



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

fad
FACULTAD DE
ARTES Y DISEÑO

Materialles y Procesos II

Carrera de Diseño Industrial | 3to Año
Ciclo lectivo 2020

Profesor Titular:
Mgter. Roberto Tomassiello

JTP
Ing. Osvaldo Ortíz



TEMARIO

UNIDAD 4

1. **Formación en moldes a partir de metales fundidos y en polvo.** Hornos, procesos. Características, aplicaciones, descripción de los equipos y herramientas utilizados.
2. **Modelos y nuyos:** características, tipos, funciones, materiales, procesos y equipamiento usados en su construcción.
3. **Metalurgia de polvos.** Concepto, características del proceso, aplicaciones.



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

fad
FACULTAD DE
ARTES Y DISEÑO

Solidificación de metales



Factores a considerar en la fundición

- Flujo del metal fundido dentro de la cavidad del molde (diseño del molde y flujo del metal).
- Solidificación y enfriamiento del metal dentro del molde (propiedades metalúrgicas y térmicas del metal).
- Influencia del tipo de material del molde (velocidad de enfriamiento).

Solidificación de metales. Contracción



Modos de contracción

- Contracción del metal fundido al enfriarse **antes** de solidificar.
- Contracción del metal **durante el cambio de fase** de líquido a sólido (calor latente de fusión).
- Contracción del metal **solidificado** conforme su temperatura se reduce a la temperatura ambiente.

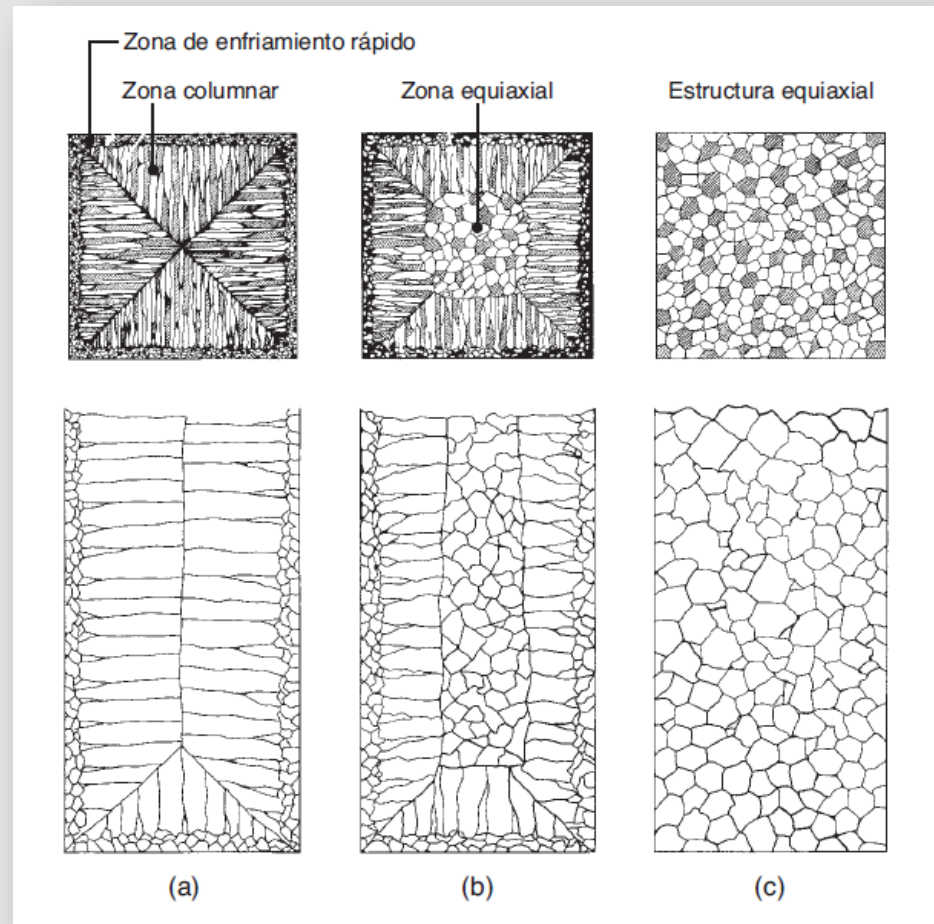
Solidificación de metales. Contracción



Contracción o dilatación volumétrica por solidificación para diversos metales fundidos

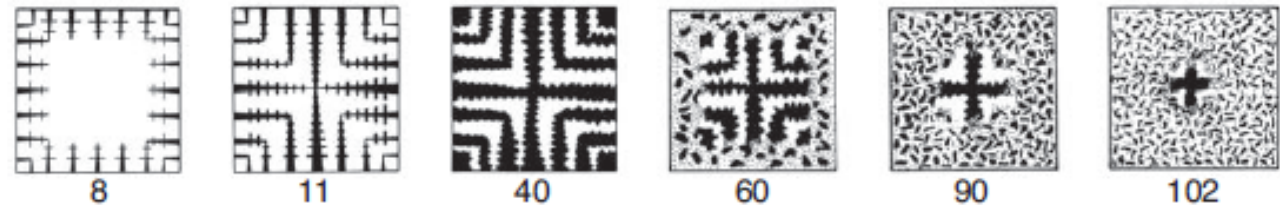
Contracción (%)		Dilatación (%)	
Aluminio	7.1	Bismuto	3.3
Zinc	6.5	Silicio	2.9
Al-4.5% de Cu	6.3	Hierro gris	2.5
Oro	5.5		
Hierro blanco	4-5.5		
Cobre	4.9		
Bronce (70-30)	4.5		
Magnesio	4.2		
90% de Cu-10% de Al	4		
Aceros al carbono	2.5-4		
Al-12% de Si	3.8		
Plomo	3.2		

Solidificación de metales



- a) Metales puros
- b) Aleaciones de solución sólida
- (c) Estructura obtenida utilizando agentes nucleantes.

