

M4

UF1 – UF2 Disseny de motlles i models de fosa

Que es la fundición?

- ▶ Se denomina fundición al proceso de fabricación de piezas, comúnmente metálicas pero también de plástico, consistente en fundir un material e introducirlo en una cavidad (vaciado), llamada molde, donde se solidifica.
- ▶ El proceso más común es la fundición en arena, por ser ésta un material refractario muy abundante en la naturaleza y que, mezclada con arcilla, adquiere cohesión y maleabilidad sin perder la permeabilidad que posibilita evacuar los gases del molde al tiempo que se vierte el metal fundido. La fundición en arena consiste en colar un metal fundido, típicamente aleaciones de hierro, acero, bronce, latón y otros, en un molde de arena, dejarlo solidificar y posteriormente romper el molde para extraer la pieza fundida.

Tipos de fundición

Fundición gris: esta se lleva a cabo en hierro. Lo que caracteriza a este procedimiento es que la mayor parte del contenido es de carbono y adquiere forma de escamas o láminas de grafito. Y son estas justamente las que le dan al hierro su color y propiedades deseables, como pueden ser que resultan fáciles de maquinar, tiene capacidad de templado y buena fluidez para el colado. Pese a esto, las fundiciones grises son quebradizas y de baja resistencia a la tracción



Tipos de fundición

Fundición nodular: se produce en hornos cubilotes, con la fusión de arrabio y chatarra mezclados con coque y piedra caliza. La mayor parte del contenido de carbono en el hierro nodular tiene forma de esferoides. Para producir la estructura nodular el hierro fundido que sale del horno se inocula con materiales como magnesio o cerio. Esto produce cualidades deseables como elevada ductilidad, además de buen maquinado, fluidez para la colada, resistencia, así como también tenacidad



Tipos de fundición

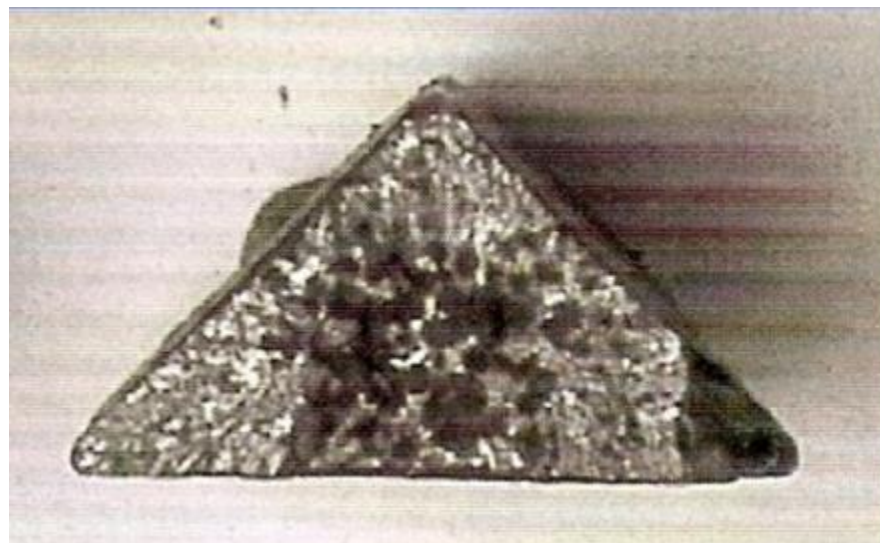
Fundición maleable: se trata de hierros producidos a partir del tratamiento térmico de la denominada fundición blanca, la cual es sometida a rígidos controles que dan por resultado una microestructura en la que gran parte del carbono se combina con cementita. La fundición blanca se usa en cuerpos moledores gracias a su resistencia significativa al desgaste. Su veloz enfriamiento ayuda a evitar la grafitización de la cementita aunque si se calienta la pieza colada a una temperatura de 870°C, el grafito se forma adoptando una forma característica denominada “carbono de revenido”, resultando la fundición maleable.

Se suele utilizar para tuberías y para la industria del automóvil.



Tipos de fundición

Fundición atruchada: en este caso, tiene una matriz de fundición blanca combinada parcialmente con fundición gris. El carbono se encuentra libre y combinado, siendo difícilmente maquinable. Poca aplicación en la industria.



Tipos de fundición

Fundición aleada: contienen Ni, Cr, Mo, Cu, etc., en porcentajes suficientes para mejorar las propiedades mecánicas de las fundiciones ordinarias o alguna otra propiedad especial, como alta resistencia al desgaste, alta resistencia a la corrosión, al calor etc.

- Ciertos elementos como el silicio, aluminio, níquel y cobre, que se disuelven en la ferrita, la endurecen y la hacen incrementar su resistencia. Son elementos que ayudan a la grafitización.
- Otros elementos como pueden ser por ejemplo el cromo, manganeso y molibdeno son formadores de carburos, resultan elementos que tienden a conformar fundición blanca en vez de gris, y complican así la grafitización.



Bronce



Latón



Acero
Galvanizado



Acero
inoxidable

Tipos de fundición

Usadas para moldes permanentes

- **Fundición hueca** - Se forma un hueco al invertir el molde, después que el metal ha solidificado parcialmente en la superficie del molde, drenando así el metal líquido del centro. Se usa con metales de bajo punto de fusión como plomo, zinc y estaño. Aplicaciones: estatuas, pedestales de lámparas y juguetes.
- **Fundición a baja presión** - La presión usada para inyectar el metal es de 5 psi. Sus ventajas son la introducir el metal limpio desde el centro del crisol, en lugar del metal expuesto al aire. Se reduce la porosidad producida por el gas y los defectos generados por la oxidación y se mejoran las propiedades mecánicas.
- **Fundición con molde permanente al vacío** - Se usa vacío para introducir el metal fundido a la cavidad del molde. Se reduce la porosidad del aire. Se obtiene un producto más resistente.

Propiedades de la fundición

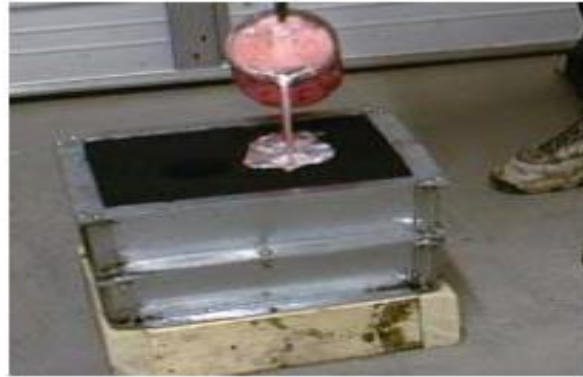
El empleo de la fundición para la fabricación de piezas para usos muy diversos, ofrece, entre otras las siguientes ventajas:

- Las piezas de fundición son, en general más baratas que las de acero, y su fabricación es también más sencilla por emplearse instalaciones menos costosas y realizarse la fusión a temperaturas relativamente poco elevadas, siendo menores que las correspondientes a los aceros.
- Las fundiciones son, en general, mucho más fáciles de mecanizar que los aceros.
- Se pueden fabricar con relativa facilidad piezas de grandes dimensiones y también piezas pequeñas y complicadas, que se pueden obtener con gran precisión de formas y medidas, siendo además en ellas mucho menos frecuentes la aparición de zonas porosas que en las piezas fabricadas con acero fundido.

Propiedades de la fundición

- Para numerosos elementos de motores, maquinaria, etc., son suficientes las características mecánicas que poseen las fundiciones. Su resistencia a la compresión es muy elevada (50 a 100 Kg./mm²) y su resistencia a la tracción (12 a 90 Kg./mm²) es también aceptable para muchas aplicaciones. Tienen buena resistencia al desgaste y absorben muy bien (mejor que el acero) las vibraciones de máquinas, motores, etc., a que a veces están sometidas.
- Su fabricación exige menos precauciones que la del acero.
- Como la temperatura de fusión de las fundiciones es bastante baja, se pueden sobrepasar con bastante facilidad, por lo que en general suele ser bastante fácil conseguir que las fundiciones de estado líquido tengan gran fluidez, y con ello se facilita la fabricación de piezas de poco espesor. En la solidificación presentan mucha menos contracción que los aceros y además su fabricación no exige como en la de los aceros, el empleo de refractarios relativamente especiales.
- En el caso particular de la fundición nodular, posee excelentes características y en muchos casos llegan a ser una gran competencia para el acero.

Proceso de la fundición



1. Se vierte el aluminio fundido en un molde cerrado



2. Se abre el molde y se saca la pieza.

Tipos de moldes

Molde abierto

El metal líquido se vacía hasta llenar la cavidad abierta.

