de producir por el método de prensado y soplado, dependerá de la forma del producto. Le invito a observar el siguiente video de [Fabricación de](#)

[botellas de vidrio](#), en el cual se puede apreciar la aplicación de este método a gran escala.

7.2.2. Conformación de vidrio plano y tubular

Uno de los procesos más antiguos de fabricación de vidrio es el de vidrio plano. Son procesos continuos que elaboran secciones largas de vidrio plano como ventanas o tubos que posteriormente se cortan y ajustan al tamaño y longitudes adecuadas.

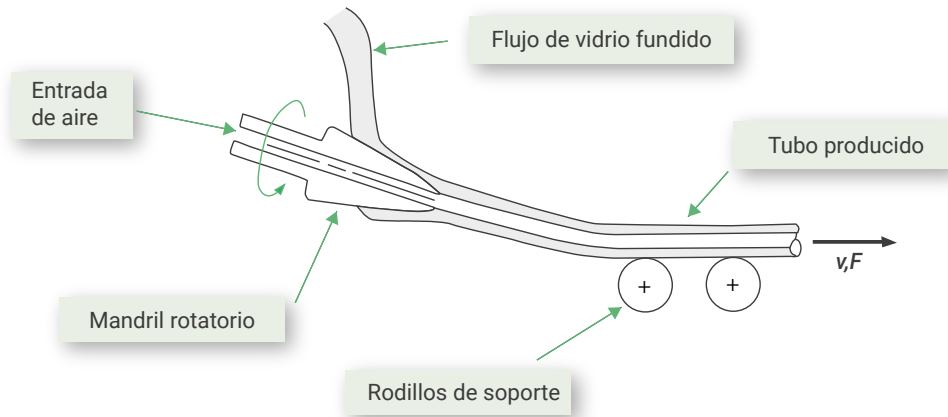
Para la formación de placas de vidrio, se utiliza el **rolado de placas planas** en el cual, se coloca el vidrio fundido para que circule en un conjunto de rodillos que dependiendo de su separación determinará el espesor. Es común que el vidrio plano siga circulando hasta un horno de templado.

Un proceso más moderno para la elaboración de vidrio plano es el **proceso de flotación**. En este proceso el vidrio fundido fluye alrededor de un mandril hueco rotatorio por el cual se sopla aire en su trayecto. Gracias a esta técnica, el vidrio puede distribuirse en forma pareja por la superficie. Le invito a visualizar el siguiente video de [Elaboración de vidrio flotado](#), en el cual es posible observar el proceso de flotación de principio a fin.

Para la fabricación de vidrios, comúnmente se emplea el **proceso Danner**. El vidrio fundido fluye alrededor de un mandril hueco rotatorio que sopla aire al momento que el vidrio circula por él. La temperatura del aire y su gasto volumétrico determinarán el diámetro y espesor de la pared de la sección transversal del tubo. Aquí también se incluyen productos como equipo para laboratorio, termómetros, etc. En la figura 8 se puede observar el proceso de estirado de tubos de vidrio mediante el proceso Danner.

Figura 8

Proceso de Danner



Nota. Adaptado de *Fundamentos de manufactura moderna* (p. 253), por Groover M., 2007, Mc Graw Hill.

7.3. Tratamiento térmico

La tercera etapa del procesamiento del vidrio es el tratamiento térmico. En este proceso, es necesario darle un tratamiento especial para alcanzar un cerámico policristalino. En el aspecto más comercial, se utilizan métodos como el recocido y el templado, de los cuales hablaremos a continuación.

Cuando el vidrio está formado, por lo general, contiene esfuerzos internos que pueden disminuir la resistencia. El **recocido del vidrio** es un proceso que implica el calentamiento y enfriamiento controlado del vidrio para eliminar tensiones internas y mejorar su resistencia y durabilidad. La temperatura de trabajo en el recocido es de aproximadamente 500 °C.

La mejora en la resistencia mecánica y capacidad de respuesta para resistir impactos, además de la resistencia a cambios de temperatura y tensiones externas, son algunos de los beneficios del recocido. Esto permite que el vidrio sea más seguro para su uso en aplicaciones como ventanas o puertas.

El proceso de **templado del vidrio** es un proceso de tratamiento térmico que se utiliza para aumentar la resistencia y la seguridad del vidrio. Este proceso implica calentar el vidrio a altas temperaturas y luego enfriarlo

rápidamente para inducir tensiones superficiales que refuerzan su resistencia. El vidrio templado se caracteriza por su mayor dureza y, si se rompe, tiende a fragmentarse en pequeños trozos en lugar de romperse en fragmentos afilados, lo que reduce el riesgo de lesiones.

7.4. Acabado

El vidrio en algunas ocasiones requiere una operación de acabado. Estas operaciones dependen del uso final del producto y puede incluir el esmerilado, pulido y corte. También puede ayudar a eliminar imperfecciones o defectos en el procesamiento. Es necesario lijar y pulir las hojas de vidrio, por ejemplo, para aplicaciones comerciales.

La etapa de acabado nos permitirá alcanzar una mejora estética del producto final, especialmente en productos decorativos. También, es un aspecto importante de seguridad como el biselado o redondeado de los bordes del vidrio y así evitar lesiones por cortes. El proceso de acabado en pocas palabras permitirá que el vidrio esté listo para cumplir con los estándares de calidad y seguridad requeridos.

¡Felicidades!

Hemos concluido una semana más de estudio respecto a los contenidos contemplados en la unidad 7 de la semana 9. Para complementar el estudio de la unidad 7, le invito a realizar las siguientes actividades recomendadas, que le permitirá practicar y autoevaluarse sobre los temas tratados.



Actividades de aprendizaje recomendadas

1. Le recomiendo, realizar una síntesis de los temas que hemos estudiado; así podrá comprender y entender el proceso de trabajo del vidrio.
2. En esta semana hemos estudiado el proceso de trabajo del vidrio en sus diversas aplicaciones. En este caso, la actividad consiste en identificar 3 objetos diferentes en su hogar o lugar de trabajo que estén elaborados o contengan vidrio. Una vez identificados, debe detallar el proceso por el cual usted cree que cada objeto

fue elaborado. Finalmente, deberá comprobar en alguna fuente de *Internet* si el proceso elegido fue el correcto.

Esta actividad le permitirá interiorizar los conceptos de cada uno de los procesos de trabajo del vidrio, además, podrá observar los diferentes acabados dependiendo del uso que se le vaya a dar a cada objeto.

Nota. Por favor, complete las actividades en un cuaderno o documento Word.

3. Además, le invito a revisar el siguiente módulo didáctico sobre el [Proceso del conformado del vidrio](#) con la finalidad de interiorizar cada una de las etapas.
4. Estimado estudiante, para evaluar los aprendizajes adquiridos sobre esta temática, le invito a desarrollar la autoevaluación que a continuación se presenta.



Autoevaluación 7

Selecione verdadero (V) o falso (F) según corresponda:

1. () El vidrio se forma a partir de fusionar arena de sílice, carbonato de sodio y piedra caliza a elevadas temperaturas.
2. () El vidrio se considera un material que carece de una estructura cristalina ordenada que le permite el paso de la luz a través de él.
3. () El proceso de conformado del vidrio inicia con la fundición de la materia prima sin limpiar las impurezas de la arena.
4. () Es posible utilizar vidrio reciclado en el proceso de fundición hasta un 100 %.
5. () El proceso de fundición se realiza en temperaturas entre 750 °C y 900 °C.
6. () Para la conformación de artículos de vidrio, el proceso de girado consiste en colocar en el molde un trozo de vidrio fundido y a través de un émbolo aplicar fuerza para dar forma al producto

Selecione la respuesta correcta:

7. El método de prensar y soplar se utiliza para elaborar:
 - a. Planchas de vidrio.
 - b. Tubos de vidrio.
 - c. Botellas de vidrio.
 - d. Copas de vidrio.

8. Este método utiliza un conjunto de rodillos que dependiendo de la separación entre ellos determinará el espesor de la pieza.
- a. Rolado de placas planas.
 - b. Girado.
 - c. Prensado.
 - d. Ninguna de las anteriores.
9. El recocido del vidrio es una etapa del procesamiento que permite:
- a. Eliminar tensiones.
 - b. Mejorar la resistencia.
 - c. Mejorar la durabilidad.
 - d. Todas las anteriores.
10. La etapa de acabado en el conformado del vidrio permitirá:
- a. Mejorar las propiedades del producto final.
 - b. Aumentar la durabilidad del producto final.
 - c. Cumplir los estándares de calidad y seguridad.
 - d. Ninguna de las anteriores.

[Ir al solucionario](#)

Le invito a revisar sus respuestas de la autoevaluación en el solucionario.



Bienvenido a la segunda semana del segundo bimestre, en la que iniciaremos con el estudio de los procesos de conformado para el plástico. Este material es considerado uno de los más utilizados en la industria y las facilidades de procesamiento ayudan a que su producción siga en aumento. ¡Le animo a comenzar con el estudio!

Unidad 8. Procesos de conformado para el plástico

Los procesos de conformado de plástico son una parte fundamental de la industria manufacturera, y se utilizan para dar forma a materiales plásticos en una amplia variedad de productos que encontramos en nuestra vida cotidiana. Estos procesos permiten tomar resinas de plástico en forma de granos o polvo y transformarlas en componentes y productos finales con formas específicas.

De acuerdo con Groover (2007), hay algunas razones por las que son importantes los procesos de conformación de plásticos:

- Gran variedad de procesos y facilidad de los polímeros al procesarlos que permiten una diversidad casi infinita de formas geométricas de piezas para formar.
- En su mayoría, las piezas de plástico pueden formarse por moldeo, este proceso no necesita una conformación adicional.
- El procesamiento del plástico emplea temperaturas menores, por lo tanto, sus procesos son más económicos.
- No requieren acabados con pintura o recubrimientos.

En la presente unidad hablaremos de los procesos de conformación de plásticos como la extrusión, el moldeo por inyección, por compresión, entre otros.

8.1. Extrusión

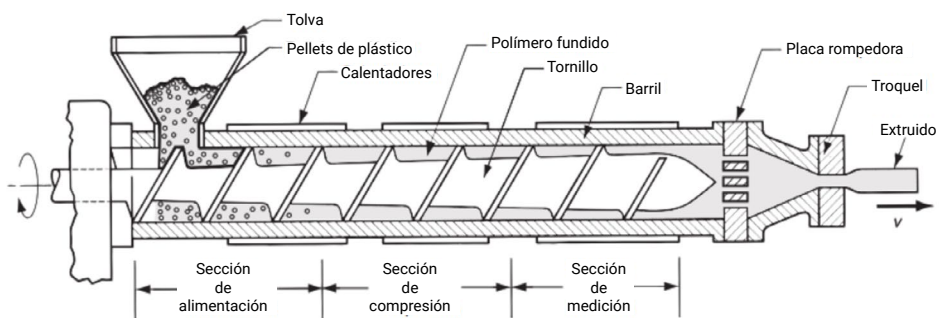
El proceso de extrusión es un método de conformado de plástico ampliamente utilizado para crear productos continuos con secciones transversales específicas, como tubos, ductos, mangueras y formas estructurales. Este proceso se basa en la idea de forzar un material plástico fundido a través de una matriz con forma, lo que le permite adquirir la forma deseada.

El proceso de extrusión comienza con la alimentación del material en una tolva en forma de pellets hacia dentro de un barril de extrusión, en el que se calentará y fundirá el material para forzarlo a fluir a través de un troquel que funciona con un tornillo rotatorio (Groover, 2007).

Se utilizan calentadores eléctricos para aumentar la temperatura y fundir los pellets sólidos, que en conjunto con el trabajo mecánico del material ayudarán a mantener la temperatura del material. El material fundido avanzará a lo largo del barril hacia la abertura del troquel mediante un tornillo extrusor. Este tornillo está configurado en tres secciones: alimentación, compresión y medición. En la figura 9, se puede apreciar la estructura y configuración de un extrusor.

Figura 9

Proceso de extrusión de plástico



Nota: Adaptado de Fundamentos de manufactura moderna (p. 262), por Groover M., 2007, Mc Graw Hill.