Solidificación de metales



Minutos después del vaciado

(a)

Acero al carbono 0.05-0.10%

Molde
de arena



5

Molde
de metal



2

Acero al carbono 0.25-0.30%

Molde
de arena



15

Molde
de metal



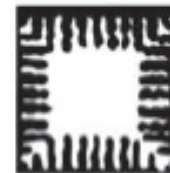
2

Minutos después del vaciado

(b)

Acero al carbono 0.55-0.60%

Molde
de arena



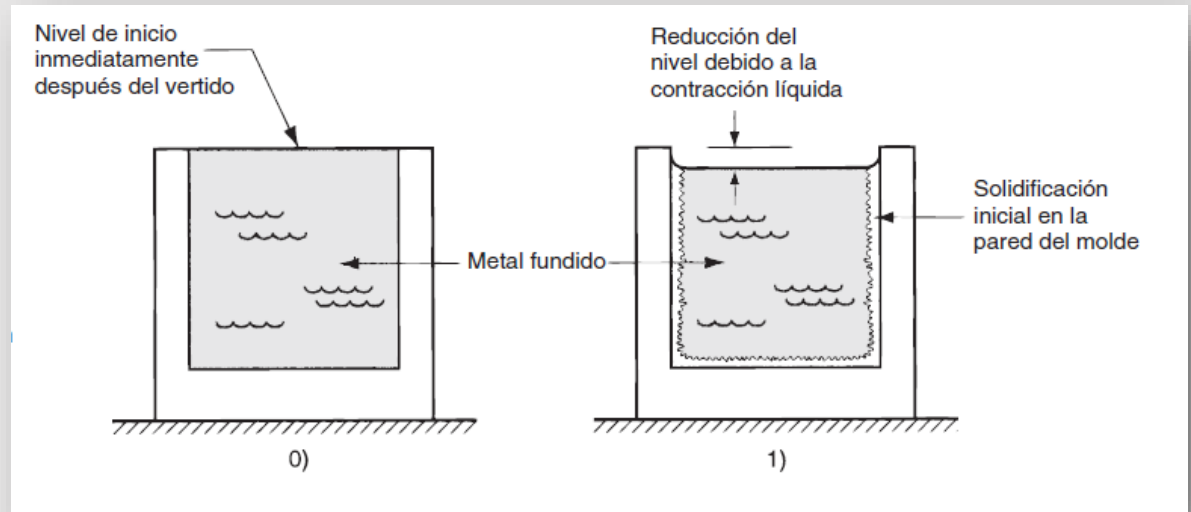
16

Molde
de metal



2

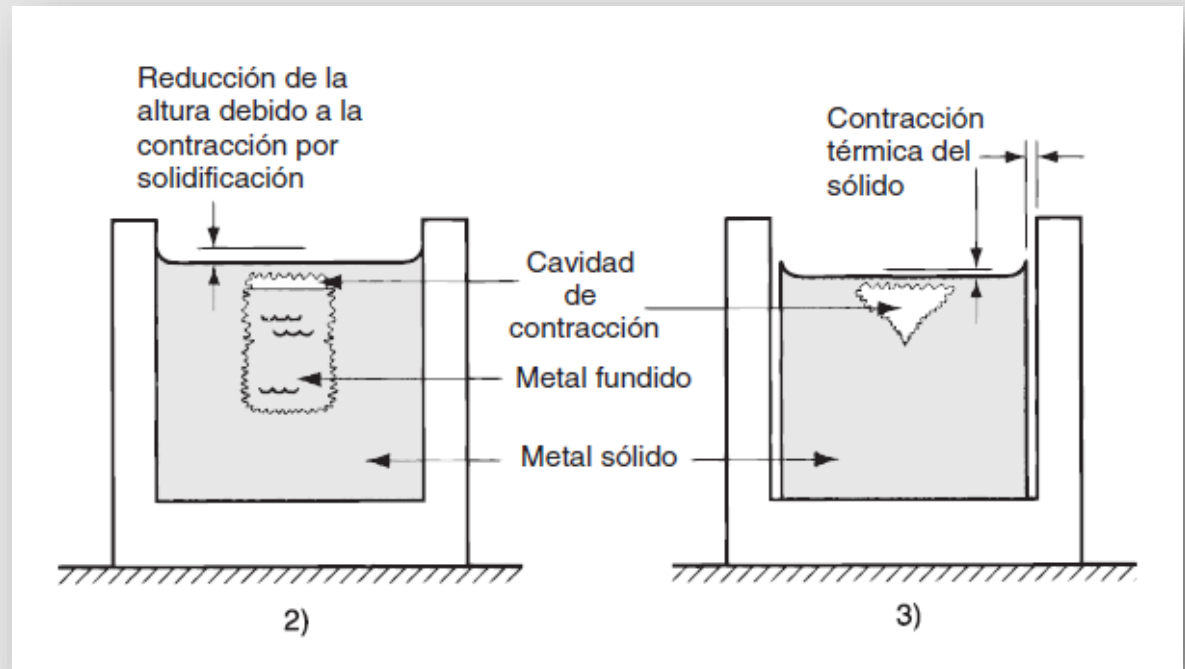
Solidificación de metales



- 0) Nivel de inicio del metal fundido después del vertido.
1) Reducción del nivel por contracción líquida durante el enfriamiento,