Molde cerrado

Una vía de paso llamada sistema de vaciado permite el flujo de metal fundido desde fuera del molde hasta la cavidad

Molde permanente:

Se puede usar muchas veces para producir fundiciones en cantidad. Se hacen de metal y de refractario cerámico que puede soportar las altas temperaturas.

Consta de dos o más partes para abrirse y sacar las partes terminadas.

Molde desechable:

El molde donde se solidifica el metal debe ser destruido para remover la fundición.

Materiales: arena o yeso con aglomerantes.

Tipos de moldes desechables

- **Moldes de arena** - Es uno de los pocos procesos adecuado para metales férreos (Acero o fundición), níquel o titanio, ya que poseen temperaturas de fusión muy altas para fabricarse con moldes permanentes o desechables de yeso. Además de los citados materiales, este proceso se utiliza también para la fusión de aleaciones de cobre (tales como bronce), aluminio y sus aleaciones. En cambio sería inapropiado para grandes series de piezas de metales no férreos o que precisen de cierta precisión dimensional (piezas que no queramos mecanizar o hacerlo mínimamente posteriormente.) Los moldes pueden realizarse manualmente para pequeñas series o automatizarse para series mayores.

Tipos de moldes desechables

- **Moldes de yeso** - Estos moldes están realizados con yeso y con aditivos como arena o talco para aumentar su resistencia, reducir agrietamientos y controlar la contracción y la velocidad de fraguado. Los moldes se construyen a partir de modelos de plástico o metal, vertiendo el yeso humedecido, dejándolo fraguar 20 minutos y cociéndolo posteriormente para deshidratarlo. Las ventajas de este tipo de moldes es el buen acabado superficial, la precisión dimensional y que pueden realizarse piezas de muy poco espesor, las desventajas del método es que la humedad del molde debe controlarse rigurosamente para no se produzcan defectos en la pieza por exceso de agua o se agriete por defecto y que debido a la impermeabilidad del yeso los gases son difícilmente expulsables, pudiéndose crear imperfecciones en la pieza.

Tipos de moldes desechables

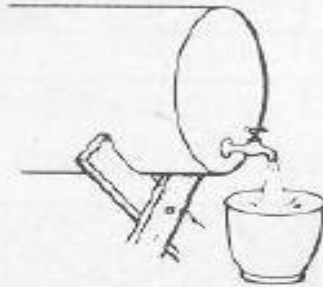
- **Moldes cerámicos** - Son similares a los moldes de yeso pero con la ventaja de que al fabricarse con materiales cerámicos refractarios pueden utilizarse para el moldeo de materiales férricos. Se utilizan para producir piezas con buena precisión dimensional y acabado superficial.

Tipos de moldes desechables

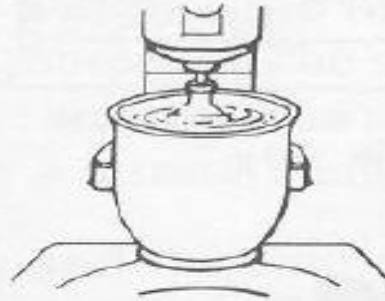
MOLDES CERAMICOS - SHAW



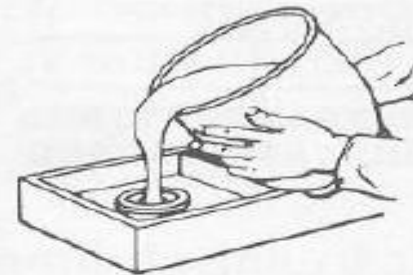
Harinas de Zr



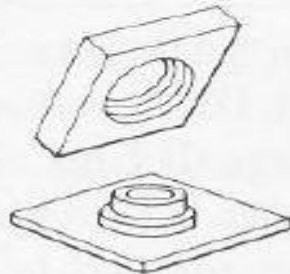
Ligante liquido
Silicato de etilo



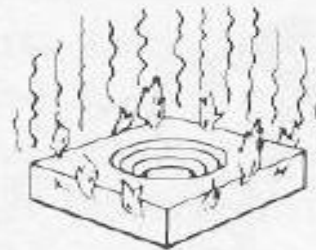
Mezclado de ambas
+
agente de gelado



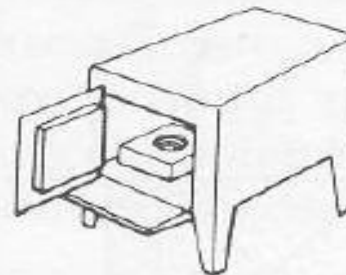
Colado barro cerámico
sobre modelo
t gelado: 2-3 min



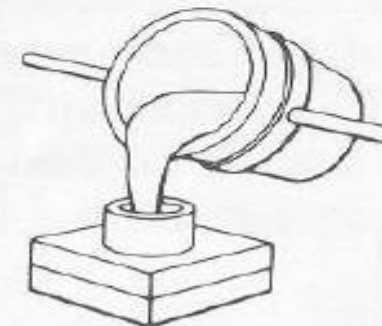
Desmodelado/ desmoldado
molde cerámico



Quemado con
llama directa
"microfisuras"



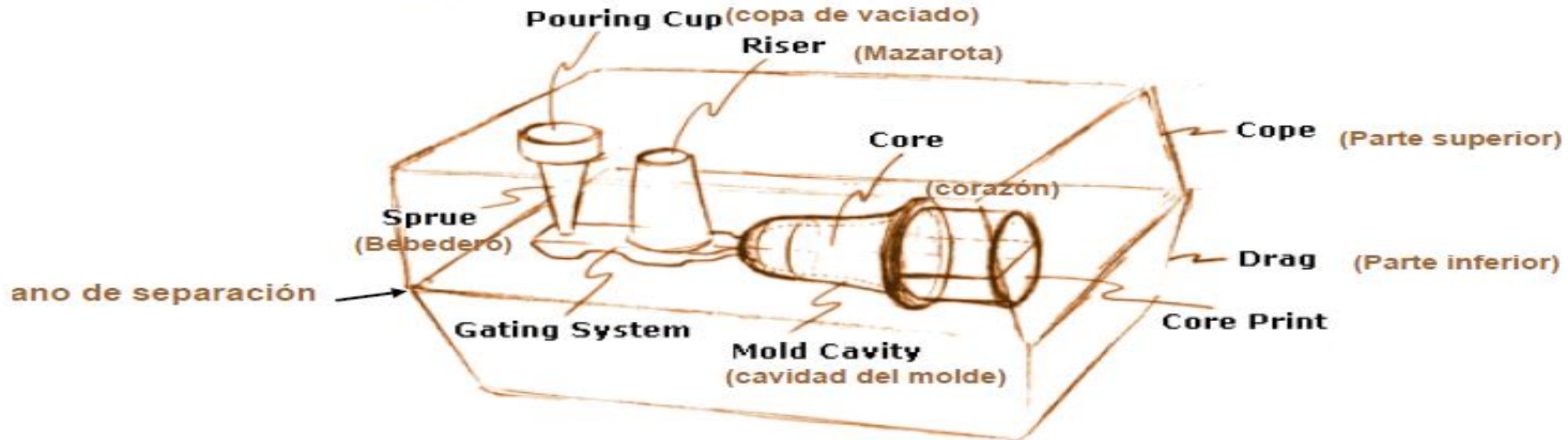
Sinterizado
Mejoramiento PM
+
precalentado molde



Colada

Fundición en arena

Consiste en vaciar un metal fundido en un molde de arena, dejarlo solidificar y romper el molde después de remover la fundición. Después se hace un proceso de limpieza o tratamiento térmico.



Modelo: se fabrica en madera, metal o plástico y se sobredimensiona para permitir la contracción del metal cuando este se solidifica y enfría.

Cavidad del molde: proporciona las superficies externas de la fundición y puede tener superficies internas que se definen por medio de un **corazón**.