La abertura del troquel tendrá un diámetro con la forma en la que se desea el producto final. Conforme el material fluye, este se enfría y solidifica con la forma deseada. Cuando el plástico se ha solidificado en la forma final, se corta en secciones según las especificaciones de producción. Por ejemplo,

en la extrusión de tubos, se utiliza una sierra rotativa para cortar los tubos con la longitud deseada.

El proceso de extrusión es versátil y eficiente, lo que lo hace adecuado para la producción de una amplia variedad de productos de plástico, desde perfiles y tuberías hasta películas de embalaje y perfiles de ventanas. Las ventajas de la extrusión incluyen la capacidad de producir productos con secciones transversales uniformes, la capacidad de trabajar con una variedad de plásticos, y la eficiencia en la producción de volúmenes elevados. Sin embargo, la precisión y la calidad del producto final pueden variar según la configuración de la máquina y los controles utilizados durante el proceso.

8.2. Moldeo por inyección

El proceso de moldeo por inyección es uno de los métodos más comunes y versátiles para fabricar piezas de plástico en la industria manufacturera. Este proceso se utiliza para producir una amplia variedad de productos, desde componentes electrónicos hasta juguetes y envases.

En este proceso, se calienta un polímero hasta alcanzar un estado muy plástico, y mediante la aplicación de fuerza le permite fluir a alta presión hacia la cavidad de un molde hasta solidificarse. El molde determinará la forma y el tamaño de la pieza y es la herramienta más importante en el moldeo por inyección.

Castro (2023) nos plantea que el inicio del proceso de moldeo por inyección comienza con el **cierre del molde** para garantizar que las dos mitades del molde estén alineadas y selladas previo a la inyección. Continuamos con el proceso de **inyección** introduciendo el plástico fundido en la cavidad del molde con la ayuda de un tornillo o pistón.

Cuando la pieza se ha **solidificado** se separan las dos mitades del molde. Se debe garantizar que no exista resistencia o adherencia entre las partes para evitar daños en la pieza o el molde. Finalmente, se **expulsa** la pieza con la ayuda de eyectores o pines para evitar daños.



Le invito a revisar el artículo planteado por Plastics Technology México en el 2023 sobre el [Moldeo por inyección de plásticos](#), con la finalidad de complementar el proceso y conocer las nuevas tendencias en este proceso.

8.3. Moldeo por compresión

El moldeo por compresión es un proceso conformado de plástico que se utiliza para fabricar piezas de plástico con formas tridimensionales. Aunque ha perdido parte de su relevancia frente a procesos de moldeo por inyección y extrusión en ciertas aplicaciones, todavía se utiliza ampliamente para producir piezas de gran tamaño, formas irregulares o productos con requerimientos específicos.

El proceso de compresión es similar al que revisamos en los procesos de fundición de metales. En este caso, el proceso inicia con la colocación de una carga en la mitad inferior de un molde calentado, se juntan las mitades del molde con la finalidad de comprimir la carga y forzarla a que fluya y adopte la forma del molde. Luego, se calienta la carga con el molde caliente para polimerizar y curar el material en una pieza solidificada para, finalmente, retirar la pieza.

En el video del profesor Faletti sobre el [Método de compresión](#) se detalla paso a paso el proceso de compresión para el plástico. En el mismo, se observa que, al aplicar una prensa hidráulica en el molde con un determinado tiempo y temperatura, se puede obtener la pieza de plástico deseada.

8.4. Moldeo por soplado

El moldeo por soplado es un proceso de fabricación ampliamente utilizado para crear objetos huecos, comúnmente utilizados en envases, contenedores, botellas y otros productos similares. Este proceso permite la producción eficiente y económica de artículos plásticos con forma tridimensional. El proceso utiliza la presión del aire para inflar plástico suave dentro de la cavidad de un molde.

Es importante destacar que existen dos principales variantes del moldeo por soplado: el moldeo por soplado en extrusión (o extrusión-soplado) y el moldeo por soplado en inyección. El moldeo por soplado en extrusión implica la producción de un **parison** (tubo de plástico fundido) a partir de un proceso de extrusión continuo antes de ser moldeado. Por otro lado, el moldeo por soplado en inyección implica la creación de un parison por inyección dentro del molde antes del soplado.

El **moldeo por soplado y extrusión** es un proceso utilizado de manera masiva para fabricar botellas de plástico. Es un proceso inspirado en el proceso de moldeo por soplado del vidrio. Mediante un barril de extruido se genera el parison para llevarlo al molde que se encontrará abierto. Posteriormente, se cierra el molde y mediante un pasador de soplado que permite la entrada de aire, el parison empieza a expandirse, una vez que la pieza se solidifica, se abre el molde y se retira la pieza (Groover, 2007). El canal todo en polímeros se explica en el siguiente video el paso a paso del [moldeo por soplado y extrusión](#).

En cambio, el **moldeo soplado por inyección** comienza con el parison moldeado por inyección. El parison es transferido a un molde de soplado en el cual mediante una barra de soplado se infla suavemente para conformarlo y adaptarlo al molde de soplado, finalmente, se abre el molde y se retira el producto.

Le invito a revisar el video planteado por Samuel Baltazar sobre el proceso de [inyección-soplado](#).

¡Muy bien!, una vez que ha visto el video del proceso de soplado por inyección, hemos finalizado con el estudio de los contenidos de la semana 10. Para la siguiente semana, revisaremos los procesos de termoformado, fundición y el procesamiento y formado de espuma de polímero.



Actividades de aprendizaje recomendadas

Para complementar los temas de la presente semana, le invito a realizar las siguientes actividades recomendadas:

1. Observe el video sobre [Plásticos: procesos de fabricación](#) con la finalidad de identificar los puntos más importantes sobre los procesos de inyección, extrusión y soplado.
2. Realice una lista de comparaciones para destacar lo más importante de cada proceso y sus ventajas.

Nota. Por favor, complete la actividad en un cuaderno o documento Word.

Al finalizar las actividades, será capaz de identificar los diferentes escenarios en los que se puede aplicar cada uno de los procesos de inyección, extrusión y soplado.



Semana 11

Los procesos de conformación de plástico en la industria son muy variados. Como hemos revisado, los más utilizados son los procesos de inyección y soplado y la extrusión. Sin embargo, otros procesos como el termoformado, la fundición o el formado de espuma de polímero también tienen sus diversas aplicaciones en la industria.

8.5. Termoformado

El termoformado es un proceso de fabricación que se utiliza para crear piezas de plástico tridimensionales a partir de láminas de material termoplástico. Este proceso es especialmente común en la producción de envases, productos desechables, componentes automotrices, y muchas otras aplicaciones.

El termoformado tiene dos etapas, una de calentamiento y otra de formado. Una de las curiosidades es que el proceso se aplica únicamente a termoplásticos. Esto se debe a que el termoformado se considera

como un proceso de conformación secundario. Los termoplásticos más comunes son el poliestireno, polietileno, propileno o PVC y estos pueden termoformarse y pueden suavizarse al calentarse de nuevo.

El proceso comienza con el uso de calentadores eléctricos radiantes colocados a una distancia de 125 mm de la lámina de termoplástico. Dicha lámina se ablanda por el calor, lo que permite ser maleable y flexible. Cuando el plástico esté caliente y maleable, se coloca sobre un molde con la forma deseada.

Para formar la lámina de plástico se pueden utilizar varios procesos como el termoformado al vacío o el termoformado de presión.

El **termoformado al vacío** fue el primer método de termoformado y utiliza una presión negativa para empujar una hoja precalentada contra la cavidad de un molde. El molde tiene una forma cóncava y el vacío empuja la hoja hacia la cavidad. El plástico se solidifica al entrar en contacto con la superficie fría del molde.

El proceso de **termoformado de presión** fuerza al plástico calentado hacia el molde por medio de una determinada presión. Una de las ventajas frente al termoformado al vacío es que permite generar presiones más grandes. Además, en este proceso la hoja de termoplástico se presuriza desde arriba de la cavidad del molde.



Le invito a visualizar el video de ESSARcimex sobre el [Proceso de termoformado](#) que le permitirá observar un ejemplo práctico de los dos tipos de termoformado y sus aplicaciones.

8.6. Fundición

El proceso de fundición consiste en verter una resina líquida a un molde, que con ayuda de la gravedad le permitirá llenar la cavidad. Para convertir la resina líquida en un termoplástico, comienza al calentar la resina termoplástica a un estado muy fluido para llenar el molde y luego esperar la solidificación en el mismo.

Este proceso tiene algunas ventajas sobre el moldeo por inyección, en este caso Groover (2007) afirma lo siguiente:

- Moldes más sencillos y económicos.
- El material fundido está libre de esfuerzos residuales y memoria viscoelástica.
- Es un proceso utilizado para producción en lotes pequeños.

8.7. Procesamiento y formado de espuma de polímero

Las espumas de polímero son materiales que contienen burbujas de gas dispersas en una matriz de polímero y gas, lo que les confiere propiedades únicas, como baja densidad, aislamiento térmico y acústico, y resistencia a impactos. Estas espumas se utilizan en una amplia gama de aplicaciones, desde envases y aislamiento hasta componentes automotrices y calzado.

Las espumas de polímero contienen gases comunes como aire, nitrógeno y CO₂. El gas se introduce en el polímero con **procesos de espumado**. El primer paso en la fabricación de espumas de polímero es seleccionar el polímero adecuado. Los polímeros más comunes utilizados incluyen poliestireno (PS), polietileno (PE), polipropileno (PP), poliuretano (PU), poliestireno expandido (EPS), entre otros. La elección depende de las propiedades deseadas, como densidad, resistencia, flexibilidad y características de aislamiento.

Para generar las burbujas de gas en la matriz polimérica, se utilizan agentes espumantes. Estos compuestos liberan gas (generalmente nitrógeno) durante el proceso de formación. Además, se pueden agregar otros aditivos, como plastificantes, estabilizadores y colorantes, según las necesidades específicas del producto.

Las espumas de polímero se pueden formar mediante varios procesos, entre los que se incluyen:

- **Extrusión:** en este proceso, una mezcla de polímero fundido y agente espumante se extruye a través de una boquilla. La liberación del gas provoca la expansión y formación de una estructura celular en el producto resultante.

- **Moldeo por inyección:** en este método, una mezcla de polímero y agente espumante se inyecta en un molde. A medida que se enfría y solidifica, se forma la espuma con la geometría deseada.
- **Espumado químico:** algunas espumas de polímero, como el poliuretano, se producen mediante reacciones químicas que generan gas en el material.



Es importante controlar la densidad y la estructura celular de la espuma para cumplir con las especificaciones del producto final. Esto se logra ajustando la formulación, la temperatura y la presión durante el proceso de formado.

Las espumas de polímero se utilizan en una variedad de aplicaciones, como envases, aislamiento térmico y acústico, cojines y almohadas, tapicería de muebles, componentes automotrices, calzado deportivo y mucho más. La producción de espumas de polímero puede generar desafíos medioambientales debido a la posible liberación de gases de efecto invernadero o el uso de productos químicos perjudiciales. Por lo tanto, es importante considerar opciones más sostenibles y reciclables.

8.8. Consideraciones generales sobre el diseño

Al momento de realizar algún proceso de formado es importante tomar algunas consideraciones. Groover (2007) sostiene que se debe considerar lo siguiente:

- **Resistencia y rigidez:** los plásticos no deben utilizarse en aplicaciones donde estén expuestos a esfuerzos grandes.
- **Resistencia al impacto:** los plásticos tienen una capacidad de absorber impactos buena, pueden compararse con la mayoría de los metales.
- **Expansión térmica:** los cambios dimensionales por las variaciones de temperatura son más significativos que en los metales.
- **Degradación de plásticos por luz solar:** una gran cantidad de plásticos están sujetos a degradación por la exposición a la luz solar y otros tipos de radiación.

¡Felicidades!

Hemos terminado con una semana más de estudio y la unidad 8. Para complementar los contenidos de la semana 11, le invito a trabajar en las siguientes actividades recomendadas.



Actividades de aprendizaje recomendadas

1. Le recomiendo realizar una síntesis de los procesos revisados en esta semana con el objetivo de comprender de mejor manera los fundamentos y etapas de cada uno de ellos.
2. En esta unidad hemos estudiado los procesos de termoformado y de procesamiento y formación de espumas. Es por ello por lo que, le invito a revisar el video sobre [Producción de espuma](#) y realizar un mapa mental que le permita destacar los aspectos más importantes de este proceso. Una vez revisado el video, podrá diferenciar todos los procesos de conformado de plástico.