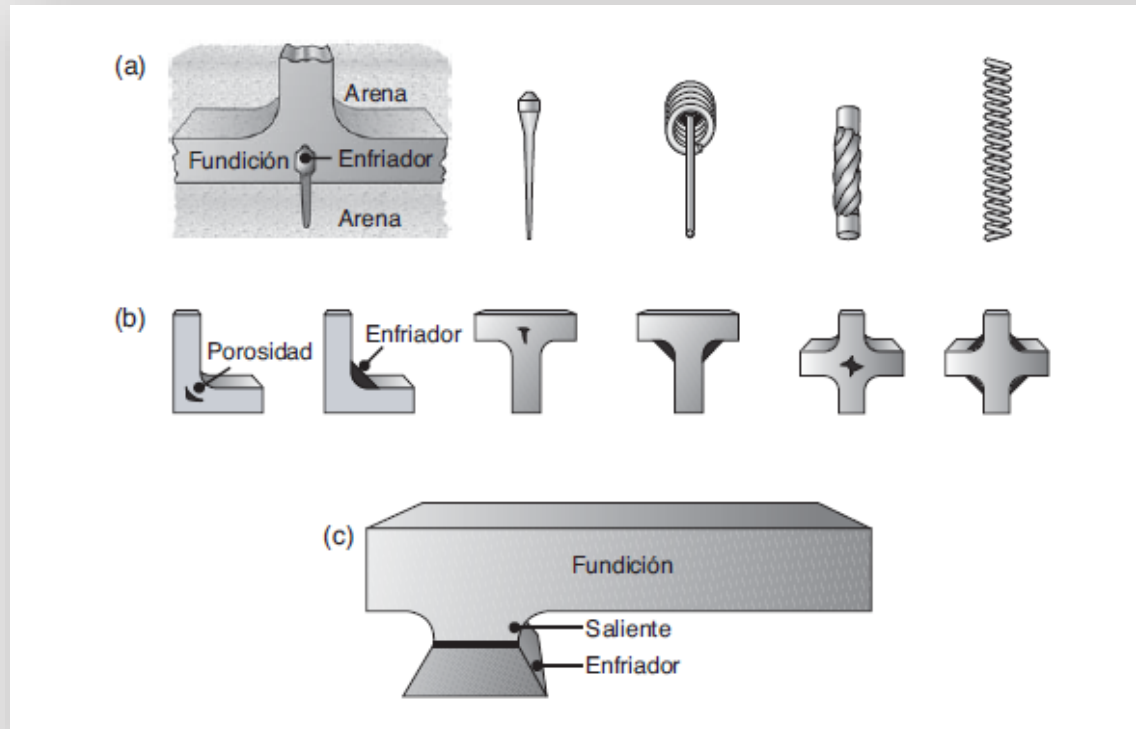
Solidificación de metales



- 2) Disminución de la altura y formación de una cavidad de contracción ocasionada por la contracción de la solidificación.
- 3) Reducción adicional de la altura y diámetro debido a la contracción térmica durante el enfriamiento del metal sólido.

Solidificación de metales. Porosidad

Enfriadores para evitar porosidad



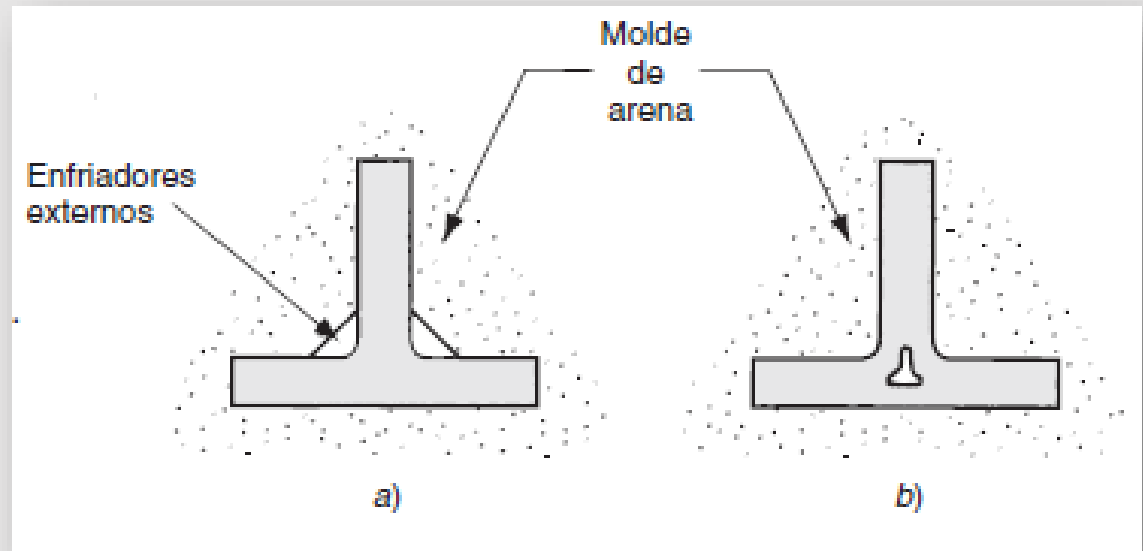
a) Internos

b) Externos para eliminar la porosidad originada por la contracción.

c) Los enfriadores se colocan en regiones en las que existe un gran volumen de metal.

Solidificación de metales. Porosidad

Enfriadores para evitar porosidad



- a) Enfriador externo para favorecer la solidificación rápida del metal derretido en una sección delgada del fundido.
- b) Resultado probable si no se usara el enfriador.



Solidificación
de metales.
Porosidad

Rechupe en pieza fundida



Tipos de procesos de fundición



Procesos de fundición de metales

Moldes desechables

Arena
Shell Moulding
Cera perdida
PS expandido
Yeso
Moldeo a máquina

Moldes permanentes

Colada por gravedad
Fundición inyectada
Colada centrífuga

<< Metales. Formación en moldes >>

Procesos de fundición. Ventajas y limitaciones

Proceso	Ventajas	Limitaciones
En arena	Casi cualquier metal fundido; sin límite	Se requiere algún acabado; acabado superficial en el tamaño, forma o peso de la parte; relativamente grueso; tolerancias amplias. bajo costo del herramental.
Molde en cáscara (Shell Moulding)	Buena precisión dimensional y acabado.	Tamaño limitado de la pieza; modelos y equipo costoso.
Modelo evaporativo (en PS)	La mayoría de los metales fundidos, sin límite.	Los modelos tienen baja resistencia y pueden ser costosos para pequeñas cantidades.

<< Metales. Formación en moldes >>

Procesos de fundición. Ventajas y limitaciones

Proceso	Ventajas	Limitaciones
Molde de yeso	Partes de formas intrincadas; buena tolerancia dimensional y acabado superficial; baja porosidad.	Limitado a metales no ferrosos; límite al tamaño de la parte y al volumen de producción; tiempo relativamente largo para fabricar el molde.
Por revestimiento (cera perdida)	Partes de formas intrincadas; excelente acabado superficial y precisión; casi cualquier mano de obra costosos.	Partes de tamaño limitado; modelos, moldes y metal fundido.

<< Metales. Formación en moldes >>

Procesos de fundición. Ventajas y limitaciones

Proceso	Ventajas	Limitaciones
Molde permanente	Buen acabado superficial y tolerancia dimensional; baja porosidad; alta capacidad complejidad. Grano más fino, mejor calidad de la fundición.	Alto costo del molde; partes de tamaño y complejidad limitados; no es adecuado para metales con alto punto de fusión.
A presión en matriz	Excelente precisión dimensional y acabado superficial; alta capacidad de producción.	Alto costo de la matriz; partes de tamaño limitado; generalmente limitado a metales no ferrosos; largo tiempo de entrega.

<< Metales. Formación en moldes >>

Procesos de fundición. Ventajas y limitaciones

Proceso	Ventajas	Limitaciones
Centrífugado	Grandes partes cilíndricas o tubulares con buena calidad; alta capacidad de producción.	Equipo costoso; partes de forma limitada.