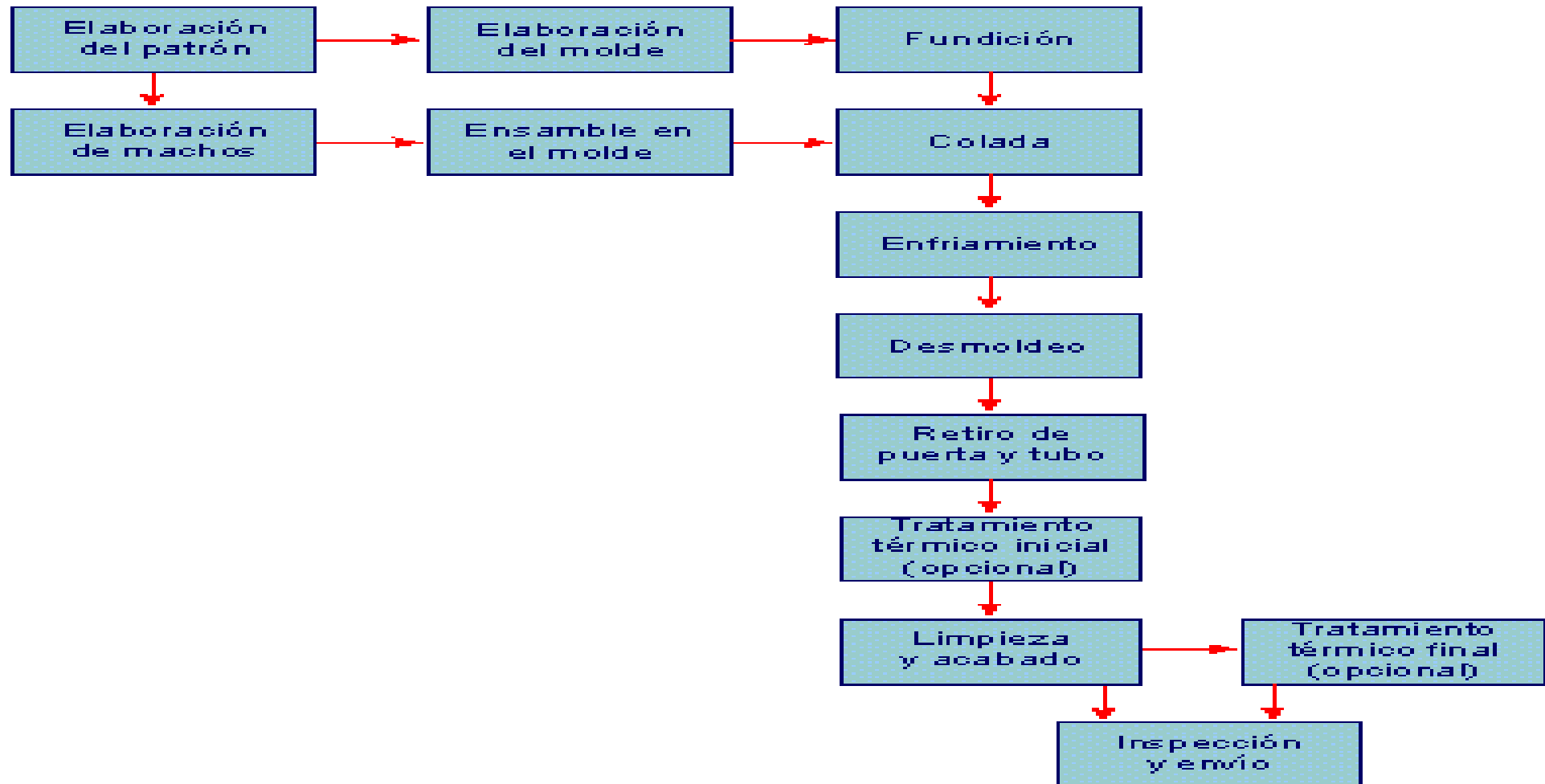
Copa de vaciado: minimizar las salpicaduras y la turbulencia de metal que fluye en el bebedero.

Mazarota: reserva en el molde que sirve como fuente del metal líquido para compensar la

Video de fundición en arena

<https://www.youtube.com/watch?v=fB3eGpt-b0M>

Descripción del proceso de fundición en arena



Tipos de modelos para fundición en arena

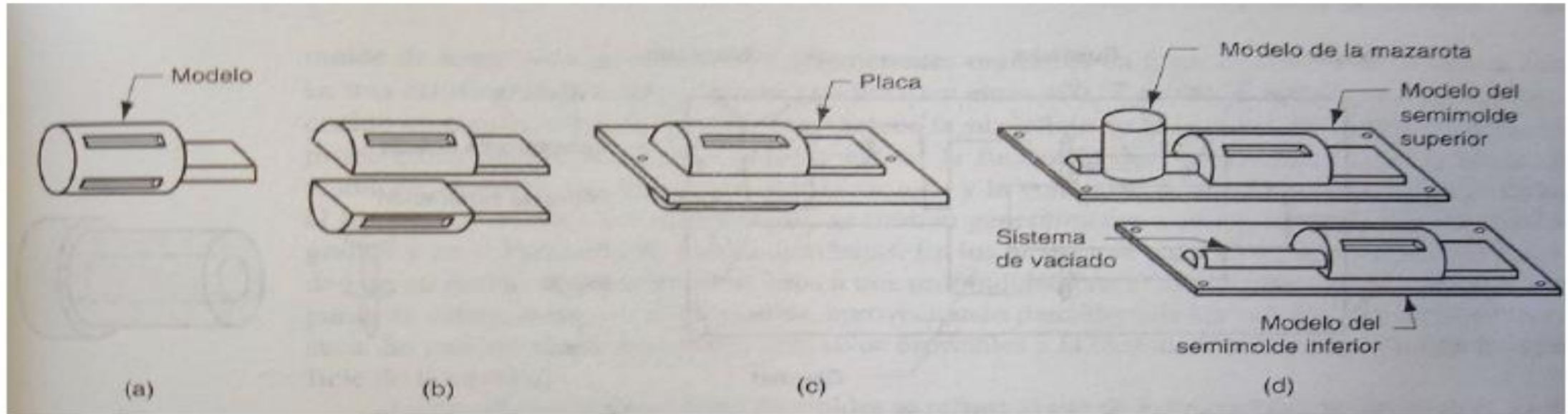
Materiales con que se construyen: madera, plástico y metal. Se selecciona de acuerdo al volumen de piezas a producir. El modelo se **sobredimensiona** por la contracción.

- **Modelo sólido:** una sola pieza.
- **Modelo dividido:** dos piezas que separan la pieza a lo largo de un plano.
- **Modelo con placa de acoplamiento:** las dos piezas del molde se adhieren a los lados opuestos de una placa de madera o metal. Los agujeros de la placa permiten una alineación precisa entre la parte superior y el fondo del molde.
- **Modelo con doble placa de acoplamiento:** Las mitades del patrón se pegan a placas separadas. Cada sección del molde se pueden fabricar por separado.

Tipos de arena de moldeos

- **Refractariedad:** Debe resistir altas temperaturas ya que está en contacto con el metal fundido. El sílice resiste altas temperaturas.
- **Plasticidad:** Se debe adaptar a la forma del modelo. Esto dependerá de la finura y calidad de sus granos, la cantidad de arcilla y la humedad de esta. Debe tener cierta fluencia en el desmoldeo en las superficies con despullas.
- **Permeabilidad:** Es la propiedad de dejar evacuar los gases de la colada a través suyo, muy importante para evitar los poros internos en las piezas. Depende del tamaño y regularidad de los granos de arena, la cantidad de arcilla, la intensidad de apisonado. Esta permeabilidad puede incrementarse realizando agujeros para salida de gases o secándolas.
- **Cohesión:** Deben conservar en todo momento la forma de la cavidad y tener cierta resistencia, por lo que se utilizan aditivos aglutinantes orgánicos, resinas fenólicas o resinas foránicas.

Tipos de modelos para fundición en arena



- a. Modelo sólido.
- b. Modelo dividido
- c. Modelo con placa de acoplamiento
- d. Modelo de doble placa superior e inferior

Propiedades y tipos de moldes para fundición de arena

Proporción típica: 90% de arena, 3% de agua, y 7% de arcilla. (resinas fenólicas o silicato y fosfato de sodio). Los aditivos (opcionales) mejoran la resistencia y permeabilidad del molde.

- **Molde de arena verde** - Arena + arcilla + agua, Buena resistencia, retractsibilidad, permeabilidad, reutilización, bajo coste, la humedad puede causar defectos.
- **Molde de arena seca** - Aglomerantes orgánicos reemplazan la arcilla, El molde se cuece entre 204°C y 316°C para endurecer la superficie de la cavidad, Mejor control dimensional, Alto costo, Menor velocidad de producción por el tiempo de secado, se usa para fundiciones medianas o grandes y bajas series de producción.