Nota. Por favor, complete las actividades en un cuaderno o documento Word.

3. A continuación, le invito a realizar la autoevaluación y contestar cada una de las preguntas planteadas.



Autoevaluación 8

Seleccione verdadero (V) o falso (F) según corresponda:

1. () Los procesos de conformado de plástico son costosos y utilizan temperaturas muy elevadas.
2. () En el proceso de extrusión, el polímero en forma de pellets se calienta y se fuerza a fluir a través de un troquel.
3. () El tornillo extrusor tiene tres secciones, una de alimentación, otra de compresión y una de medición.
4. () En el proceso de inyección la herramienta más importante es el pistón con el que se aplica la presión.
5. () Para fabricar botellas de plástico es común utilizar el moldeo por soplado y extrusión.
6. () El proceso de termoformado se considera como un proceso de conformación primario.

Seleccione la respuesta correcta:

7. Utiliza una presión negativa para empujar una hoja de termoplástico precalentada contra la cavidad de un molde:
 - a. Termoformado de presión.
 - b. Termoformado al vacío.
 - c. Termoformado por soplado.
 - d. Ninguna de las anteriores.
8. Las ventajas que tiene el proceso de fundición sobre el moldeo por inyección son:
 - a. Moldes más económicos.
 - b. Material libre de esfuerzos residuales y memoria viscoelástica.
 - c. Producción para lotes pequeños.
 - d. Todas las anteriores.

9. Las espumas de polímeros se consideran materiales con burbujas dispersas en una matriz de:
- a. Polímero y cerámica.
 - b. Polímero y metal.
 - c. Polímero y gas.
 - d. Ninguna de las anteriores.
10. La expansión térmica como consideración general sobre el diseño del polímero se refiere a:
- a. Aumento de la temperatura al disminuir la presión.
 - b. Cambios dimensionales por la variación de temperatura.
 - c. Capacidad de conservar calor.
 - d. Ninguna de las anteriores.

[Ir al solucionario](#)

Le invito a revisar sus respuestas de la autoevaluación en el solucionario.



Unidad 9. Procesamiento de cerámicas

Las cerámicas, con su diversidad de formas, colores y aplicaciones, son omnipresentes en nuestro entorno cotidiano. Desde las tazas de café que usamos por la mañana hasta los componentes de alta tecnología en nuestros dispositivos electrónicos, las cerámicas son fundamentales en numerosos aspectos de la vida moderna.

Pero ¿qué hace que las cerámicas sean tan especiales? La respuesta se encuentra en sus propiedades únicas. A diferencia de los metales y los polímeros, las cerámicas son materiales duros y frágiles con una estructura cristalina altamente ordenada. Estas propiedades las hacen excepcionales para una amplia gama de aplicaciones, desde aislantes eléctricos hasta revestimientos protectores y componentes de alta temperatura en la industria aeroespacial.



Las cerámicas se dividen en tres categorías: las cerámicas tradicionales, los nuevos productos de cerámica y el vidrio.

En esta unidad, abordaremos el procesamiento de las dos primeras categorías.

9.1. Procesamiento de cerámicas tradicionales

El primer paso para el procesamiento de cerámicas requiere que la materia prima esté reducida. Para ello, existen algunas técnicas utilizadas como el triturado y la molienda. El término **pulverización** se utiliza para hablar de estas técnicas.

9.1.1. Etapa de preparación de materia prima

El **triturado** consiste en romper grandes trozos de material provenientes de la mina para reducirlos posteriormente. Este proceso se realiza mediante la compresión contra superficies rígidas. Pueden utilizarse trituradores

de quijadas, trituradores giratorios, trituradores de rodillos o molinos de martillos.

La **molienda** es un proceso posterior al triturado y se utiliza para reducir los trozos de materiales a polvos finos. Este proceso se realiza por abrasión e impacto del mineral triturado por el movimiento de un medio duro y suelto. Existen algunos ejemplos de molienda como el molino de balines, molino de rodillos o molienda por impacto (Groover, 2007).

9.1.2. Etapa de formado

Continuando con el procesamiento de cerámicas tradicionales, el siguiente paso es el formado de la cerámica. En esta etapa, los polvos finos se mezclan con agua. Esta mezcla es lo que definirá el proceso de formado a utilizar.

El primer proceso de formado es la **fundición o vaciado deslizante** y se utiliza con mezclas ligeras con un % de agua entre 25 a 40%. En este método se vacía los polvos finos en agua para formar pasta líquida dentro de un molde de yeso. El yeso absorbe de manera gradual el agua, y forma una capa de arcilla firme en la superficie del molde. Esta forma de procesamiento se utiliza para fabricar jarras, vasos, entre otros objetos.

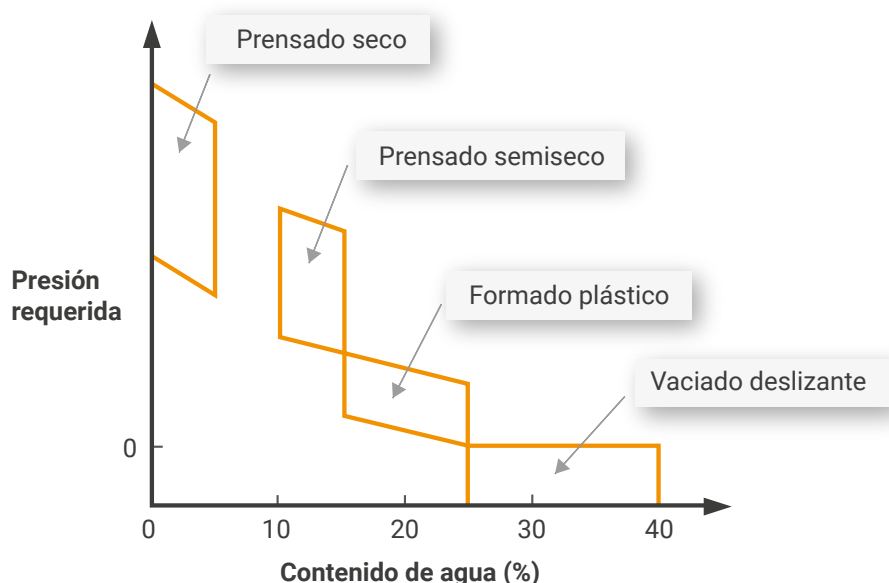
Cuando el % de agua en la mezcla inicial tiene un contenido entre 15 a 25, se considera una consistencia plástica. Para este tipo de mezclas, se utiliza el **formado plástico**. Este método se considera manual y mecanizado y se caracteriza por utilizar materiales más fáciles de formar. El **modelado a mano** es muy común en la elaboración de piezas de arte.

Con porcentajes de agua en la mezcla de 10 a 15 es común utilizar el proceso de formado mediante **prensado semiseco**. La mezcla al tener una baja plasticidad necesita un proceso con alta presión y superar esta condición del material.

Finalmente, el **prensado seco** se utiliza para mezclas con un % de agua inferior a 5. Es común que se agreguen aglutinantes a la mezcla para proporcionar resistencia a la pieza. Adicionalmente, se utilizan lubricantes para prevenir que la pieza se pegue durante el prensado y su expulsión. En la figura 10, se puede observar una gráfica en la que se compara el % de agua de cada uno de los procesos de formado y la presión requerida para formar la arcilla.

Figura 10

Proceso de prensado en la fabricación de plásticos.



Nota. Adaptado de *Fundamentos de manufactura moderna* (p. 366), por Groover M., 2007, Mc Graw Hill.

9.1.3. Etapa de secado

Cuando la pieza ha sido formada, es necesario eliminar el agua del cuerpo de la pieza. Un aspecto a tomar en cuenta es la contracción de la pieza al momento de secarla. En una primera fase de la etapa de secado, la velocidad es rápida y constante, por lo que al eliminar el agua la pieza pierde volumen con el riesgo de una posible deformación y agrietamiento. En la segunda fase de secado, con la humedad reducida y la pieza ya no se contrae, el secado es más lento.

Esta etapa se realiza en cámaras donde se puede regular la temperatura y humedad. No se deben remover las piezas muy rápido para evitar grietas. El tiempo aproximado para un secado típico va desde 15 minutos para secciones delgadas o varios días para secciones muy gruesas.

9.1.4. Etapa de cocimiento o sinterizado

La etapa final del conformado de cerámicas tradicionales consiste en aportar dureza y resistencia a la misma. Es por ello, que luego de la etapa de formado se considera que la pieza está “fresca”, porque carece de

dureza y resistencia. Por lo tanto, con el cocimiento se sinteriza al material cerámico en un horno.

En esta etapa, se desarrollan uniones entre los granos cerámicos y se consigue una reducción de la porosidad. Aquí ocurre una nueva contracción del material. En algunas ocasiones, con los productos glaseados se los cuece dos veces. Al hablar de glaseado, nos referimos a la aplicación de un recubrimiento para hacer piezas más impermeables y mejorar su apariencia (Groover, 2007).

9.2. Procesamiento de cerámicas nuevas

Las cerámicas tradicionales tienen como elemento principal a la arcilla, la cual tiene como capacidad única la plasticidad al mezclarse con agua, y dureza al momento de secarse. En cambio, las cerámicas nuevas tienen compuestos químicos más simples como óxidos, carburos y nitruros. Este tipo de compuestos no adquieren plasticidad al mezclarlos con agua, por lo tanto, se deben agregar otros ingredientes para conseguir plasticidad.

Este tipo de cerámicas son utilizadas en actividades que requieren una alta resistencia, dureza y otras propiedades que no pueden conseguirse en las cerámicas tradicionales. Los procesos de manufactura de cerámicas nuevas son similares a los de cerámicas tradicionales, sin embargo, los detalles de cada uno son muy diferentes.

9.2.1. Preparación de los materiales

Una de las características más importantes de estos materiales es su gran resistencia. Es por ello, que los polvos iniciales deben ser más homogéneos en su tamaño y composición. La resistencia de la pieza final será inversamente proporcional al tamaño de los granos.

Para la preparación de los polvos y lograr la mayor homogeneidad, según Groover (2007), se utilizan dos métodos químicos. El primero es el secado **por congelación** que consiste en disolver las sales de un producto químico en agua y la solución se rocía para formar gotas pequeñas que son rápidamente congeladas. Posteriormente, se remueve la humedad en una cámara de vacío y la sal resultante secada por congelación se descompone por calentamiento y así formar los polvos cerámicos.

El segundo método utilizado es el de **precipitación de una solución**. En este proceso, el compuesto se disuelve a partir del mineral inicial para limpiar las impurezas. Luego, se precipita un compuesto intermedio de la solución que se convierte en el material deseado por calentamiento.

Antes de dar forma a las cerámicas, es necesario clasificar por tamaños a los polvos. Debido a las diversas aplicaciones de estos materiales se deben separar los granos y clasificarlos en función de su tamaño. Es común, mezclar los aditivos con los polvos obtenidos, entre ellos tenemos **plastificantes** que aportan plasticidad y facilidad de trabajo al material, **aglutinantes** para consolidar las partículas cerámicas en una masa sólida, **desfloculantes** que previenen la aglomeración y unión prematura de los polvos y **lubricantes** cuya función es reducir la fricción entre los granos durante el formado.

9.2.2. Formado

Los procesos para el formado de nuevas cerámicas nacen a partir de los procesos de metalurgia de polvos y cerámicas tradicionales. Métodos como el prensado o sinterizado han sido adaptados para la formación de nuevos materiales cerámicos. También procesos como el vaciado deslizante, la extrusión o el prensado seco. A continuación, se detallan algunos de ellos:

- **Prensado caliente:** se lleva a cabo a temperaturas elevadas, con lo que se logra sinterizar el producto al mismo tiempo que es prensado. La pieza tiene una densidad elevada y granos de tamaño fino.
- **Prensado isostático:** utiliza presión hidrostática para compactar los polvos cerámicos en todas las direcciones para lograr uniformidad en la pieza final.
- **Procesos bisturí:** utilizado para realizar láminas delgadas de material cerámico. Una pasta aguda de cerámica se introduce en una película portadora móvil como el celofán. El espesor de la cerámica se determina por un limpiador conocido como bisturí. Mientras la pasta se mueve por debajo de la línea, esta se seca para formar una cinta cerámica fresca flexible.