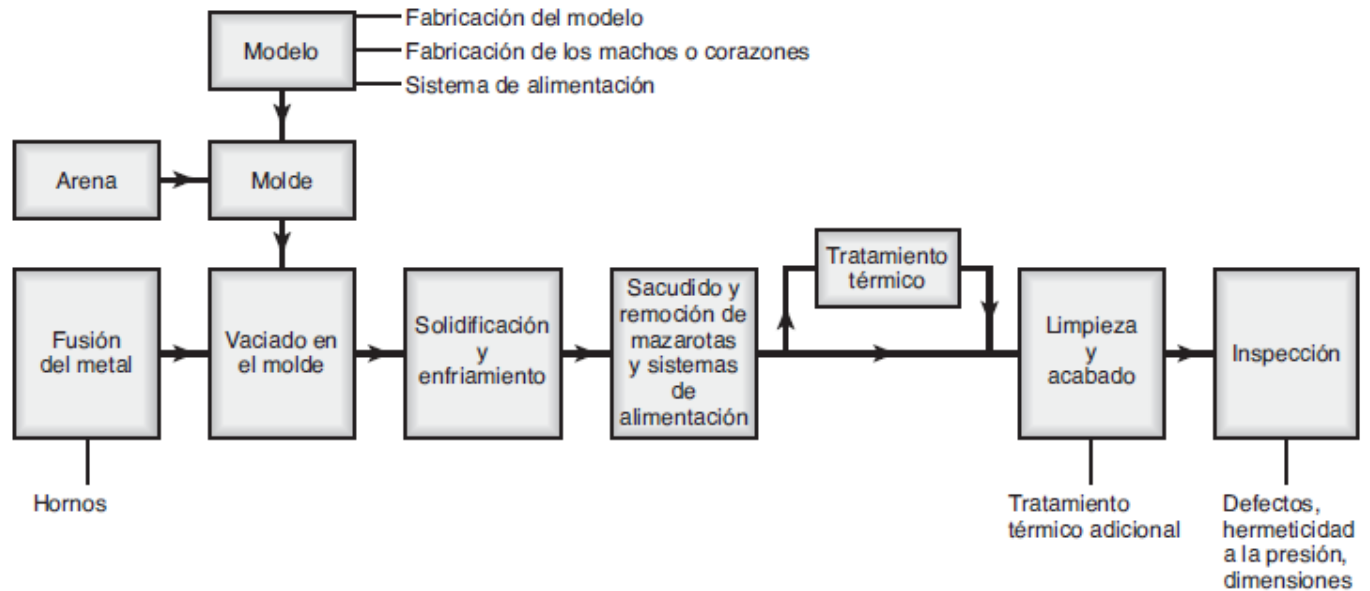
Ventajas de la fundición



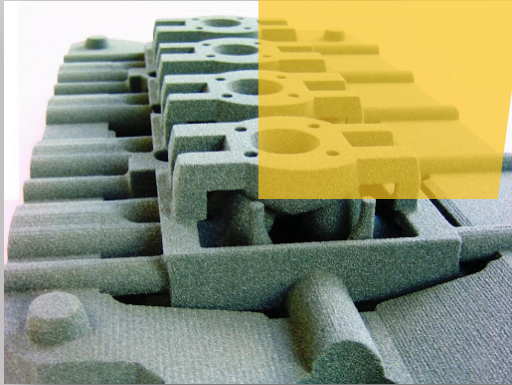
- Es posible producir formas complejas con cavidades internas o secciones huecas.
- Se pueden utilizar materiales cuyo proceso por otros medios es difícil o no económico
- Se pueden producir partes grandes de una sola pieza.
- El proceso de fundición es competitivo frente a otros procesos de manufactura.

<< Metales. Formación en moldes >>

Fundición en molde de arena



Molde de arena: componentes



Caja: soporta el propio molde, posee dos piezas: superior e inferior.



Embudo de colada, copa de vaciado o basín: allí se vierte el metal fundido.



Bebedero: el metal fundido fluye hacia abajo.



Canales de alimentación: llevan el metal fundido a la cavidad del molde.

Molde de arena: componentes



Mazarotas: suministran metal fundido adicional a la fundición, conforme se contrae durante la solidificación.

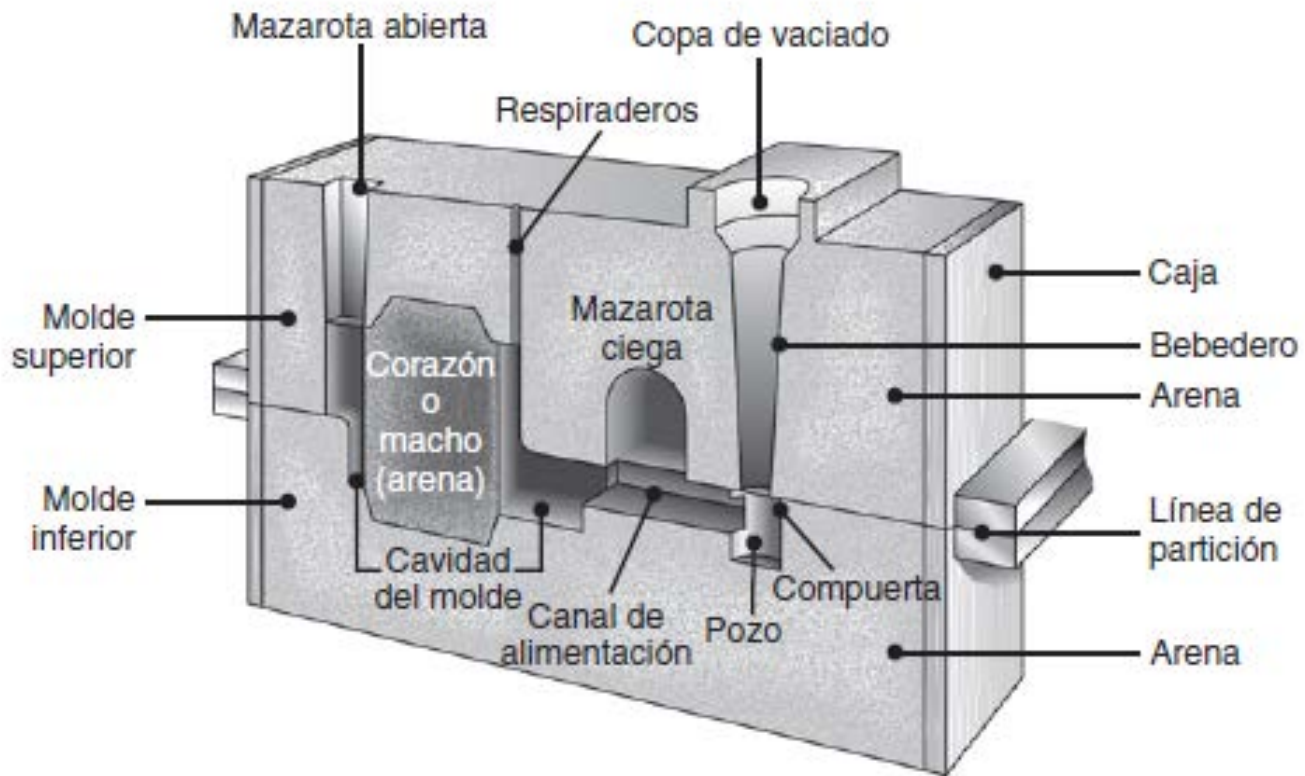


Machos o noyos: insertos de arena para formar huecos o relieves externos.