Fundición a baja Presión

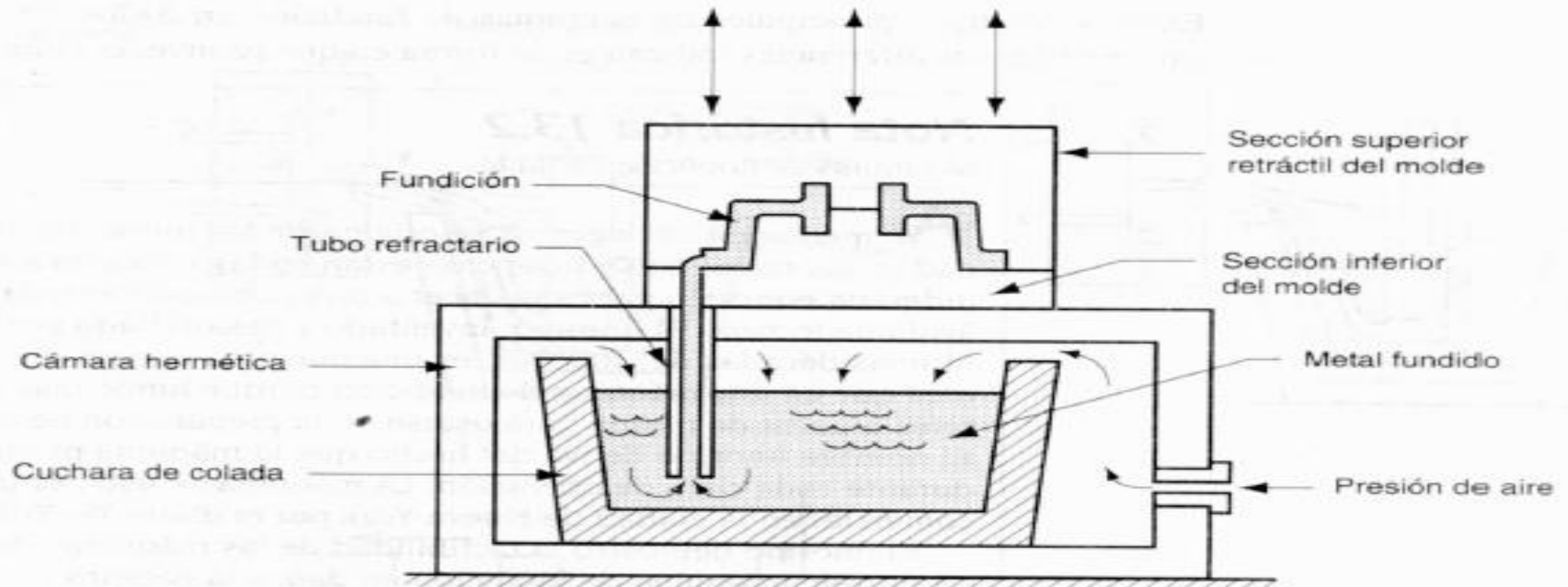


FIGURA 13.11 Fundición a baja presión. El diagrama muestra cómo se usa la presión de aire para forzar el metal fundido, dentro de la cuchara de colada, hacia la cavidad del molde. La presión se mantiene hasta que solidifica la fundición.

Fundición en cámara caliente

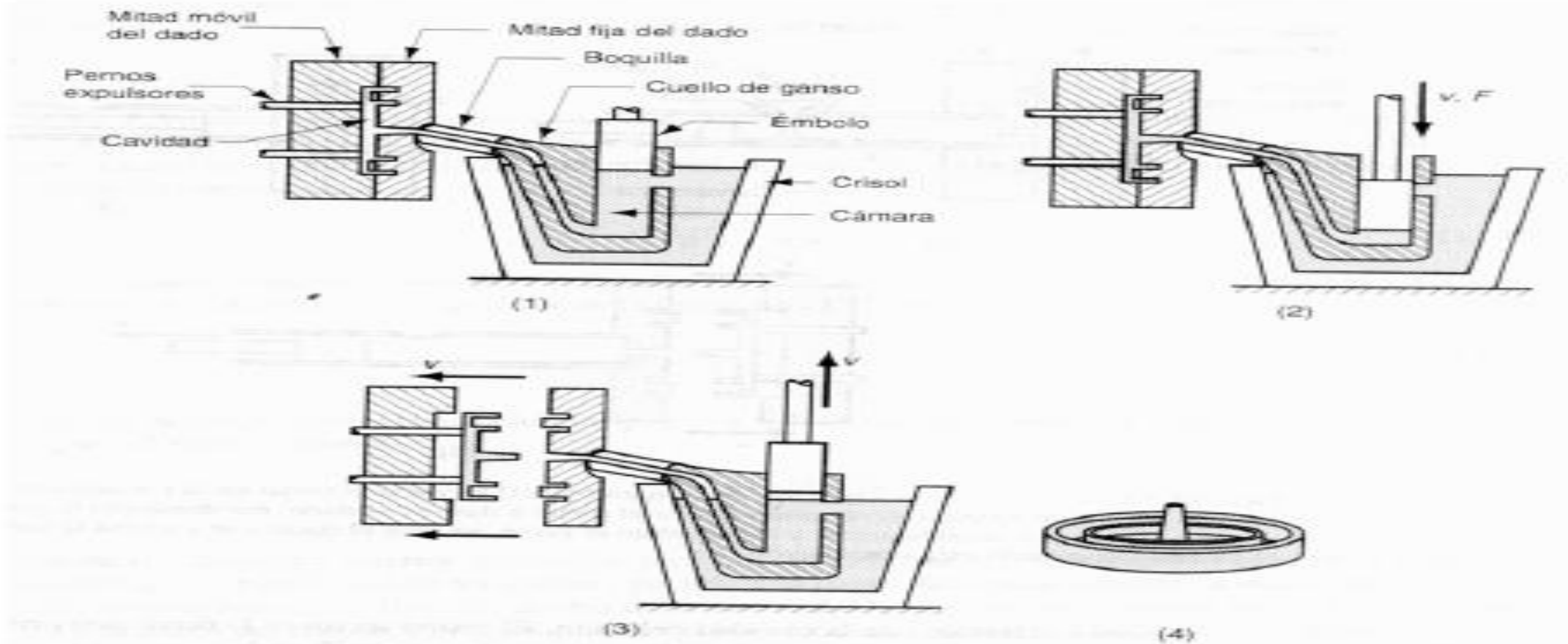


FIGURA 13.13 Ciclo de la fundición en cámara caliente: (1) el metal fluye en la cámara con el dado cerrado y el émbolo levantado; (2) el émbolo fuerza al metal de la cámara a fluir hacia el dado, manteniendo la presión durante el enfriamiento y la solidificación, y (3) se levanta el émbolo, se abre el dado y se expulsa la parte solidificada. La parte terminada se muestra en (4).