9.2.3. Sinterizado y acabado

La función principal de la etapa de sinterizado es dotar de resistencia y dureza a la pieza, al igual que en las cerámicas tradicionales. Sin embargo, esta etapa se lleva a cabo luego del formado. No se utiliza una etapa de secado debido a que al ser una mezcla que no utiliza agua no es necesario removerla de la pieza.

En algunas ocasiones, es necesario agregar una etapa de acabado con la finalidad de incrementar la precisión dimensional, mejorar el acabado de la superficie y hacer cambios pequeños de forma de la pieza. Para cortar los materiales cerámicos endurecidos es necesario utilizar abrasivos de diamante.

¡Felicidades!

Hemos finalizado el estudio de los contenidos de la unidad 9. Para reforzar los contenidos relacionados con el conformado de cerámicas tradicionales y cerámicas nuevas, le invito a realizar las siguientes actividades de aprendizaje recomendadas.



Actividades de aprendizaje recomendadas

1. Realice una síntesis de los temas tratados para consolidar los términos y conceptos clave de los procesos de fundición de cerámica.
2. La empresa peruana Celima, realizó un video de cómo trabaja cada una de las etapas del proceso de conformación de cerámicas tradicionales. Revise detenidamente el video [Etapas del proceso de fabricación](#).
3. Realice un diagrama de secuencia para identificar cada uno de los momentos del proceso.

Esto le permitirá identificar de manera correcta cada una de las etapas y las actividades que se plantean en ellas. Así mismo, podrá visualizar toda la teoría estudiada en esta semana de forma práctica.

Nota. Por favor, complete las actividades en un cuaderno o documento Word.

4. Le invito a realizar la autoevaluación correspondiente a la presente unidad.



Autoevaluación 9

Selecione verdadero (V) o falso (F) según corresponda:

1. () Las cerámicas se consideran materiales dúctiles y flexibles como los polímeros.
2. () La pulverización consiste en triturar y secar la materia prima previo al proceso de formado.
3. () Los molinos de martillos se utilizan para romper trozos de material para reducirlos posteriormente.
4. () El método de vaciado deslizante se caracteriza por utilizar mezclas entre 25 a 40 % de agua.
5. () El método de formado plástico es un método manual y necesita condiciones de presiones altas.
6. () En las cerámicas tradicionales, en el proceso de eliminación de agua, la pieza pierde volumen y existe la posibilidad de que se deforme.

Selecione la respuesta correcta:

7. La etapa de cocimiento de las cerámicas tradicionales sirve para:
 - a. Reducir la porosidad y aumentar la resistencia.
 - b. Aumentar la plasticidad de la pieza.
 - c. Reducir la resistencia a las altas temperaturas.
 - d. Ninguna de las anteriores.
8. Las cerámicas nuevas se caracterizan por:
 - a. Utilizar mezclas con agua y compuestos químicos.
 - b. Utilizar mezclas con agua y arcillas.
 - c. Utilizar mezclas de compuestos químicos simples.
 - d. Ninguna de las anteriores.

9. El proceso de secado por congelación se caracteriza por:
- a. Disolver sales de un producto químico en agua.
 - b. Remover la humedad del material en una cámara de vacío.
 - c. Rociar una solución para formar gotas pequeñas y congelarlas.
 - d. Todas las anteriores.
10. La etapa de formado en las cerámicas nuevas:
- a. Utiliza métodos como el prensado caliente o la extrusión.
 - b. Utiliza métodos como el prensado caliente o la fundición.
 - c. Utiliza métodos como el prensado caliente o los procesos bisturí.
 - d. Ninguna de las anteriores.

[Ir al solucionario](#)

Le invito a revisar sus respuestas de la autoevaluación en el solucionario.



Bienvenido a la quinta semana de estudio del segundo bimestre en la que conoceremos acerca de los procesos de servicios. Una de las dificultades en la producción de un servicio es que el producto final que se le entrega al cliente es medible por la satisfacción o no del mismo. Por lo tanto, centraremos nuestra atención en mirar al proceso como un servicio.

Unidad 10. Procesos de servicios

Los procesos de servicios son una parte fundamental de la economía global y desempeñan un papel crucial en la satisfacción del cliente, la eficiencia empresarial y el crecimiento económico. Estos procesos se refieren a una serie de actividades interconectadas y coordinadas que tienen como objetivo proporcionar un servicio valioso y satisfactorio a los clientes. A diferencia de la fabricación de productos tangibles, en los procesos de servicios, el “producto” que se ofrece es intangible y se basa en la interacción directa entre el proveedor de servicios y el cliente.

Parra et al. (2022) afirman que se debe tomar en cuenta que los servicios son buscados para satisfacer las necesidades de los clientes. Para ello hablan de la “servucción” como el proceso de creación o producción del servicio. Producir un servicio consiste en organizar todos los elementos físicos y humanos necesarios dentro de la relación cliente-empresa para prestar un servicio con determinadas características y niveles de calidad.

10.1. Características de los procesos de servicios

Una de las características más importantes de los procesos de servicios es que el cliente es el engranaje principal. Esto es debido a que el cliente regula y controla la producción del servicio. Sin una orden o necesidad del cliente, el servicio no puede ofrecerse. A continuación, se detallan algunas características de los procesos de servicios:

- **Intangibilidad:** uno de los rasgos distintivos de los servicios es que no se pueden tocar ni almacenar como los productos físicos. En su lugar, se experimentan y se crean en el momento de su entrega.

- **Heterogeneidad:** los servicios pueden variar considerablemente de una interacción a otra, debido a la influencia de factores como las habilidades del personal, la tecnología utilizada y las circunstancias específicas de cada interacción.
- **Inseparabilidad:** los servicios generalmente se crean y consumen simultáneamente. Esto significa que el cliente suele estar presente durante la producción del servicio y puede influir en su calidad.
- **Permeabilidad del tiempo y el lugar:** los servicios pueden ofrecerse en múltiples ubicaciones y horarios, lo que a menudo implica la gestión de la demanda y la capacidad para satisfacer las necesidades de los clientes en diferentes momentos y lugares.

10.2.Creación de un proceso de servicio

Para crear un proceso de servicio es necesario identificar una serie de etapas generales que permitirán identificar los clientes de manera correcta y determinar los requisitos necesarios para poder ofrecer el servicio. De manera general, a continuación, le invito a revisar la siguiente infografía en la cual se detallan los [pasos principales para la creación del servicio](#):

De manera general, el proceso de servicio debe ser planificado minuciosamente. Su enfoque debe estar en el cliente y en sus necesidades. Estas necesidades pueden ir cambiando en el tiempo, por lo que la organización debe ser flexible y adaptarse a estos cambios.

10.3.Herramientas y enfoques comunes en la gestión de procesos de servicios

Algunos métodos para la gestión de procesos son importantes para tener el detalle del flujo del proceso y así detectar posibles “cuellos de botella o ineficiencias”. Por ejemplo, el mapeo de procesos permite identificar cada etapa del servicio, los responsables de la ejecución de actividad y los tiempos de ejecución. La automatización, en cambio, permite agilizar y optimizar los procesos con la finalidad de reducir la intervención humana y los errores. O la gestión de calidad junto con la implementación de estándares y procedimientos para garantizar la satisfacción del cliente.

10.3.1. Mapeo de procesos

El mapeo de procesos es una técnica fundamental en la gestión de procesos de servicio y es esencial para entender, visualizar y mejorar los procesos existentes o diseñar nuevos. Permite una representación gráfica y detallada de todas las etapas, actividades y flujos de trabajo involucrados en la prestación de un servicio.

Los objetivos del mapeo de procesos son:

- **Claridad y comprensión:** proporciona una visión clara y comprensible de cómo funciona un proceso de servicio, lo que facilita la comunicación entre los equipos y los niveles de la organización.
- **Identificación de ineficiencias:** permite identificar cuellos de botella, duplicación de esfuerzos, retrasos u otras ineficiencias en el proceso.
- **Mejora continua:** sirve como base para la identificación y priorización de áreas que requieren mejoras, lo que lleva a la optimización del proceso con el tiempo.
- **Establecimiento de estándares:** facilita el desarrollo y la documentación de procedimientos y estándares para garantizar la consistencia en la ejecución del proceso.

Al ser una herramienta de visualización gráfica de un proceso, hay algunos símbolos que se utilizan en este método. Por ejemplo, los rectángulos se utilizan para representar actividades o tareas, las flechas para indicar la secuencia o el flujo entre actividades, los rombos representan las decisiones o bifurcaciones del proceso, los óvalos indican el inicio o final del proceso y en algunos casos se utilizan paralelogramos que son usados para entradas o salidas de datos o información.



Existen algunos lenguajes para el mapeo de procesos. En la página web de Heflo, Pacheco (2017) detalla los [Tipos de mapeo más utilizados](#). Entre los más destacados están el diagrama de flujo (horizontal y vertical) y Business Process Model and Notation (BPMN).

10.3.2. Automatización en los procesos de servicios

La automatización en los procesos de servicios implica el uso de tecnología y sistemas para realizar tareas y actividades de manera eficiente, reduciendo o eliminando la intervención humana. Esta estrategia tiene como objetivo mejorar la velocidad, la precisión y la eficiencia de la prestación de servicios.

Existen algunos tipos de automatización, entre los más destacados se encuentran:

- **Automatización de tareas repetitivas:** esta forma de automatización se centra en la eliminación de tareas manuales que son rutinarias y no requieren toma de decisiones. Ejemplos incluyen la automatización de correos electrónicos, de confirmación de citas o la entrada de datos en sistemas.
- **Automatización de procesos de flujo de trabajo:** se trata de automatizar procesos completos que implican una secuencia de tareas interrelacionadas. Por ejemplo, la automatización de procesos de aprobación de solicitudes, donde una solicitud se desencadena, se aprueba automáticamente o se redirige para su revisión.
- **Automatización de atención al cliente:** en este caso, la automatización se utiliza para interactuar con los clientes a través de *chatbots* o asistentes virtuales, que pueden proporcionar respuestas a preguntas frecuentes y resolver problemas comunes.
- **Automatización de procesamiento de documentos:** la automatización se utiliza para procesar documentos de manera eficiente, como facturas, formularios de solicitud o contratos. Los sistemas de captura y procesamiento automático de datos son ejemplos de esta categoría.
- **Automatización de tareas de soporte interno:** se aplica para automatizar procesos internos de la organización, como la administración de recursos humanos, la gestión de inventario o la contabilidad.

La automatización ofrece diversos beneficios a las organizaciones. En un proceso de servicios, la automatización garantizará la eficiencia de

los procesos, aportará precisión debido a la minimización de errores, se encuentra disponible las 24 horas al día y puede funcionar de manera continua.

Sin embargo, las dificultades que puede presentar la automatización inicialmente están centradas en la inversión inicial que debe realizar la empresa, la aceptación del personal debido a los cambios que deben realizar en sus rutinas de trabajo y los posibles errores que puede presentar el sistema automatizado si no está configurado adecuadamente.

La automatización en los procesos de servicios es una estrategia valiosa para mejorar la eficiencia y la calidad, pero debe ser planificada y ejecutada cuidadosamente. La elección de tecnologías adecuadas, la capacitación del personal y la gestión de excepciones son consideraciones clave en la implementación exitosa de la automatización en los servicios.

La editorial La Barra presenta un caso de éxito de la aplicación de la [Automatización en un restaurante](#). En el mismo, se destacan la optimización del tiempo en la preparación y entrega de un pedido, lo que mejora la capacidad de producción y un aumento en la eficiencia al momento de realizar la atención al cliente.

¡Excelente!

Hemos concluido con éxito los contenidos temáticos contemplados en la unidad 10 previstos para esta semana. Para complementar el estudio de los procesos de servicios, le invito a trabajar en las siguientes actividades recomendadas que le servirá como práctica y autoevaluación del tema tratado.



Actividades de aprendizaje recomendadas

1. Le recomiendo realizar una síntesis de los temas estudiados sobre los procesos de servicios para comprender claramente las características de estos.
2. Para la presente semana, en la que hemos estudiado los procesos de servicios y las herramientas para la gestión de los mismos, le propongo realizar un mapa mental basándose en el artículo [Cómo](#)

mejorar los procesos de servicios planteado por Mucho Mejor Ecuador.