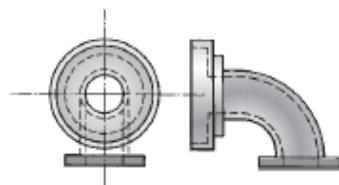


Respiraderos: extraen los gases producidos cuando el metal fundido entra en contacto con la arena en el molde y en el macho.

Molde de arena

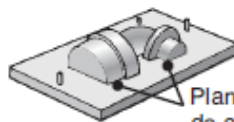


Molde de arena



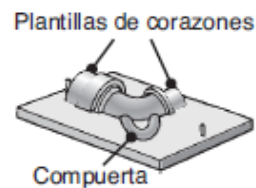
Plano mecánico de la parte

(a)



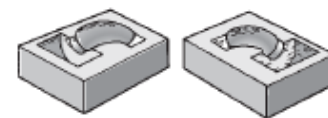
Placa del molde superior del modelo

(b)



Plantillas de corazones
Compuerta
Placa del molde inferior del modelo

(c)



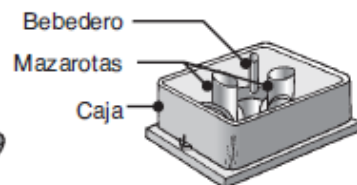
Cajas de corazones

(d)



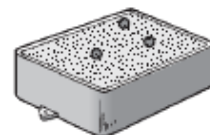
Mitades de corazón unidas

(e)



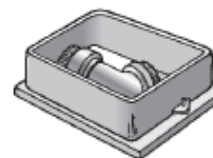
Parte superior lista para la arena

(f)



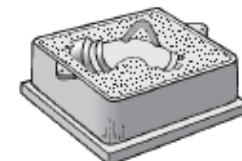
Parte superior después de apisonar la arena y retirar el modelo, bebedero y mazarotas

(g)



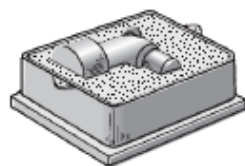
Molde inferior listo para la arena

(h)



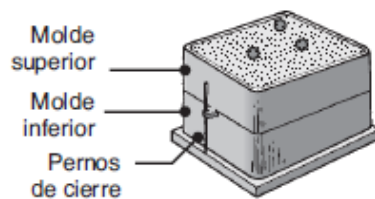
Molde inferior después de retirar el modelo

(i)



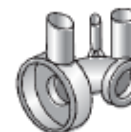
Molde inferior con el corazón colocado en su lugar

(j)



Molde superior y molde inferior ensamblados y listos para vaciado

(k)



Fundición extraída del molde; tratada térmicamente

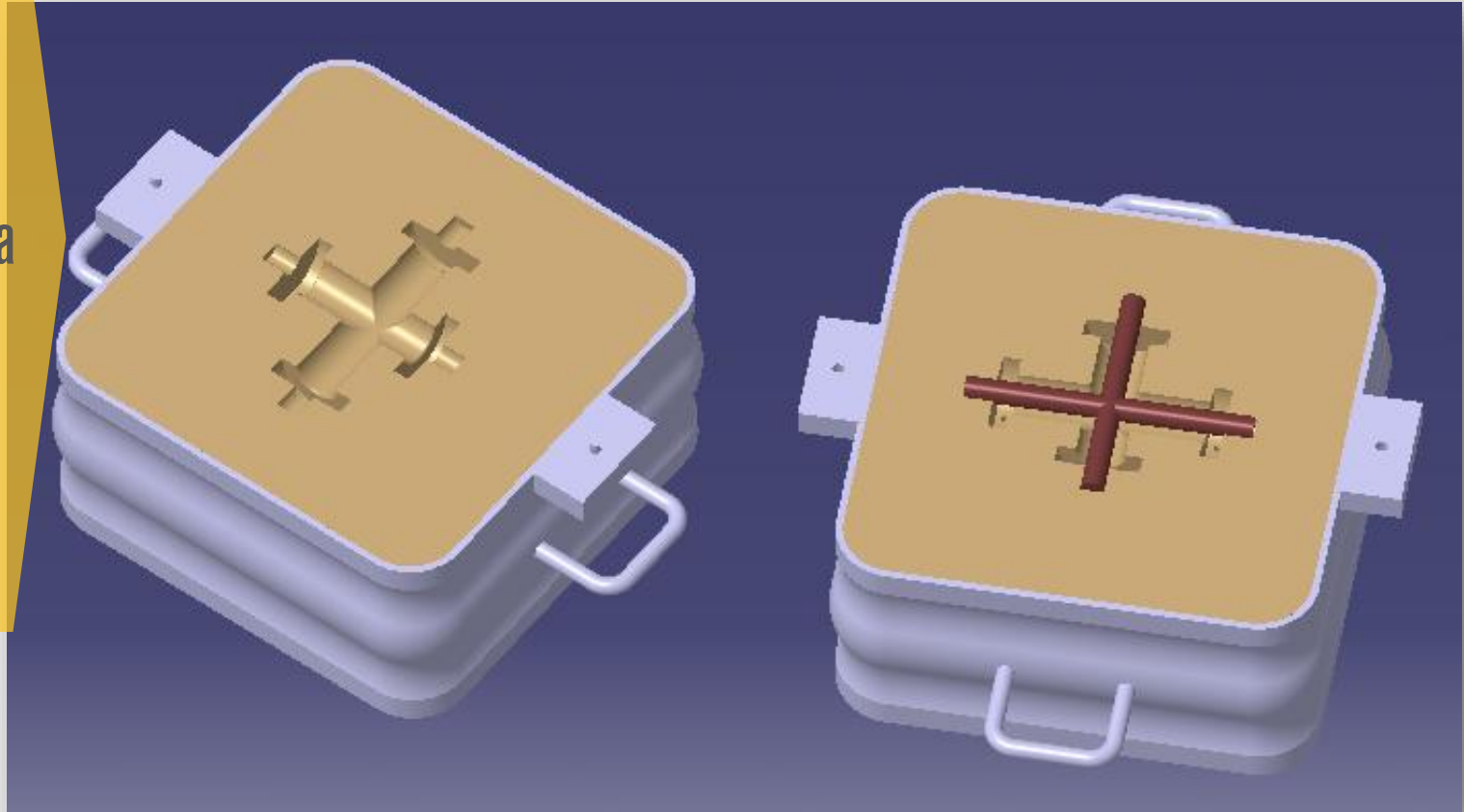
(l)