Fundición en cámara fría

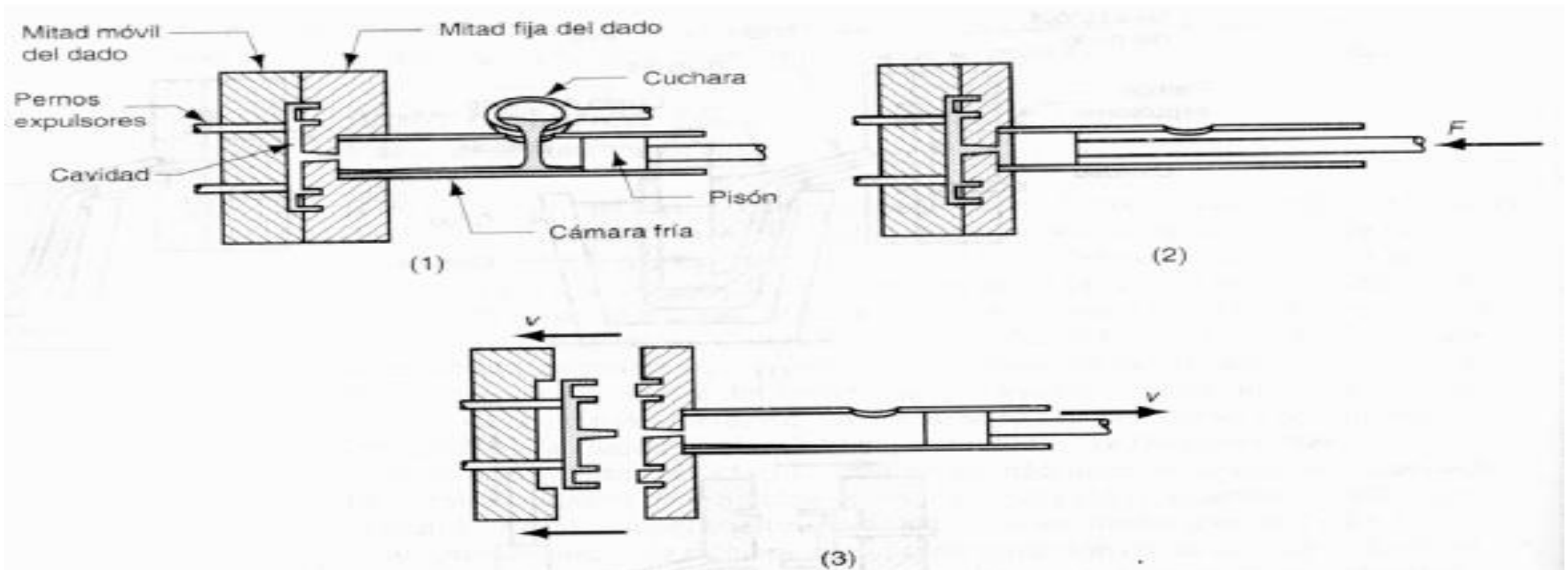
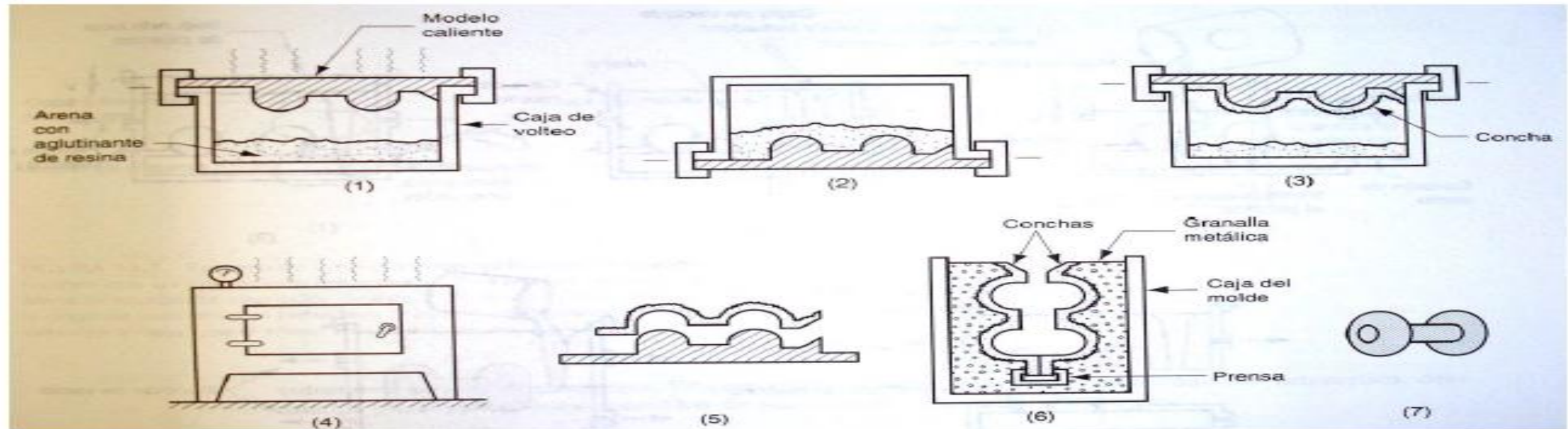


FIGURA 13.14 Ciclo de la fundición en cámara fría: (1) se vacía el metal en la cámara con el dado cerrado y el pisón retraído; (2) el pisón fuerza al metal a fluir en el dado, manteniendo la presión durante el enfriamiento y la solidificación; y (3) se retrae el pisón, se abre el dado y se expulsa la fundición. El sistema de vaciado está simplificado.

Fundición con moldes desechables

Moldeo en concha



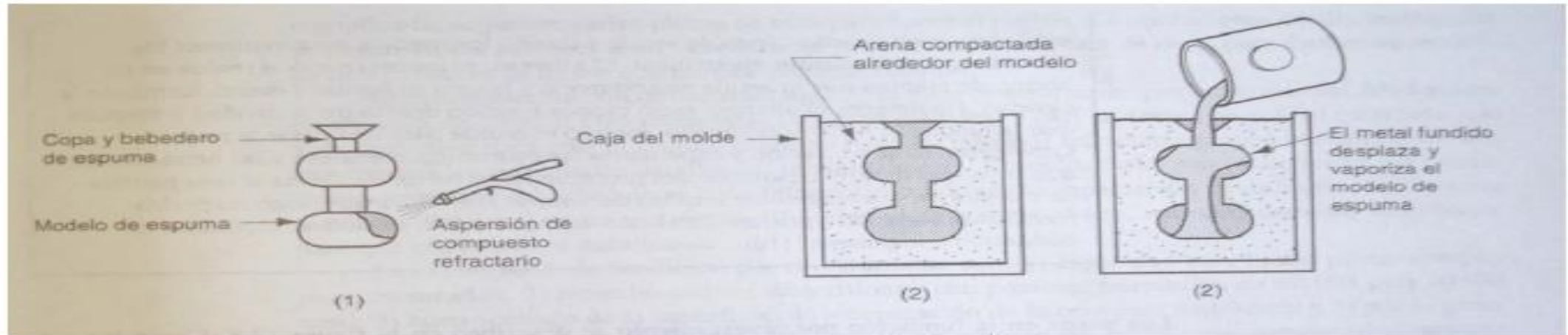
Molde: concha delgada (3/8 pulg) de arena aglutinada y resina termofija.

Ventajas: Mejor acabado superficial de la pieza final (la superficie de la cavidad del molde es más lisa que el molde convencional de arena verde) Buena precisión dimensional con tolerancias posibles de 0,25 μm .

Desventajas: costo del patrón de metal comparado con el de arena verde

Fundición con moldes desechables

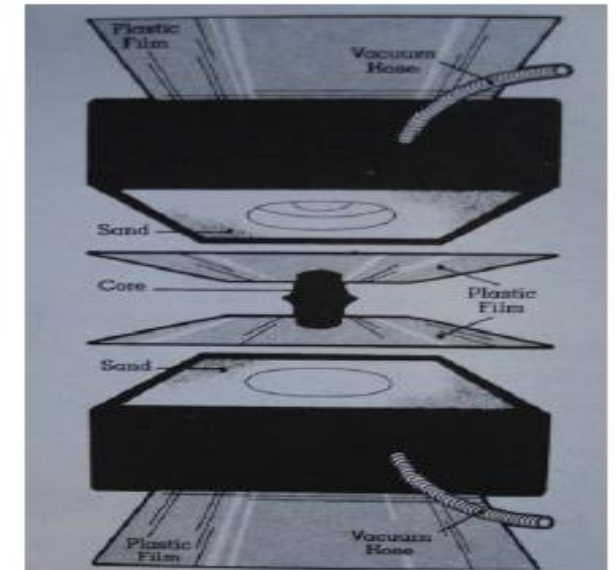
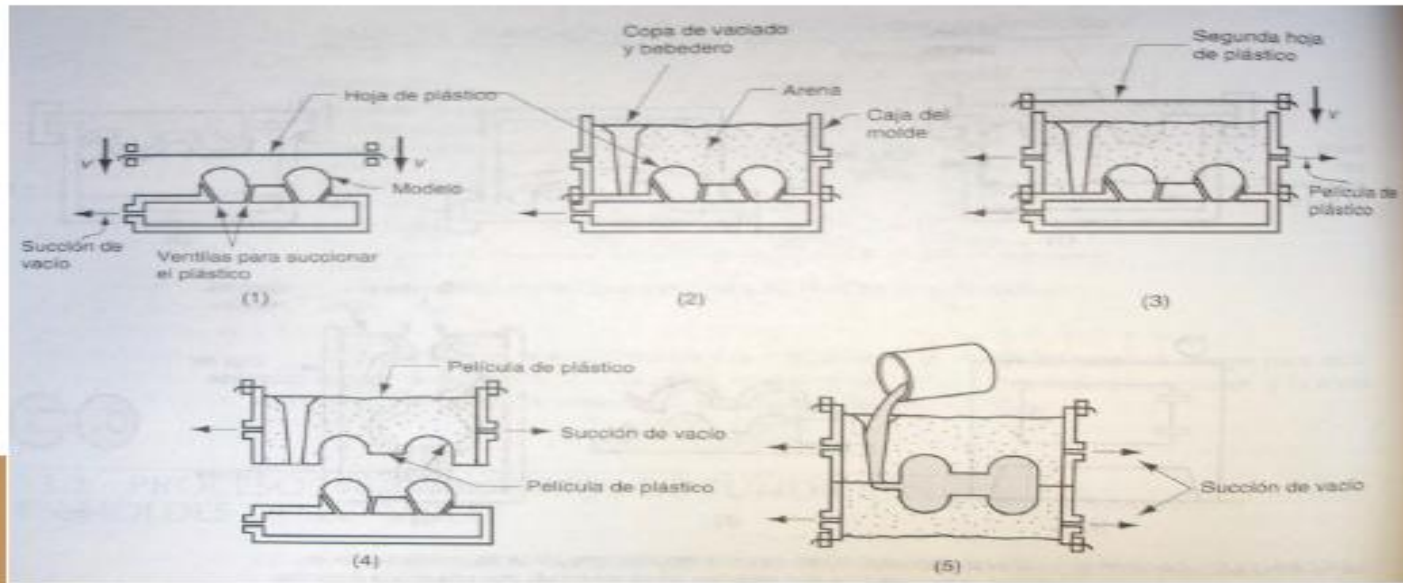
Moldeo con poliestireno expandido