3. Luego de ver el vídeo, le invito a responder las siguientes preguntas:

- ¿Cómo cree usted que las empresas de servicios deben gestionar de manera correcta las necesidades de sus clientes?
- ¿Cuál es el aspecto principal para tomar en cuenta previo a la prestación de un servicio?

Con ello, usted será capaz de plantear correctamente las diferencias entre los procesos industriales y de servicios.

Nota. Por favor, complete las actividades en un cuaderno o documento Word.

4. Además, le invito a realizar el siguiente juego de relacionar sobre las [generalidades de los procesos de servicio](#). Con ello, consolida de manera correcta los conceptos más importantes de este tema.
5. Le invito a reforzar su estudio, realizando la siguiente autoevaluación:



Autoevaluación 10

Seleccione verdadero (V) o falso (F) según corresponda:

1. () En los procesos de servicios, se considera que el “producto” es intangible.
2. () El elemento principal de los procesos de servicios es el cliente quien regula y controla la producción.
3. () La característica de permeabilidad del tiempo y lugar se refiere a que los procesos de servicios no se pueden tocar ni almacenar en el tiempo.
4. () En la creación del servicio, mapear el proceso se refiere a diagramar las etapas del proceso para identificar su flujo y las potenciales áreas de mejora.
5. () Establecer estándares en el mapeo de procesos garantiza la consistencia en la ejecución del proceso.
6. () Los rombos como símbolos en el mapeo de procesos indican el inicio o final del proceso.

Seleccione la respuesta correcta según corresponda:

7. La automatización en un proceso de servicios implica:
 - a. Uso de tecnología y sistemas para la realización de tareas.
 - b. Reducir la intervención humana.
 - c. Mejorar la precisión y la eficiencia en la prestación del servicio.
 - d. Todas las anteriores.
8. Eliminar las tareas manuales y rutinarias que no requieren toma de decisiones se refiere a:
 - a. Automatización de procesos de flujo de trabajo.
 - b. Automatización de atención al cliente.
 - c. Automatización de tareas repetitivas.
 - d. Automatización de procesamiento de documentos.

9. Permite automatizar procesos como la administración de recursos humanos o la contabilidad.
- a. Automatización de tareas de soporte interno.
 - b. Automatización de procesamiento de documentos.
 - c. Automatización de atención al cliente.
 - d. Ninguna de las anteriores.
10. Dentro de las dificultades que puede presentar la automatización tenemos:
- a. Dificultad en definir el proceso que se automatizará.
 - b. El tamaño de la empresa.
 - c. La resistencia al cambio de los empleados.
 - d. Ninguna de las anteriores.

[Ir al solucionario](#)

Para comprobar si sus respuestas en la autoevaluación son correctas, puede revisar el solucionario.



Unidad 11. Control y gestión de la calidad

La calidad es un concepto fundamental que impulsa el éxito y la sostenibilidad de cualquier organización, ya sea una empresa, una institución gubernamental, una entidad sin fines de lucro o cualquier entidad que ofrezca productos o servicios. La búsqueda constante de la calidad no es un fenómeno nuevo, pero en las últimas décadas, se ha convertido en un aspecto crítico en un mundo cada vez más competitivo y globalizado.

El estudio de la calidad abarca diversas disciplinas, desde la gestión de la calidad total hasta la ingeniería de calidad, y se basa en una amplia gama de teorías, enfoques y metodologías desarrolladas por expertos en el campo. A lo largo de este estudio, exploraremos las definiciones de calidad, los principios clave de la gestión de calidad, las herramientas y técnicas para la mejora continua, y cómo la calidad se integra en todas las etapas de los procesos empresariales.

11.1. Definición de calidad

La calidad se puede definir como: “el grado de excelencia que posee un producto o servicio” (Groover, 2007). A lo largo de la historia, algunos “pioneros de la calidad” han aportado con algunas definiciones:

- Joseph Juran considera que la calidad es la “aptitud para el uso”. Es decir, un producto debe ser adecuado para su propósito previsto, es capaz de satisfacer las necesidades del cliente y cumplir las especificaciones.
- Edwards Deming nos menciona que la calidad es una búsqueda interminable de algo mejor.
- Armand Feigenbaum define que la calidad es un sistema eficiente de actividades para asegurar que un bien y servicio sean adecuados para su uso.

Por lo tanto, podríamos entender que la calidad es el nivel en el que un producto o servicio satisface las necesidades de un cliente. Por lo tanto, el estudio de la calidad se centra en comprender, medir y mejorar la excelencia en la fabricación, los procesos, los productos y la satisfacción del cliente.

Al elaborar o producir un producto existen dos aspectos a considerar: los aspectos de las características del producto, relacionadas con su diseño, su uso, su presentación, funcionamiento o rendimiento, disponibilidad de opciones en el mercado, etc.; y los aspectos de la carencia de deficiencias como la ausencia de defectos, la conformidad con las especificaciones, sin piezas faltantes o fallas iniciales.

Las **características del producto** tienen un enfoque hacia la atracción y satisfacción de los clientes. Mientras más características cumpla el producto y mayor valor agregado tenga sobre su competencia, más atractivo puede resultar este para sus consumidores.

Las **carencias de deficiencias** se refieren a aspectos básicos que debería hacer el producto y que esté exento de defectos y condiciones fuera de lo tolerable. Cuando un producto contiene deficiencias o errores, al cliente no le importará si el producto cumple con todas sus características, este punto es innegociable.

11.2. Control de calidad

El control de calidad es un proceso sistemático que tiene como objetivo garantizar que los productos o servicios cumplan con los estándares de calidad establecidos, minimizando o eliminando defectos y variaciones no deseadas. El control de calidad se lleva a cabo en diversas etapas de la producción o prestación de servicios y puede abordar tanto aspectos técnicos como de gestión.

Gutiérrez (2010), con base en los aportes de Joseph Juran, menciona que el control de calidad consiste en tres etapas: 1) se encarga de evaluar el desempeño actual del proceso; 2) compara el desempeño actual del proceso con los objetivos de calidad (comparación real frente a estándar); y 3) actuar sobre las diferencias encontradas en la etapa anterior.

Una de las tareas principales del control de la calidad consiste en conocer la capacidad de un proceso. La capacidad se refiere a la amplitud de la variación de un proceso para una característica de calidad dada, con ello, se podrá conocer la medida en la que esa característica cumple con las especificaciones de los clientes (Gutiérrez y De la Vara, 2013).

El control de calidad, por lo tanto, utiliza métodos estadísticos para medir las variaciones en las tolerancias del proceso. Con ello, podrá asegurar que los productos y servicios cumplan con los estándares establecidos y así mantener la satisfacción del cliente.

11.3. Control estadístico de procesos

Uno de los objetivos del control de la calidad es realizar controles estadísticos de los procesos. Para ello, se utilizan métodos estadísticos que permiten analizar las variaciones que existen en los procesos industriales y de servicios. Para el control se puede llevar un registro de los datos del proceso y con ello elaborar histogramas, análisis de capacidad y gráficas de control.

Las **gráficas de control** son un método estadístico gráfico para observar las variaciones del proceso. Su objetivo es identificar cuando un proceso ha superado sus límites de control estadístico para tomar acciones correctivas. La gráfica está compuesta por tres líneas horizontales, una central y dos límites (inferior y superior). La línea central generalmente tiene valores nominales establecidos en el diseño (Groover, 2007).



Le invito a revisar el video [Gráfica de control](#) para que pueda comprender y visualizar la estructura gráfica de este método. Al finalizar será capaz de interpretar de manera correcta los resultados y le permitirá entender cuando se deben realizar correcciones a un proceso.

11.4. Costos de calidad

Gutiérrez (2010) sostiene que los costos totales que están asociados al aseguramiento de la calidad y los costos por las deficiencias en los procesos se conocen como **costos de calidad**. Las empresas en su

constante búsqueda de mejorar la satisfacción de las necesidades deben trabajar para disminuir la mala calidad.

La **mala calidad** se refiere a las deficiencias en la administración de recursos financieros y humanos. Mientras más deficiencias existan, los costos de no calidad serán más altos. Así mismo, Gutiérrez (2010) menciona que se puede dar una clasificación a los costos de calidad en: costos de prevención, de evaluación, por fallas internas y externas.

Los **costos de prevención** están destinados a evitar los errores y desviaciones mediante la planificación, el control y el entrenamiento. Los **costos de evaluación** son aquellos que la empresa asume para medir, verificar y evaluar la calidad de la materia prima, procesos, elementos y para mantener la producción dentro de las especificaciones requeridas. Estos dos costos son parte de los costos para el aseguramiento de la calidad.

En cambio, los **costos por fallas internas** son los resultantes de fallas, defectos o incumplimiento de los requisitos de la materia prima, elementos, productos, servicios o procesos y son detectados antes de entregar el producto o servicio al cliente. Los **costos por fallas externas** se refieren a la falla, defecto o incumplimiento de los requisitos luego de entregar el producto o servicio al cliente.

11.5. Gestión de la calidad

La gestión de calidad es un enfoque sistemático y estratégico que una organización adopta para garantizar que sus productos o servicios cumplan con los estándares de calidad y satisfagan las necesidades y expectativas de sus clientes. Implica la planificación, control, mejora y aseguramiento de la calidad en todas las etapas del ciclo de vida de un producto o servicio.

A diferencia del control de calidad, la gestión de calidad se encarga de la planificación y la prevención de problemas de calidad en todas las etapas de un proceso. Por lo tanto, son dos ramas que trabajan en conjunto para asegurar el cumplimiento de los requerimientos de los productos.

Un marco de referencia para la gestión de la calidad, son las normas ISO 9000. Estas normas certificables están enfocadas en ser un estándar

internacional para las organizaciones y proporcionarles directrices para implementar un Sistema de Gestión de Calidad (SGC).

El grupo de normas ISO 9000 está formado por la norma ISO 9000 que describe los fundamentos de los sistemas de gestión de calidad y su terminología. La norma ISO 9001, en cambio, especifica todos los requisitos aplicables a cualquier organización para demostrar su capacidad para proporcionar productos que cumplan los requisitos de los clientes. Y la norma ISO 9004 proporciona las directrices para mejorar el desempeño del SGC (Gutiérrez, 2010).



Le invito a revisar el artículo [ISO 9001 Gestión de calidad](#) planteado por BSIGROUP. Esta información le permitirá conocer los objetivos de esta norma y los beneficios que proporciona su certificación.



Actividades de aprendizaje recomendadas

Para complementar los temas estudiados en la semana 14, le invito a trabajar en las siguientes actividades recomendadas que le servirán como práctica y autoevaluación de los temas tratados.

1. En esta unidad hemos aprendido algunos conceptos acerca del control y gestión de calidad. Es por ello, que, para fortalecer este tema, le invito a revisar el video acerca de la filosofía [Lean Manufacturing](#).
2. Una vez visto el video, le invito a responder la siguiente pregunta: ¿qué herramienta de Lean Manufacturing aplicaría usted para fomentar el orden en la industria?

Nota. Por favor, complete la actividad en un cuaderno o documento Word.



Esta filosofía es importante en la industria para reducir el desperdicio y agregar valor a los procesos. El objetivo principal de la calidad es cumplir con los requerimientos y necesidades de los clientes, es por ello, que Lean tiene como base eliminar aquellos procesos que no aportan ni al negocio ni al cliente.

3. Para verificar si el entendimiento del tema de la presente semana ha sido el correcto, le invito a realizar la siguiente autoevaluación, además de hacer conocer sus inquietudes en el espacio de la tutoría semanal.



Autoevaluación 11

Seleccione verdadero (V) o falso (F) según corresponda:

1. () Juran considera que la calidad es una búsqueda interminable de algo mejor.
2. () La calidad es el nivel en que un producto o servicio satisface las necesidades de la empresa.
3. () El enfoque hacia la atracción y satisfacción de los clientes se conoce como características del proceso.
4. () El control de calidad garantiza el cumplimiento de estándares para minimizar o eliminar los defectos de los productos.
5. () La capacidad en términos de calidad se refiere a la amplitud de la variación de un proceso para cumplir con los requerimientos del cliente.
6. () Una gráfica de control debe estar compuesta por tres líneas horizontales, de las cuales dos representan los límites.