Fundición lista para embarque

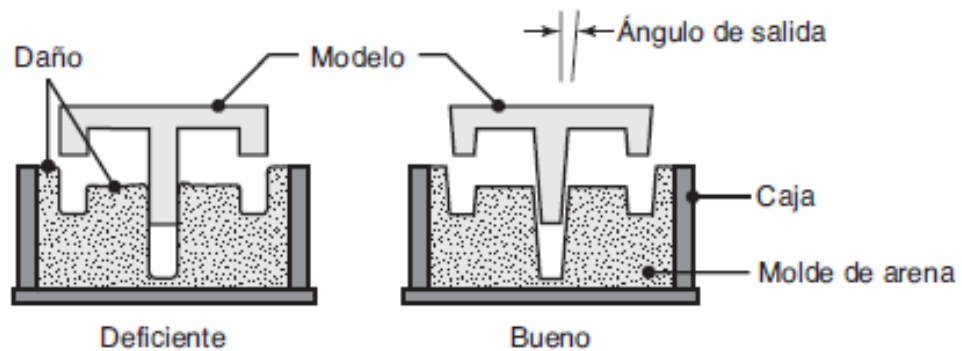
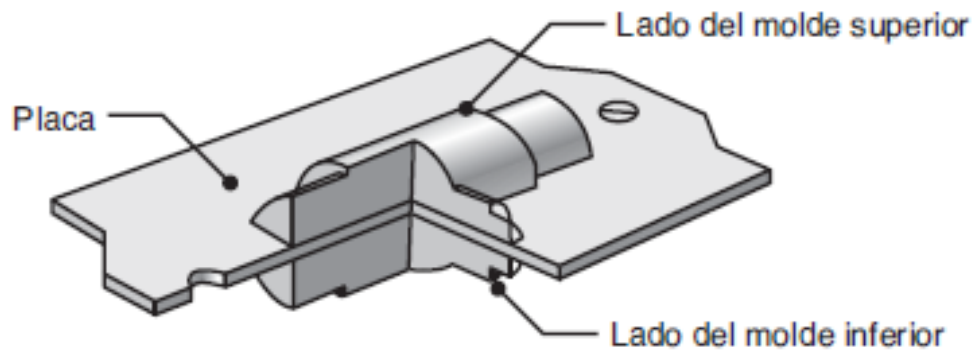
(m)