- **Molde:** arena compactada alrededor de un patrón de espuma de poliestireno que se vaporiza al vaciar el metal fundido dentro del molde.
- **Modelo:** de PS incluye bebedero de colada, sistema de vaciado y mazarotas, se puede obviar las consideraciones del plano de separación, se puede cubrir el modelo con un material refractario para dar una superficie más lisa y resistencia a alta temperatura.
- **Ventaja:** el modelo no necesita removerse del molde.
- **Desventaja:** se necesita un nuevo patrón para cada fundición.
- **Aplicación:** fundición de motores producidos en masa.

Fundición con moldes desechables

Moldeo al vacío



- **Molde:** es de arena que se mantiene unida por presión al vacío en lugar de aglutinante químico.
- **Ventaja:** se recupera la arena porque no se usan aglutinantes y no hay defectos asociados a la humedad porque la arena no se mezcla con agua.
- **Desventaja:** lentitud y no es fácilmente adaptable a la mecanización.

Fundición con moldes desechables

Moldeo por revestimiento o a la cera perdida

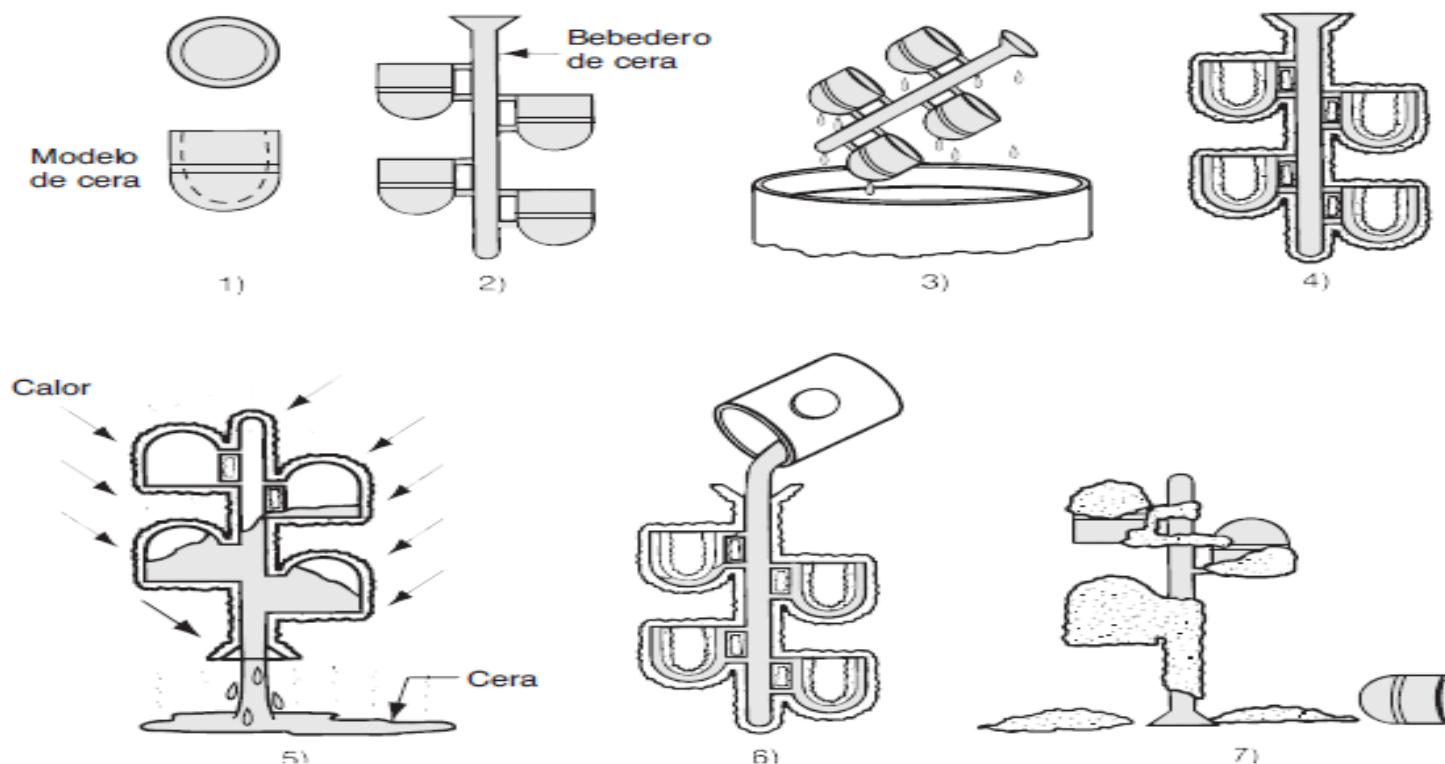
Este proceso ha permitido aumentar la gama de posibilidades en la concepción de piezas para diferentes industrias. Se pueden producir piezas más complejas que exigen combinaciones de detalles de configuración, terminaciones de superficies específicas y tolerancias muy pequeñas. Con bajo costo se pueden maquinar las piezas modificando fácilmente su forma.

- **Modelo:** es de cera que se recubre con un material refractario (inmersión del árbol patrón en un lodo de sílice u otro refractario de grano muy fino mezclado con yeso que sirve para unir el molde. Luego la cera se funde y se evacua antes de vaciar el metal fundido. La fabricación de modelos se hace vaciando o inyectando cera caliente en un dado maestro.
- **Ventaja:** se pueden hacer piezas de alta precisión dimensional e intrincados detalles, estrecho control dimensional, buen acabado superficial, recuperación de la cera perdida para utilizarla, no se requiere maquinado adicional, pueden fundirse todo tipo de metales: aceros inoxidables, aceros, metales preciosos.
- **Desventajas:** puede llegar a ser costoso pero al final puede salir rentable.

Fundición con moldes desechables

Moldeo por revestimiento o a la cera perdida

FIGURA 11.8 Etapas de la fundición por revestimiento:
1) se producen los modelos de cera; 2) se unen varios modelos a un bebedero para formar un árbol con ellos; 3) el árbol de modelos se recubre con una capa delgada de material refractario; 4) se forma el molde con el árbol recubierto con material refractario suficiente para volverlo rígido; 5) se mantiene el molde en posición invertida y se calienta para fundir la cera y permitir que salga de la cavidad; 6) el molde se precalienta a temperatura elevada, lo que garantiza que todos los contaminantes del molde se eliminen; eso también permite que el metal líquido fluya con más facilidad dentro de la cavidad detallada; se vierte el metal fundido; se solidifica; y 7) se rompe el molde del fundido terminado. Se separan las partes del bebedero.