Seleccione la respuesta correcta:

7. Los costos por las deficiencias en los procesos y por asegurar la calidad del producto:
 - a. Costos del cliente.
 - b. Costos de no calidad.
 - c. Costos de calidad.

8. Hablamos de mala calidad cuando hablamos de:
- a. Deficiencias en la administración de recursos financieros y humanos.
 - b. Deficiencias en la administración de los procesos.
 - c. Deficiencias en la administración de la materia prima.
 - d. Ninguna de las anteriores.
9. Los costos que son resultantes de fallas, defectos o incumplimiento de requisitos previos a la entrega del cliente:
- a. Costos por fallas externas.
 - b. Costos de producción.
 - c. Costos de calidad.
 - d. Costos por fallas internas.
10. La norma internacional para garantizar la gestión de calidad es:
- a. ISO 45001.
 - b. ISO 9001.
 - c. ISO 14001.
 - d. OHSAS 18001.

[Ir al solucionario](#)

Para comprobar si sus respuestas son correctas, le invito a revisar el solucionario.



Unidad 12. Procesos de manipulación y desactivación de desechos biopeligrosos

Dentro de los procesos industriales existen diversos procesos internos que permiten el funcionamiento correcto de la organización. Este es el caso de los procesos de manejo de desechos biológicos. La gestión adecuada de este tipo de desechos permitirá a las organizaciones evitar posibles contaminaciones en sus trabajadores.

12.1. Conceptos generales

Contaminación

ITACA (2006), manifiesta que los contaminantes físicos, químicos (de naturaleza orgánica e inorgánica), y biológicos son los tres grandes grupos de contaminantes que se distinguen entre sí. Por ejemplo, en los contaminantes químicos, el agente agresor para el trabajador es la materia en sus diferentes estados y composiciones; en los físicos, el elemento agresor es la energía en sus diferentes expresiones, y en los biológicos, están comprendidos los seres vivos microscópicos que pueden ingresar al organismo de la persona expuesta y producir daños a la salud.

Riesgos biológicos

De acuerdo con la norma [INEN NTE 2266 Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos](#), se puede definir como agente infeccioso al “microorganismo (virus, bacteria, hongo, rickettsia, protozooario o helminto) capaz de producir una infección o enfermedad infecciosa. Hay factores que aumentan su capacidad para causar enfermedad y varían entre las categorías de los agentes, incluyendo: la especificidad del huésped, la capacidad de producción o sobrevivencia fuera del huésped y su virulencia (capacidad de causar enfermedad grave o muerte)”.

Agentes químicos contaminantes

En un laboratorio es común encontrar reacciones para desarrollar un determinado análisis para establecer un resultado de la matriz que se estudia. Con las reacciones químicas, es posible generar nuevos compuestos que pueden llegar a ser aún más contaminantes que los reactivos químicos iniciales.

Un contaminante químico, de acuerdo con ITACA (2006), es toda porción de materia no viva en cualquiera de sus estados (sólido, líquido y gaseoso), cuya presencia puede causar alteraciones de la salud de las personas.

Agentes biológicos contaminantes

Los contaminantes biológicos se diferencian de los físicos y químicos, por ser seres vivos y microscópicos, con un ciclo vital, con la capacidad de reproducirse y multiplicarse, produciendo enfermedades infecciosas o parasitarias al ingresar en el cuerpo humano.

ITACA (2006) clasifica a estos agentes en cinco grupos:

- **Virus:** formas de vida extraordinariamente sencillas y tamaño pequeño (millonésimas de milímetro).
- **Bacterias:** microbios típicos, organismos muy pequeños que miden alrededor de las cinco milésimas de milímetro.
- **Protozoos:** animales microscópicos de una sola célula y pueden infectar al hombre. Su presencia influye directamente sobre la salud y requiere técnicas de evaluación y prevención.
- **Hongos:** formas de vida microscópicas de carácter vegetal que se desarrollan construyendo filamentos.
- **Endoparásitos:** organismos animales de tamaño apreciable que pueden desarrollar algunos de las fases de su ciclo de vida dentro del cuerpo humano.

12.2.Detección y medida de agentes químicos contaminantes

Las acciones nocivas de los contaminantes dependen principalmente de su toxicidad tomando en cuenta el grado de exposición. Para realizar la detección se pueden realizar mediante:

- Aparatos de lectura directa.
- Tubos colorimétricos.
- Toma de muestra y análisis de laboratorio.

La norma **UNE-EN 689 y UNE-EN 482** establecen el siguiente procedimiento, la medición del agente:

- Evaluación aproximada de la concentración media ponderada en el tiempo.
- Evaluación aproximada de las variaciones de concentración en el tiempo o espacio.
- Medias próximas a una fuente de emisión.
- Comparar con el valor límite.
- Mediciones periódicas.



Con la finalidad de complementar esta información, le recomiendo revisar el texto de ITACA (2006) Riesgo químicos y biológicos ambientales, páginas 63-81.

12.3.Detección y medida de los agentes biológicos contaminantes

La mayoría de los estudios se basan en el planteamiento de una hipótesis y su posterior comprobación. Para ello, se necesita cuantificar, en este caso, los agentes biológicos contaminantes. Muchos equipos utilizados para el muestreo de agentes biológicos han sido desarrollados tomando como referencia el funcionamiento de los equipos utilizados para la captación de agentes químicos, naturalmente con las adaptaciones a las características de los agentes biológicos.

Para la medición de contaminantes biológicos se consideran tres fases:

- Captación.
- Cultivo.
- Análisis de la muestra.



Para profundizar en las fases consideradas para la medición de los contaminantes biológicos, le invitamos a realizar una lectura de las páginas 132 a la 139 del texto de ITACA (2006).

12.4. Prevención de riesgos por agentes químicos

Es común encontrarse con sustancias químicas dispersas en el medio ambiente, en nuestros lugares de trabajo como en nuestros hogares, pero en nuestro entorno laboral pueden causarnos alguna enfermedad profesional.

Los agentes contaminantes químicos son sustancias que el organismo las puede absorber y afectar a la salud del individuo. Estos agentes pueden causar una enfermedad profesional cuando la cantidad del compuesto y el tiempo de exposición sean suficientes. Al ser menor la dosis necesaria para que la sustancia produzca daños en el individuo, mayor será su toxicidad.

El organismo puede absorber los agentes químicos por vía respiratoria (nariz, laringe, boca y pulmones), vía digestiva (boca, estómago, intestinos, esófago), por la vía dérmica (piel y ojos) o por vía parenteral (heridas o llagas).

Los productos químicos sólidos y líquidos también pueden permanecer suspendidos en el aire por periodos largos de tiempo en forma de partículas muy finas. Del tamaño de las partículas depende el tiempo de permanencia en el aire del contaminante y el riesgo de inhalación. Puede estar en forma de polvo, niebla y humo.

12.5. Prevención de riesgos por agentes biológicos contaminantes

Los agentes biológicos son microorganismos y/o endoparásitos que producen alguna infección, alergia o afección a la salud en el trabajador. Estas exposiciones se dan en laboratorios clínicos o preparación de vacunas, laboratorios o centros de procesamiento de alimentos. Como medidas preventivas generales para estos agentes, ITACA (2006) señala:

- Sustituir los agentes biológicos nocivos por otros que no sean peligrosos.

- Reducción del número de trabajadores expuestos.
- Establecer procedimientos de trabajo y medidas técnicas adecuadas para la gestión de residuos.
- Utilizar señalética de peligro biológico y otras señales pertinentes.
- Capacitar a los trabajadores con los potenciales riesgos para la salud, disposiciones de seguridad e higiene y utilización de equipos de protección.

¡Le felicito!

Hemos concluido con el estudio de los contenidos propuestos en la unidad 12, correspondientes a la semana 15. Reforcemos el aprendizaje resolviendo las siguientes actividades.



Actividades de aprendizaje recomendadas

1. Le recomiendo realizar un resumen de los temas trabajados, considerando las ideas principales, con ello podrá conocer cómo manipular de manera correcta desechos biopeligrosos.
2. Para esta sección en la que hemos estudiado los procesos de manejo de desechos biopeligrosos, le propongo revisar el siguiente caso de estudio: [Tratamiento de desechos biopeligrosos y laboratorios durante la pandemia de SARS-CoV-2](#).
3. Una vez revisado el artículo, podrá identificar los aspectos más importantes del manejo de desechos durante la pandemia. Con ello, deberá realizar una infografía destacando las recomendaciones más importantes del caso en relación con el tratamiento de desechos biopeligrosos.

Nota. Por favor, complete las actividades en un cuaderno o documento Word.

4. Con la finalidad de valorar el entendimiento del tema, le invito a realizar la siguiente autoevaluación. Deberá realizarla leyendo detenidamente las preguntas. En caso de que existan dudas, le pido hacer llegar sus dudas y comentarios en el espacio destinado para la tutoría semanal.



Autoevaluación 12

Seleccione verdadero (V) o falso (F) según corresponda:

1. () Se considera que existen tres grandes grupos de contaminantes: físicos, químicos y biológicos.
2. () El agente infeccioso es el microorganismo capaz de producir una infección crónica.
3. () La porción de materia no viva en cualquiera de sus estados causantes de alteraciones de la salud se conoce como contaminante químico.
4. () Los contaminantes biológicos se clasifican en tres grupos: virus, bacterias y hongos.
5. () Para la detección de agentes químicos se utilizan: aparatos de lectura directa o equipos especializados.
6. () Los equipos utilizados para el muestreo de agentes biológicos han sido desarrollados a partir de los equipos de muestreo de agentes químicos.

Seleccione la opción correcta según corresponda:

7. Las fases para la medición de contaminantes biológicos son:
 - a. Captación.
 - b. Cultivo.
 - c. Análisis de la muestra.
 - d. Todas las anteriores.
8. Las vías de absorción de agentes químicos son:
 - a. Vía respiratoria, digestiva, dérmica y parenteral.
 - b. Vía respiratoria y dérmica.
 - c. Vía digestiva, dérmica y parenteral.
 - d. Ninguna de las anteriores.

9. Del tamaño de las partículas suspendidas en el aire depende:
- a. La toxicidad del contaminante.
 - b. La cantidad del compuesto.
 - c. El tiempo de exposición.
 - d. Ninguna de las anteriores.
- 10.Cuál de las siguientes opciones no es una medida preventiva para agentes biológicos:
- a. Sustituir los agentes biológicos nocivos por otros que no sean peligrosos.
 - b. Reducir el número de trabajadores expuestos.
 - c. Establecer procedimientos de trabajo y medidas técnicas adecuadas para la gestión de procesos.
 - d. Capacitar a los trabajadores con los potenciales riesgos para la salud.

[Ir al solucionario](#)

Para corroborar sus respuestas de la autoevaluación, debe dirigirse al solucionario.



Semana 16

Estimado estudiante, hemos llegado al final del segundo bimestre, en el cual, hemos aprendido sobre los procesos industriales relacionados con la elaboración y conformación del vidrio, los procesos de conformado del plástico y los diferentes procesos de moldeo, el procesamiento de cerámicas tradicionales y nuevas.

También hemos estudiado los procesos de servicio y sus generalidades, así como los procesos de apoyo en la manufactura como es el control y gestión de calidad y los procesos de manipulación y desactivación de desechos biopeligrosos.

Para que usted pueda prepararse para su evaluación del segundo bimestre, le recomiendo realizar las siguientes actividades:



Actividades de aprendizaje recomendadas

1. Revise los recursos planteados en las actividades de aprendizaje recomendadas.
2. Repase nuevamente las autoevaluaciones planteadas al finalizar cada unidad.
3. Realice mapas mentales sobre cada una de las unidades para destacar los aspectos más importantes de los temas.

Nota. Por favor, complete la actividad en un cuaderno o documento Word.

En esta revisión usted logrará consolidar todos los contenidos propuestos para este segundo bimestre y seguro alcanzará el mejor resultado en su evaluación.

¡Mucha suerte!