Molde
de arena

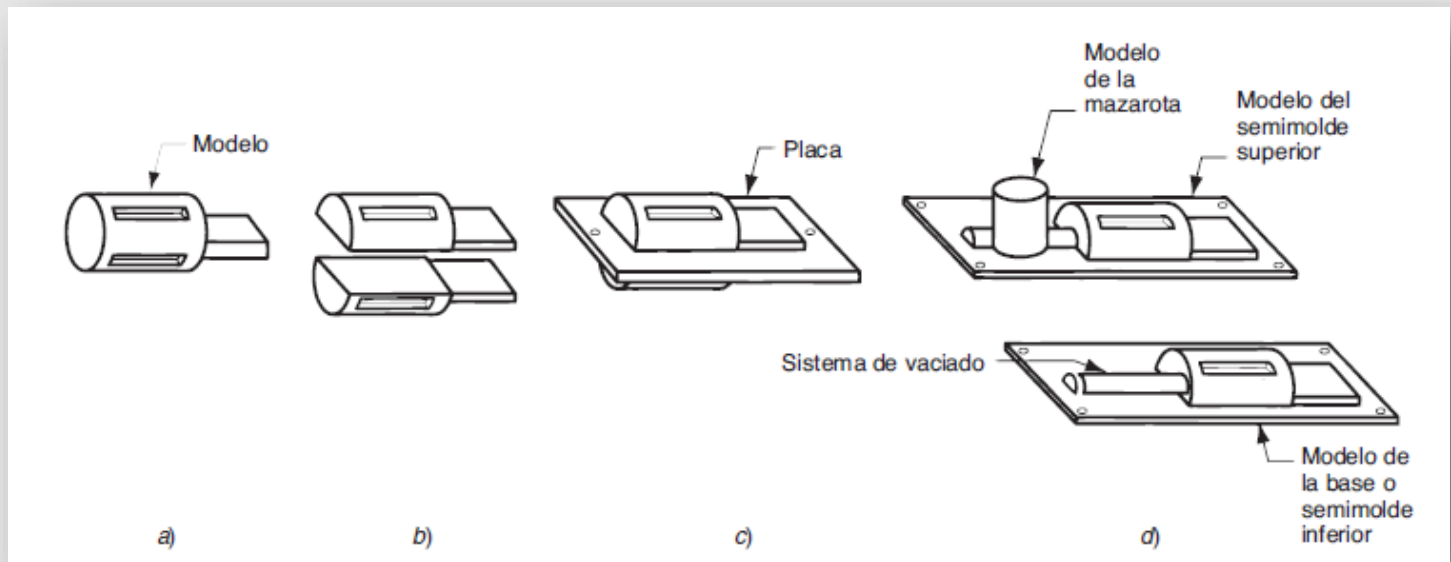


<< Metales. Formación en moldes >>

Modelo



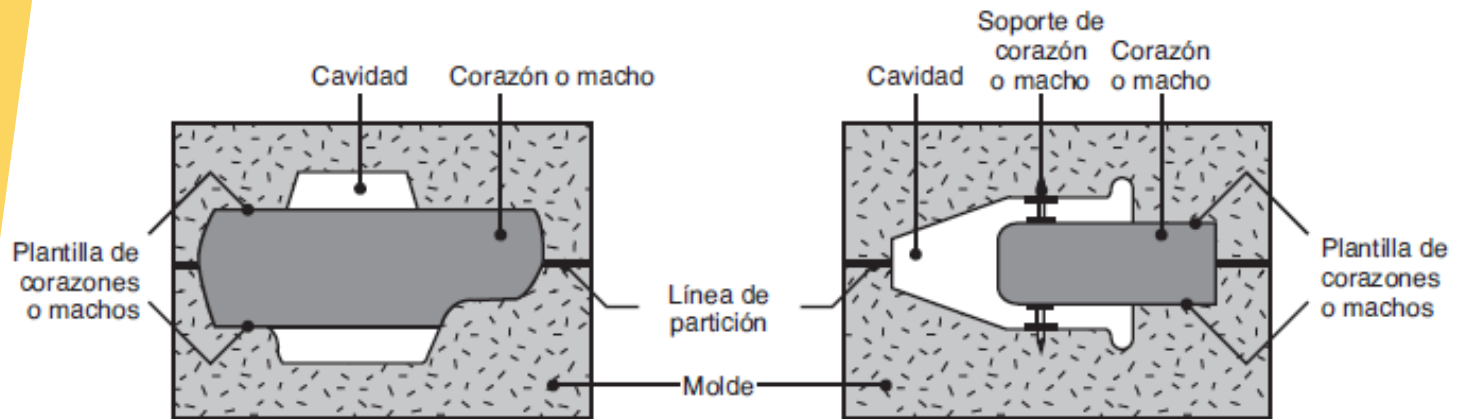
Modelo



a) sólido, b) de deslizamiento, c) de placas ajustadas y d) de capucha y base

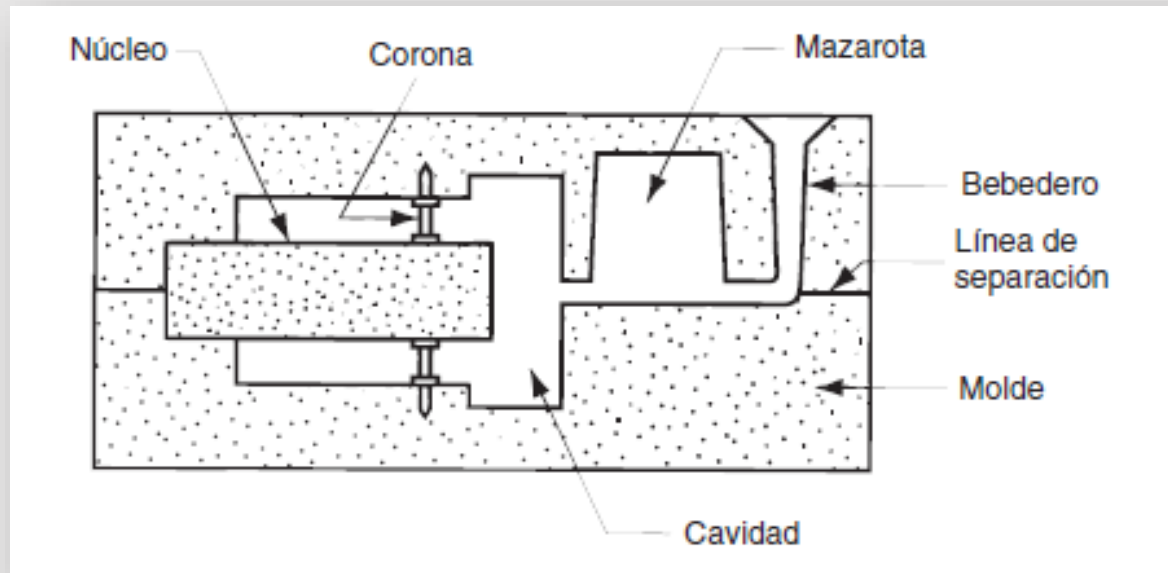
<< Metales. Formación en moldes >>

Macho
o
noyo



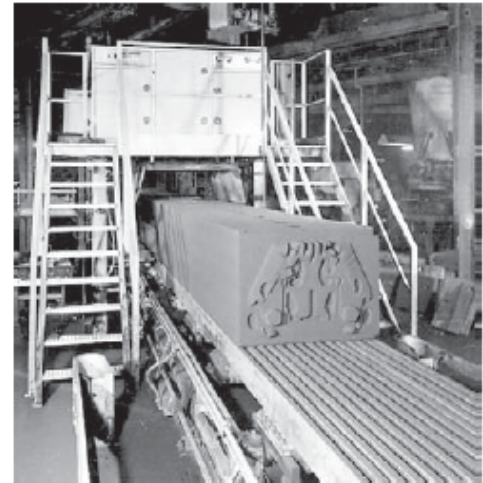
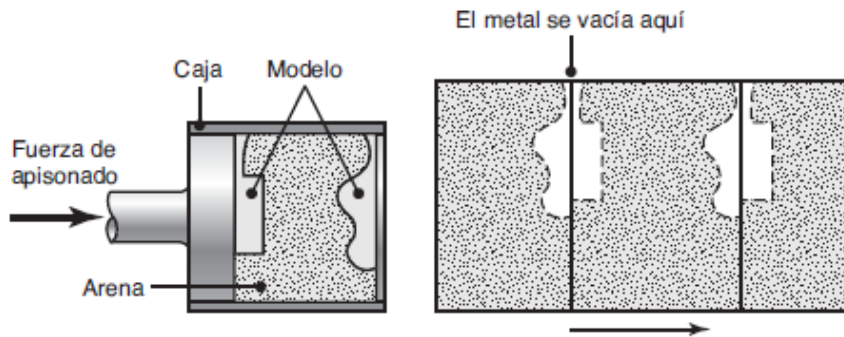
<< Metales. Formación en moldes >>