Video moldeo a la cera perdida

https://www.youtube.com/watch?v=mw_dAMwx_mY

Fundición con moldes desechables

Moldeo por revestimiento o a la cera perdida



Materia prima: cera



Formado del modelo

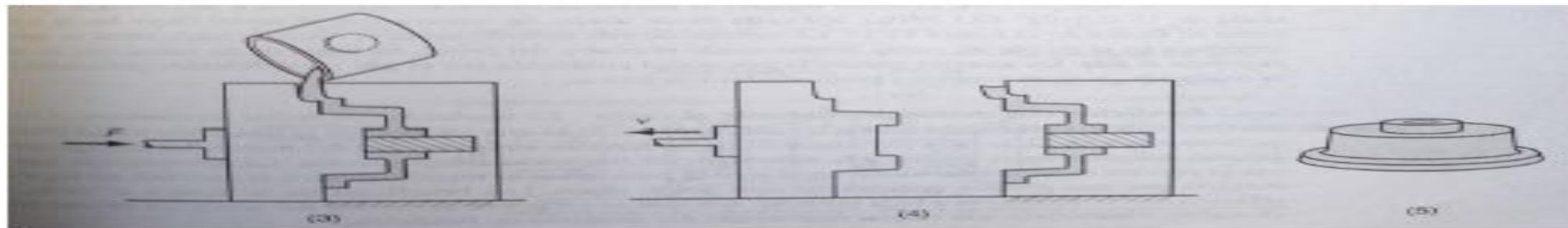
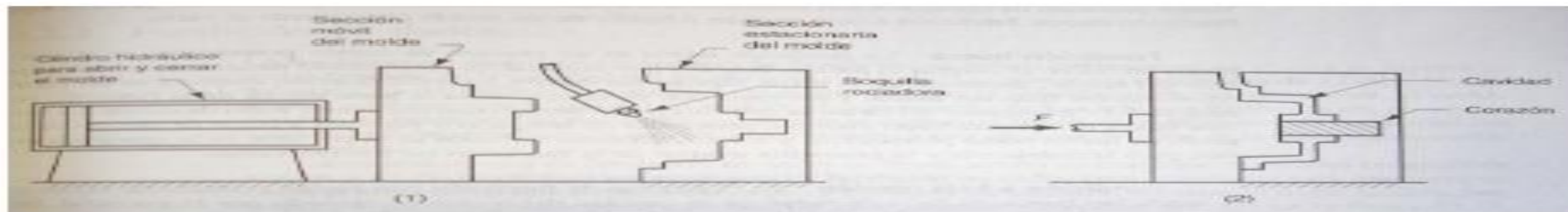


Recubrimiento del árbol

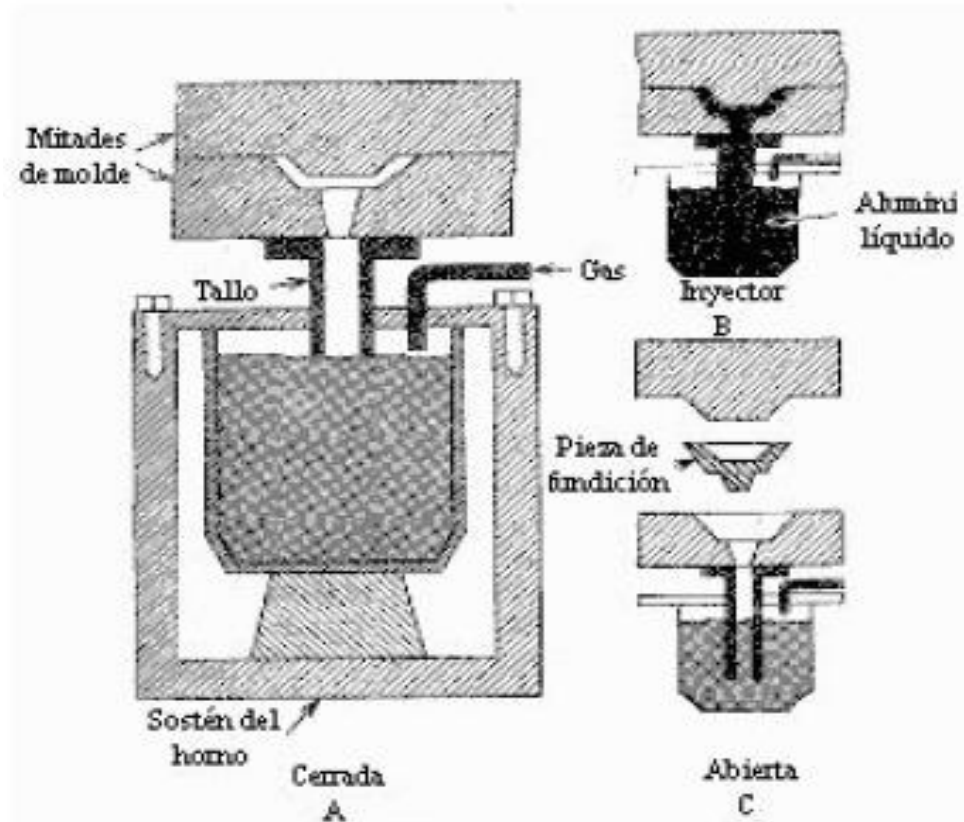


Fundición con moldes permanentes

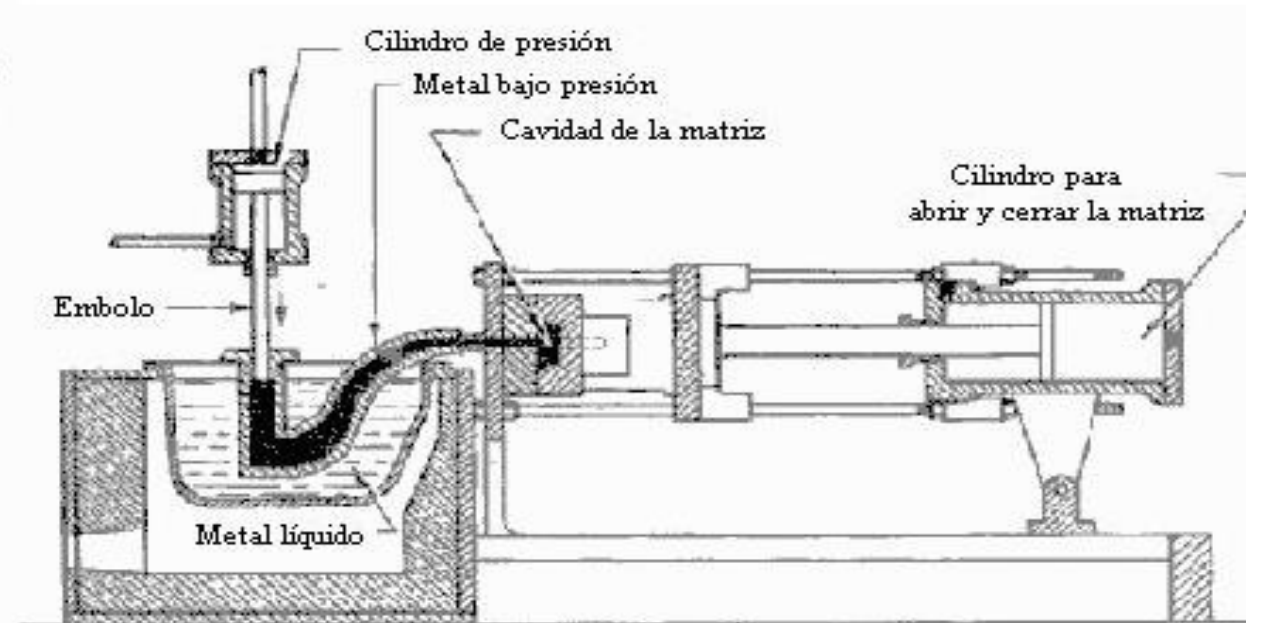
- El molde es metálico construido en dos secciones que están diseñadas para abrir y cerrar con facilidad. Los Metales que se funden en molde permanente son: Aluminio, magnesio, aleaciones de cobre. Sus Aplicaciones: pistones automotrices, cuerpos de bombas y partes para aviones y proyectiles.



Fundición con moldes permanentes



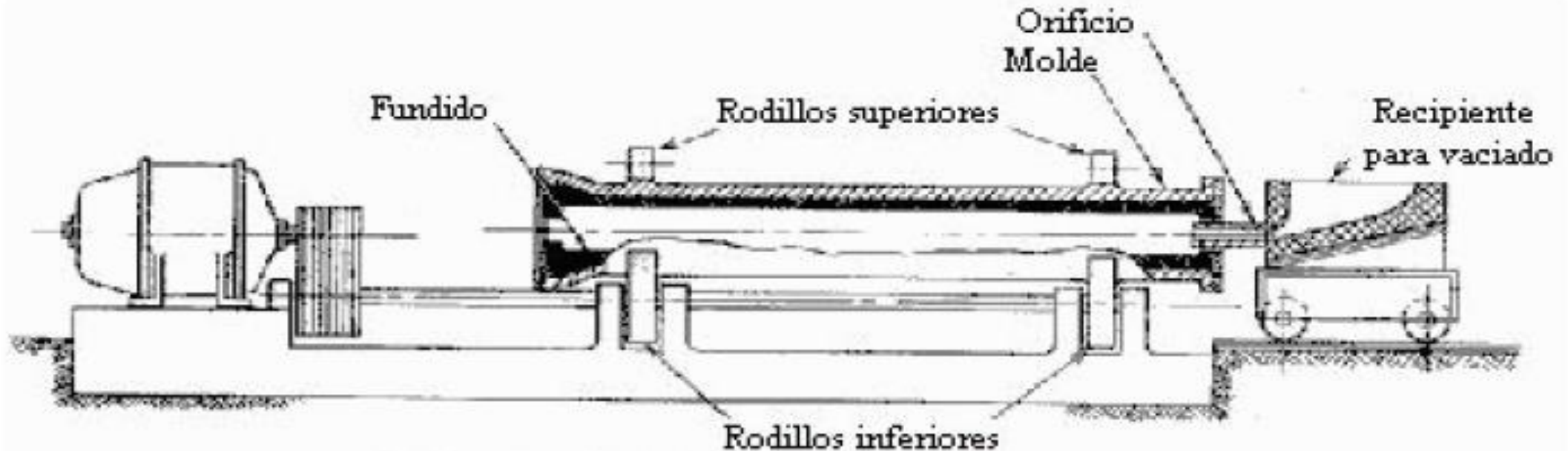
Molde permanente a baja presión.