4. Solucionario

Autoevaluación 1		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	V	Actualmente, se puede considerar que nos encontramos en la cuarta revolución industrial con el internet de las cosas (IoT), sistemas de almacenamiento en la nube, etc.
2	V	Correcto, un proceso consiste en transformar una entrada (materia prima, conocimiento) en una salida con un valor agregado (producto, servicio).
3	V	Además de las entradas y salidas, se consideran las actividades de soporte como parte de la estructura del proceso.
4	F	La industria primaria se caracteriza por ser una industria extractiva (materia prima).
5	V	Las limitaciones o restricciones definen la cantidad de productos que puede producir una empresa. Estas limitaciones pueden ser de infraestructura, personal o recursos.
6	F	Los materiales en la industria se pueden clasificar en metales, cerámicos y polímeros. También se considera una cuarta clasificación con los materiales compuestos.
7	d	Los metales están clasificados principalmente por su composición de hierro o no. Los ferrosos se considera que están compuestos principalmente de hierro (acero, hierro colado), el resto de los metales son no ferrosos y se los considera puros (cobre, aluminio, oro, etc.)
8	a	La estabilidad frente a las variaciones de temperatura es una característica distintiva de los polímeros termoplásticos, lo que los convierte en materiales versátiles y resistentes para una variedad de aplicaciones en diferentes entornos.
9	b	Las operaciones de procesamiento utilizan energía para cambiar la forma, propiedades o apariencia de una pieza y otorgar valor agregado para el cliente.
10	d	Las operaciones de ensamblado permiten utilizar dos o más piezas y pueden desarmarse.

Ir a la
autoevaluación

Autoevaluación 2

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	F	El átomo está compuesto por un núcleo de carga positiva que está rodeado con un número suficiente de electrones con carga negativa, de modo que las cargas quedan en equilibrio. Se describe la estructura básica del átomo según el modelo de Bohr.
2	V	Se entiende por enlace primario la atracción fuerte entre átomos en la que existe un intercambio de electrones de valencia. Se clasifican en enlaces iónicos, covalentes y metálicos.
3	F	Cuando un elemento entrega uno o más electrones atrayendo átomos de otro elemento para incrementar a ocho electrones en la capa exterior nos referimos a enlace iónico.
4	V	Las estructuras de los materiales están definidas de acuerdo con la forma en que los átomos y moléculas se arreglan. El arreglo determina si su estructura es cristalina o no cristalina.
5	V	Una estructura cristalina se define como aquella en la que los átomos se ubican en posiciones regulares y de manera recurrente en un plano de tres dimensiones.
6	F	Los defectos puntuales tienen imperfecciones en una estructura que involucra a solo un átomo o varios de ellos.
7	b	La deformación elástica permite al material regresar a sus características originales cuando se le aplica una fuerza.
8	a	El plano de deslizamiento permite observar el movimiento de los átomos de un lado hacia el otro en un plano de la red.
9	c	La aleatoriedad en la disposición de los granos es inherente a la naturaleza de la solidificación y la cristalización en los metales. Esta disposición aleatoria tiene implicaciones significativas en las propiedades mecánicas y térmicas de los materiales metálicos, ya que afecta la resistencia, la ductilidad y otras características fundamentales del metal.
10	b	Los materiales con formas no cristalinas se conocen como amorfos. En este caso, el vidrio al enfriarse adopta una estructura rígida.

[Ir a la autoevaluación](#)

Autoevaluación 3

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	V	La relación esfuerzo-deformación es una herramienta valiosa para caracterizar el comportamiento mecánico de un material bajo diversas condiciones de carga. Proporciona información crucial para ingenieros y diseñadores al evaluar la adecuación y la seguridad de un material en aplicaciones específicas.
2	F	La prueba de tensión permite estudiar la relación esfuerzo-deformación en los metales. Se aplica una fuerza para estirar el material y reducir su diámetro.
3	F	El módulo de Young, o también conocido como coeficiente de elasticidad, describe la capacidad de un material para deformarse elásticamente bajo la aplicación de una tensión o carga externa.
4	V	La prueba de flexión es crucial para evaluar la resistencia de un material a la deformación en puntos específicos, proporcionando información esencial para el diseño y la selección de materiales en una variedad de aplicaciones prácticas.
5	V	El ensayo de torsión nos ayuda a comprender la capacidad del material para resistir fuerzas de torsión. Es importante para aplicaciones como la fabricación de ejes, pernos, rodamientos, etc.
6	F	La prueba de dureza de Knoop utiliza un indentador en forma de pirámide alargada con base romboidal y una punta afilada.
7	c	Ambas pruebas se utilizan para medir dureza en metales. La diferencia se encuentra en el indentador. La prueba de Brinell utiliza una esfera de acero, mientras que la de Rockwell utiliza un indentador cónico.
8	d	La temperatura puede afectar a la estructura, la resistencia y conductividad. En algunos casos puede disminuir la resistencia mecánica o influir en la conductividad térmica y eléctrica de los materiales.
9	a	La viscosidad es una medida de fricción interna entre las partículas del fluido. Un fluido más viscoso tendrá mayor dificultad para fluir. Por ejemplo, el agua es un fluido con viscosidad baja.
10	b	La densidad del fluido puede medirse en más por unidad de volumen (kg/m^3). La densidad estará relacionada con la temperatura y presión del fluido.

[Ir a la autoevaluación](#)

Autoevaluación 4

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	V	Las propiedades físicas están relacionadas con el volumen, la temperatura y la electricidad. Son importantes porque influyen en el rendimiento de los procesos.
2	V	La expansión térmica es una propiedad física que describe los cambios de un material con las variaciones de temperatura.
3	F	Los materiales tienen diferentes coeficientes de expansión térmica, esto significa que algunos son más susceptibles a los cambios dimensionales con la temperatura que otros.
4	V	El punto en el que un material pasa de estado sólido a líquido se conoce como punto de fusión. Todos los materiales tienen diferente punto de fusión y la energía para cambiar de estado se conoce como calor de fusión.
5	F	La conductividad térmica es la capacidad de un material para conducir el calor.
6	F	La expansión térmica se refiere a cómo un material se expande o se contrae con los cambios de temperatura.
7	b	Las propiedades eléctricas de los materiales describen como conducen, resisten o responden a la electricidad. Por ejemplo, los metales como el cobre son buenos conductores, mientras que los materiales aislantes como el vidrio resisten la electricidad.
8	d	Los conductores se caracterizan por transportar con mayor facilidad la corriente eléctrica. Por ejemplo, los metales como el cobre, aluminio y plata son excelentes conductores.
9	a	La capacitancia describe la capacidad de un material para el almacenamiento de energía eléctrica. Por ejemplo, los condensadores en circuitos eléctricos son dispositivos que aprovechan la capacitancia. Cuanto mayor es la capacitancia de un condensador, más carga eléctrica puede almacenar.
10	c	Los cambios químicos y la electricidad están relacionados con la electroquímica. Un ejemplo de la electroquímica es la electrólisis.

[Ir a la autoevaluación](#)

Autoevaluación 5

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	V	Las dimensiones son las medidas físicas de un objeto. Está expresado en unidades de medida y define el tamaño de una pieza.
2	F	Al momento de diseñar una pieza es fundamental considerar las dimensiones de esta. Las dimensiones definirán el tamaño de la pieza.
3	V	Los límites establecidos en el diseño de la pieza se encuentran en dos direcciones. Un límite mínimo y un límite máximo y las dimensiones de la pieza deberán encontrarse siempre dentro de esos límites.
4	V	Uno de los atributos geométricos a considerar es la concentricidad. Este atributo se da cuando dos o más rasgos de una pieza tienen un eje común.
5	F	La superficie del material se refiere a las características físicas y topográficas del material, que pueden afectar el rendimiento y su apariencia.
6	V	La textura de la superficie se encuentra al exterior del material y se caracteriza porque es posible observar la topografía, las particularidades y defectos.
7	b	El sustrato o cuerpo de la pieza tiene una estructura granular que depende del procesamiento previo del material. Por ejemplo, si el material ha pasado por un proceso de fundición, su estructura granular podría ser más homogénea. En cambio, si ha experimentado tratamientos térmicos, la estructura granular podría mostrar variaciones.
8	d	La rugosidad se refiere a las pequeñas desviaciones, espaciadas finamente y que están determinadas por las características del material y el proceso de formado.
9	d	La absorción es un daño por las impurezas absorbidas y retenidas en la capa superficial; los cráteres son depresiones rugosas ocasionadas por métodos eléctricos de procesamiento y las inclusiones son partículas pequeñas que están incorporadas a las capas superficiales en el procesamiento.
10	a	Los cráteres son depresiones rugosas ocasionadas por descargas de cortocircuitos asociadas con métodos eléctricos de procesamiento. Por ejemplo, en la soldadura eléctrica, las descargas de cortocircuitos pueden generar cráteres en la superficie de los materiales. Esto proporciona una conexión más práctica y contextual para aquellos que no están familiarizados con los términos técnicos.

Ir a la
autoevaluación

Autoevaluación 6

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	F	La fundición de metales se considera como una ciencia que convierte materiales sólidos en formas útiles para el ser humano mediante el calor y tecnología especializada.
2	F	Los procesos de fundición pueden clasificarse en función del tipo del molde en fundición con molde desechable o fundición con molde permanente.
3	F	Los procesos de fundición de arena se caracterizan por utilizar moldes desechables. Por lo tanto, cuando se retira la pieza, el molde no puede reutilizarse.
4	V	Las desventajas del moldeo en cascarón, además del elevado costo, es la restricción que puede tener el tamaño del producto debido a las máquinas de moldeo de los cascarones.
5	V	El proceso de fundición con poliestireno expandido es un método de fundición con molde desechable. En este proceso el modelo de EPS se destruye cuando entra en contacto con el metal fundido.
6	F	Los moldes de yeso no resisten a temperaturas elevadas como los de arena, se limitan a fundición de aleaciones con puntos de fusión bajos.
7	d	Los procesos de fundición con molde permanente son muy eficientes, la precisión y consistencia para la producción de piezas metálicas junto con el uso de moldes reutilizables son una gran ventaja en aplicaciones industriales.
8	b	Cuando se utilizan moldes permanentes y moldes de arena, se considera que el proceso de fundición es con molde semipermanente.
9	c	El proceso de fundición a baja presión consiste en que el metal fundido pasa por la cavidad del molde que está sujeto a baja presión desde abajo, para que el flujo pueda ir hacia arriba. Esto permite minimizar los defectos de porosidad por gas y oxidación.
10	a	La fundición centrífuga horizontal se utiliza comúnmente en la producción de tubos, anillos o boquillas debido a sus ventajas particulares en términos de rendimiento y calidad del producto.

[Ir a la autoevaluación](#)

Autoevaluación 7

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	V	El vidrio se considera un material sólido amorfo compuesto de materias primas como arena de sílice, carbonato de sodio y piedra caliza fusionada a temperaturas elevadas.
2	V	El vidrio a nivel molecular carece de una estructura cristalina ordenada, es por ello que es un material transparente y que permite el paso de la luz.
3	F	El primer paso para la conformación del vidrio inicia con la clasificación de la arena para limpiar impurezas como arcilla y otros materiales que podrían teñir al vidrio de un color indeseable.
4	V	Una de las ventajas del vidrio es que al conformarse se puede agregar vidrio reciclado a la mezcla. Es por ello por lo que es un material que puede reciclarse hasta un 100 %.
5	F	El proceso de fundición del vidrio se realiza entre 1500 °C y 1600 °C y puede durar entre 24 a 48 horas.
6	F	El proceso de girado es similar a la fundición centrífuga. Es utilizado para producir componentes en formas de embudo. Se coloca un trozo de vidrio fundido en un molde cónico de acero y se hace girar el molde para que la fuerza centrífuga le permita fluir al vidrio hacia arriba y distribuirlo por todo el molde.
7	c	El método de prensar y soplar para la elaboración de botellas de boca estrecha en la industria se basa en su capacidad para combinar eficiencia, precisión y versatilidad, optimizando el proceso de fabricación.
8	a	En el método de rolado de placas planas, el vidrio fundido circula en un conjunto de rodillos hasta un horno de templado. La separación entre un rodillo y otro determinará el espesor de la pieza de vidrio.
9	d	El recocido del vidrio permite eliminar las tensiones internas, mejorar la resistencia y su durabilidad. Este proceso es utilizado para la fabricación de ventanas o puertas.
10	c	El acabado es la etapa final del conformado del vidrio. Permite eliminar imperfecciones o defectos en el procesamiento, además de una mejora estética del producto final y el cumplimiento de estándares de calidad y seguridad.

[Ir a la autoevaluación](#)

Autoevaluación 8

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	F	Los procesos de conformado de plástico son más económicos debido a que el procesamiento del plástico emplea temperaturas menores que otros materiales.
2	V	El proceso de extrusión comienza con la alimentación del material en una tolva en forma de pellets hacia un barril de extrusión. En el barril, los pellets se calentarán y se fundirán para fluir a través de un troquel que funciona con un tornillo rotatorio.
3	V	El tornillo está configurado por tres secciones: alimentación, compresión y medición. La configuración triseccional se ha diseñado estratégicamente para dividir y especializar las funciones del tornillo, optimizando así cada etapa del proceso. Esto no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también contribuye a la calidad y consistencia del producto final en aplicaciones específicas.
4	F	El moldeo por inyección inicia con el cierre del molde, luego se introduce el plástico fundido en la cavidad del molde mediante un tornillo o pistón.
5	V	La elección del moldeo por soplado y extrusión para las botellas de plástico se basa en la eficiencia, versatilidad y capacidad de adaptación a las propiedades específicas del plástico. Inspirado en el proceso de moldeo por soplado del vidrio, este método ha evolucionado para satisfacer las demandas de la industria del envasado de manera efectiva.
6	F	El termoformado se considera como un proceso de conformación secundario. Solamente se aplica a termoplásticos.
7	b	El termoformado al vacío fue el primer método de termoformado y utiliza una presión negativa para empujar una hoja precalentada contra la cavidad de un molde. Aunque han surgido otros métodos de termoformado más avanzados con el tiempo, el termoformado al vacío sigue siendo una opción viable y eficiente en muchas aplicaciones, respaldada por su simplicidad y versatilidad.
8	d	El proceso de fundición utiliza moldes más sencillos y económicos. El material fundido no tiene esfuerzos residuales y es utilizado para la producción de lotes pequeños.
9	c	Las espumas de polímero son materiales compuestos de una matriz de polímero y gas que les confiere propiedades únicas como baja densidad y aislamiento térmico.

Autoevaluación 8

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
10	b	Se considera la expansión térmica sobre el diseño por los cambios dimensionales que puede tener el producto final por las variaciones de temperatura.

[Ir a la autoevaluación](#)

Autoevaluación 9

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	F	Las cerámicas son materiales duros y frágiles con una estructura cristalina altamente ordenada.
2	F	La pulverización consiste en reducir la materia prima mediante técnicas como el triturado y la molienda. Es el primer paso para la elaboración de cerámicas.
3	V	Los molinos de martillos se utilizan para romper grandes trozos de material provenientes de la mina.
4	V	El uso de mezclas ligeras con un contenido de agua entre el 25 % y el 40 % en el proceso de vaciado deslizante se selecciona cuidadosamente para optimizar la fluidez, trabajabilidad y reproducción de detalles, mejorando así la eficiencia y calidad del resultado final.
5	F	El formado plástico se considera un proceso manual y mecanizado que utiliza materiales más fáciles de formar.
6	V	Al momento de eliminar el agua del cuerpo de la pieza se producen contracciones. El secado se produce en dos etapas, en la primera etapa existe un riesgo de deformación y agrietamiento. En la segunda etapa la pieza ya no se contrae.
7	a	La etapa de cocimiento de las cerámicas tradicionales permite aportar dureza y resistencia a la pieza. Esta etapa se realiza en un horno.
8	c	Las cerámicas nuevas utilizan compuestos químicos más simples como óxidos, carburos y nitruros. Estos compuestos no adquieren plasticidad al mezclarlos con agua.
9	d	El secado por congelación se caracteriza por disolver las sales de un producto químico en agua y la solución resultante se rocía para formar gotas pequeñas que son rápidamente congeladas. Luego, se remueve la humedad del material en una cámara de vacío.
10	c	La etapa de formado de nuevas cerámicas utiliza procesos como el prensado caliente, prensado isostático y los procesos bisturí.

[Ir a la autoevaluación](#)

Autoevaluación 10

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	V	Los procesos de servicios, a diferencia de los procesos industriales, entregan un “producto” que no puede ser medido en función de sus características, utilidad o funcionalidad. En este caso, los servicios buscan resolver una necesidad del cliente en un momento puntual y se medirá en el nivel de satisfacción del cliente luego de recibir el servicio.
2	V	El cliente al solicitar un servicio es el elemento principal porque sin la “orden” del cliente, el servicio no comienza.
3	F	Los servicios pueden ofrecerse en múltiples ubicaciones y horarios, lo que implica la gestión de la demanda y capacidad para satisfacer las necesidades de los clientes en diferentes momentos.
4	V	Diagramar el proceso permite conocer a detalle su desarrollo. Además, ayuda a identificar las potenciales áreas de mejora.
5	V	El establecimiento de estándares en la documentación del proceso permite dar formalidad. Esto permitirá que la entrega del servicio sea consistente.
6	F	Los rombos en el mapeo de procesos indican una bifurcación o decisión en esa etapa.
7	d	La automatización de los procesos ayuda a reducir las actividades repetitivas mediante el uso de tecnología. Además, disminuye el % de error causado por la intervención humana.
8	c	La automatización de tareas repetitivas permite eliminar las tareas manuales y repetitivas que no requieren una toma de decisiones en quien las realiza.
9	a	La automatización en la administración de recursos humanos y contabilidad se implementa para optimizar procesos, mejorar la calidad del trabajo, reducir errores y permitir que el personal se enfoque en actividades más estratégicas y especializadas.
10	c	La resistencia al cambio es una dificultad de la automatización. En las organizaciones, los trabajadores pueden presentar dificultades en la utilización o implementación de la tecnología en sus actividades.

[Ir a la autoevaluación](#)

Autoevaluación 11

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	F	Juran considera que la calidad es la “aptitud para el uso”. Es decir, el producto debe ser adecuado para su propósito y debe satisfacer las necesidades del cliente.
2	F	La calidad está orientada a satisfacer las necesidades del cliente.
3	F	La atracción y satisfacción de los clientes corresponden a un enfoque de las características del producto. Mientras más características cumpla el producto, más atractivo será para el cliente.
4	V	Asegurar el cumplimiento de requisitos y la eliminación de defectos o fallas en el proceso es uno de los objetivos del control de calidad.
5	V	La capacidad de una empresa en términos de calidad se refiere a los recursos disponibles que tiene la organización para satisfacer las necesidades del cliente.
6	V	Las gráficas de control permiten establecer límites máximos y mínimos para controlar la variabilidad del proceso.
7	c	Los costos de calidad son el resultado de asegurar la calidad del producto y lo que la empresa debe asumir por las deficiencias en sus procesos.
8	a	La mala calidad se entiende como la deficiencia de administrar correctamente los recursos. Mientras más deficiencias existen, los costos de no calidad aumentan.
9	d	Los costos por fallas internas se originan como resultado de la vigilancia y control de calidad internos, con el objetivo de garantizar que los productos cumplen con los estándares antes de llegar a los clientes, promoviendo así la eficiencia y la satisfacción del cliente.
10	b	La norma ISO 9001 describe todos los requisitos aplicables a cualquier organización para demostrar su capacidad de proporcionar productos que cumplen los requisitos de los clientes.

Ir a la
autoevaluación

Autoevaluación 12

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	V	Los tres grupos de contaminantes estudiados por la higiene industrial son los físicos, químicos y biológicos.
2	F	El microorganismo es el agente infeccioso capaz de producir una infección o enfermedad infecciosa, dependerá de diversos factores para determinar su gravedad.
3	V	El contaminante químico en estado sólido, líquido o gaseoso puede causar alteraciones en la salud de las personas.
4	F	Los contaminantes biológicos se clasifican en cinco grupos: virus, bacterias, protozoos, hongos y endoparásitos.
5	F	En el proceso de detección de agentes químicos se utilizan: aparatos de lectura directa, tubos colorimétricos y toma de muestra y análisis de laboratorio.
6	V	Los primeros equipos para la toma de muestras fueron desarrollados con agentes químicos. A partir de ellos, se utilizan como referencia para la elaboración de equipos para el muestreo de agentes biológicos.
7	d	El proceso de medición de contaminantes biológicos inicia con la captación de la muestra, se forma el cultivo y se envía al laboratorio para el análisis de esta.
8	a	Los agentes químicos pueden ser absorbidos por el cuerpo humano mediante la vía respiratoria, digestiva, dérmica y parenteral.
9	d	Del tamaño de las partículas depende el tiempo de permanencia en el aire del contaminante y el riesgo de inhalación.
10	c	Se deben establecer procedimientos de trabajo y medidas técnicas adecuadas para la gestión de residuos biopeligrosos.

[Ir a la autoevaluación](#)



5. Referencias bibliográficas

- Bravo, J. (2009). Gestión de Procesos (con Responsabilidad Social). En Editorial Evolución (Vol. 3).
- Carrasco, M., García, L., & Núñez, J. (2012). Instalaciones eléctricas básicas. Ediciones Parainfo.
- Castro, Á. (2023). Moldeo por inyección de plásticos: inyectoras, materiales y tendencias. *Plastics Technology México*. <https://www.pt-mexico.com/articulos/moldeo-por-inyeccion-de-plasticos-principios-y-mejores-practicas>
- Cengel, Y., & Cimbala, J. (2006). *Mecánica de fluidos: fundamentos y aplicaciones*. Mc Graw Hill.
- Cengel, Y., & Cimbala, J. (2011). *Transferencia de Calor y de Masa: fundamentos y aplicaciones*. Mc Graw Hill.
- Coll, F. (2020). Capacidad de producción. *Economipedia*. <https://economipedia.com/definiciones/capacidad-de-produccion.html>
- Groover, M. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna (Tercera)*. Mc Graw Hill.
- Gutiérrez, H. (2010). *Calidad total y productividad (Tercera)*. Mc Graw Hill.
- Gutiérrez, H., & De la Vara, R. (2013). *Control estadístico de la calidad y seis sigma (Tercera ed)*. Mc Graw Hill.
- Interempresas. (2023). El proceso Lost Foam con modelos de poliestireno expandido. Interempresas. <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/2840-El-proceso-Lost-Foam-con-modelos-de-poliestireno-expandido.html>
- ITACA. (2006). *Riesgos químicos y biológicos ambientales*. Marcombo.

- Kalpakjian, S., & Schmid, S. (2002). Manufactura, ingeniería y tecnología (G. Trujano & J. Bonilla (eds.); Cuarta). Pearson Educación. Recuperado de [enlace web](#)
- López, F. (2016). Tercera Revolución Industrial. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/tercera-revolucion-industrial.html>
- Mallar, M. (2010). La gestión por procesos: un enfoque de gestión eficiente. Visión del futuro, 13(1). http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-87082010000100004
- Marpa Vacuum. (2023). Fundición al vacío o vacuum casting: una técnica de fabricación versátil para piezas de alta calidad. Comunicación Marpa Vacuum. <https://marpavacuum.com/fundicion-al-vacio-o-vacuum-casting/>
- Parra, C., Bello, R., & Rodríguez, Y. (2022). Procesos de servicios: tendencias modernas en su gestión (Segunda, Número April). Editorial Humus.
- Puebla, J. (2003). Manual de buenas prácticas en refrigeración. Imprenta Negrín Central. https://www.academia.edu/30793598/Manual_de_Buenas_Practicas_en_Refrigeracion
- Puértolas, J. A., Ríos, R., & Castro, M. (2016). Tecnología de los materiales en ingeniería (Primera). Editorial Síntesis.
- Serway, J. (2005). Física para ciencias e ingeniería. Thomson.
- Steel-Foundry. (2020). Proceso de fundición de metales. Steel-Foundry. <https://es.steel-foundry.com/blog/metal-casting-process/>
- Ulbrinox. (2021). ¿Cómo afecta la estructura del grano de los metales en la cinta enrollada al conformado de una pieza? <https://www.ulbrinox.com.mx/blog/como-afecta-la-estructura-del-grano-de-los-metales-en-la-cinta-enrollada-al-conformado-de-una-pieza>