Máquina de cámara caliente para fundición en matriz actuada mediante un émbolo.

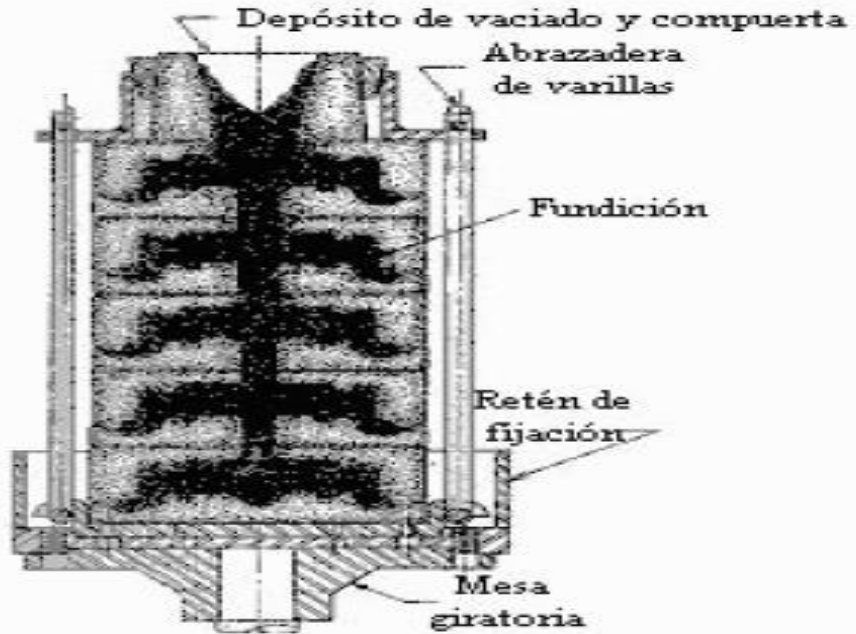
Fundición centrífuga

- Se utiliza un molde que gira a alta velocidad para que la fuerza centrífuga distribuya el metal fundido en las regiones exteriores de la cavidad del dado.

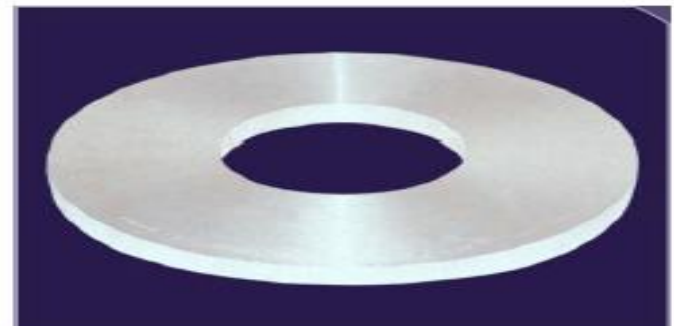
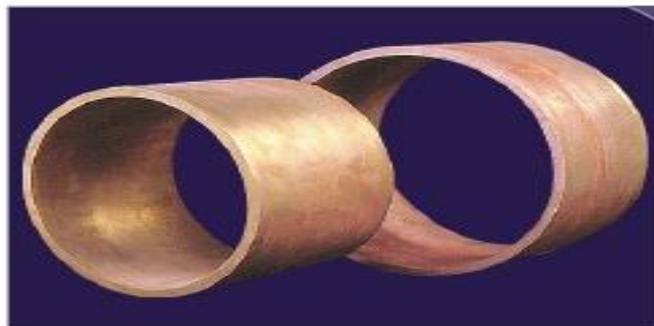
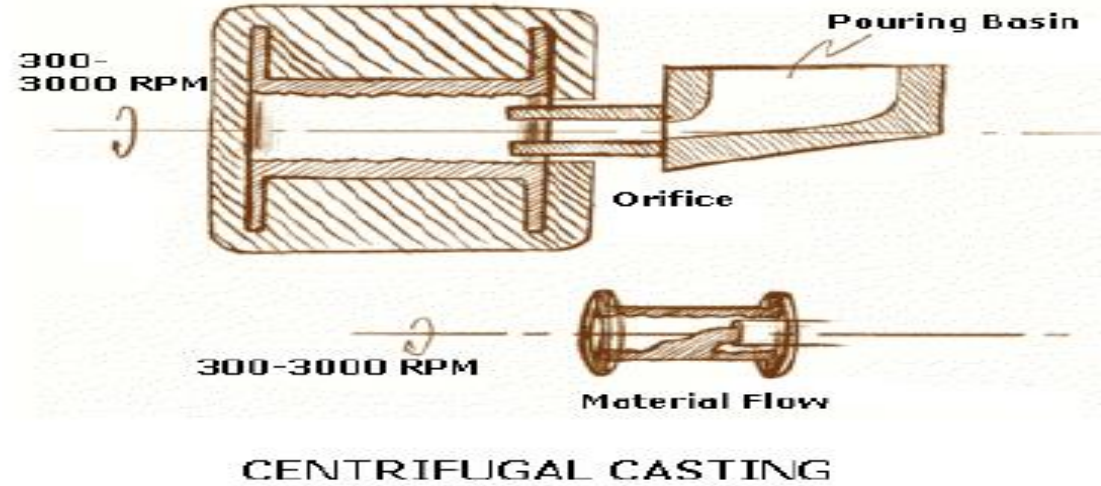


Máquina de fundición centrífuga para fundición de acero o tubos fundidos de hierro.

Fundición centrífuga



Moldeo cemicentrífugo, en montón, de ruedas de ferrocarril.



Reología

- La Reología es la ciencia que estudia la deformación de un cuerpo sometido a esfuerzos externos. Las propiedades reológicas se definen a partir de la relación existente entre fuerza o sistema de fuerzas externas, y su respuesta, ya sea como deformación o flujo. Todo fluido se va a deformar en mayor o menor medida al someterse a un sistema de fuerzas externas. Dicho sistema de fuerzas se representa matemáticamente mediante el esfuerzo cortante (τ), mientras que la respuesta dinámica del fluido se cuantifica mediante la velocidad de deformación ($\dot{\gamma}$)

Reología

- **La viscosidad** se puede definir como una medida de la resistencia a la deformación del fluido. Isaac Newton publicó en “Philosophiae Naturalis Principia Mathematica” una hipótesis asociada al estado simple de cizalladura (o corte): “La resistencia derivada de la falta de deslizamiento de las partes de un líquido es proporcional a la velocidad con que se separan unas de otras dentro de él”. Esta necesidad de deslizamiento es lo que ahora se denomina “Viscosidad”, sinónimo de fricción interna. Dicha viscosidad es una medida de la resistencia a fluir.

Contaminación en la industria de la fundición

- La generación de residuos está directamente relacionada con el tipo de material usado (hierro fundido, acero, bronce o aluminio) así como de la tecnología empleada. Los residuos de las operaciones de fundición en arena son inherentemente mayores que los de operaciones con moldes permanentes o matrices.
- Por estas razones es la importancia de establecer legislación que efectivamente controlen las emisiones industriales contaminantes del ambiente. Las Normas ISO 14000 proveen la implantación o la planificación para establecer el monitoreo y mejora del Sistema de Gerencia Ambiental, Environmental Management System, EMS.
- En la Industria de Fundición, los procesos más contaminantes son los de fusión del metal o de las aleaciones; de allí que sea importante hacer el mayor énfasis en mantener un estricto control del proceso. Los demás procesos de la fundición donde no hay fusión de metales generan contaminación por partículas, particulate pollution.
- La prevención de la contaminación, sin nuevos sistemas de captación de emisiones, es hoy la mejor manera de evitar la contaminación que producen nuestras fábricas.