Macho
o
noyo

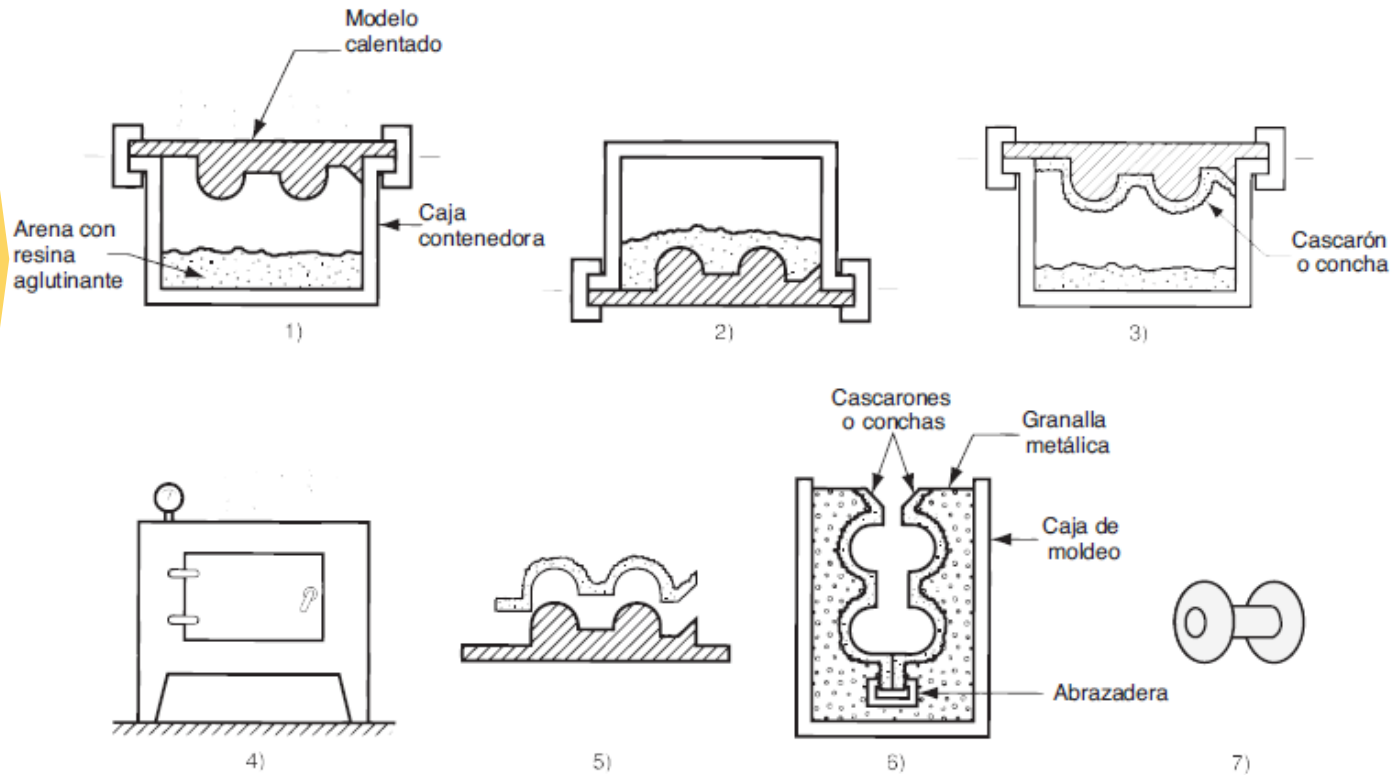


<< Metales. Formación en moldes >>

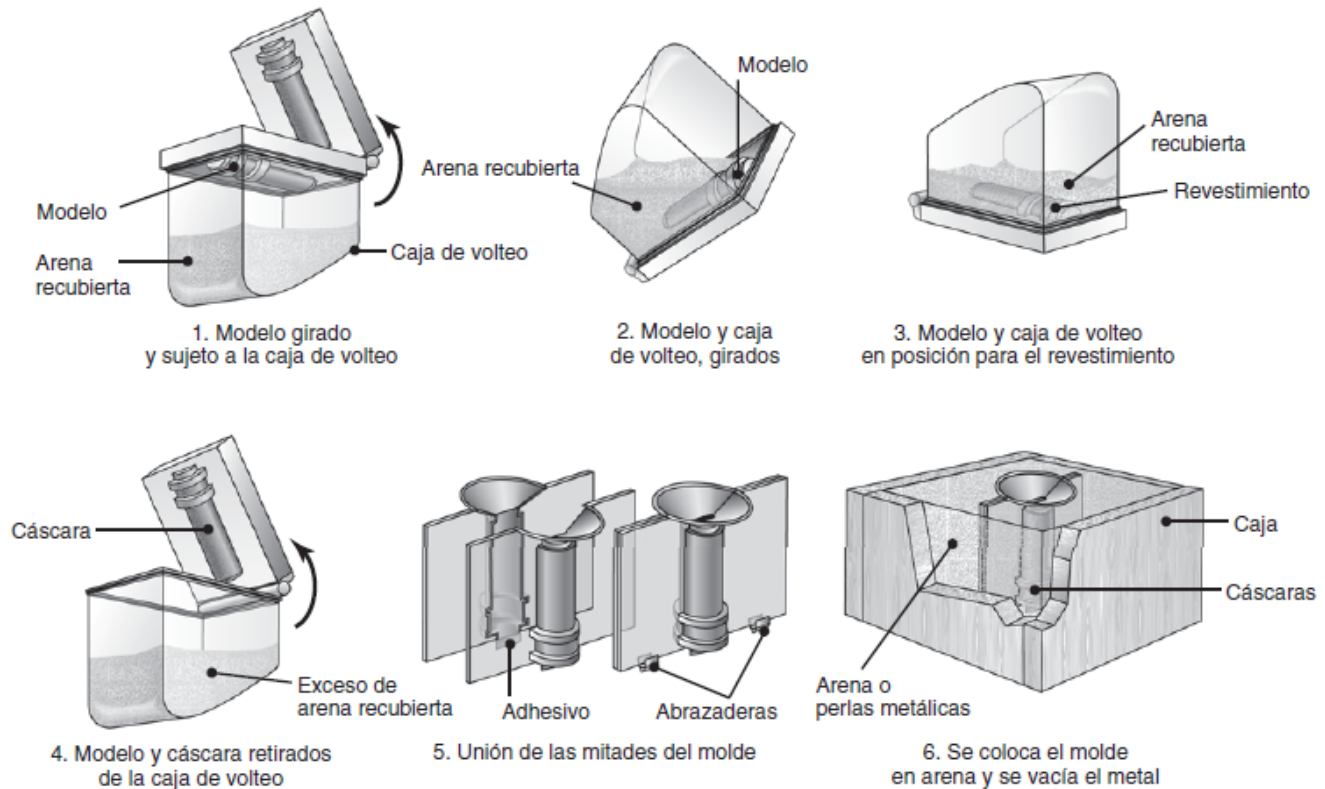
Moldeo a máquina



Moldeo en cáscara (Shell Moulding)



Moldeo en cáscara (Shell Moulding)



Moldeo en cáscara (Shell Moulding)

1

Calentamiento de la placa de ajuste o de capucha y base, y se coloca sobre una caja que contiene arena mezclada con alguna resina termofija.

2

Inversión de la caja. Arena y resina caen sobre el modelo caliente.

3

La caja se vuelve a su posición original.

4

El cascarón de arena se calienta en un horno durante varios minutos, para completar el curado.



Moldeo en cáscara (Shell Moulding)

5

El molde en cascarón se separa del modelo.

6

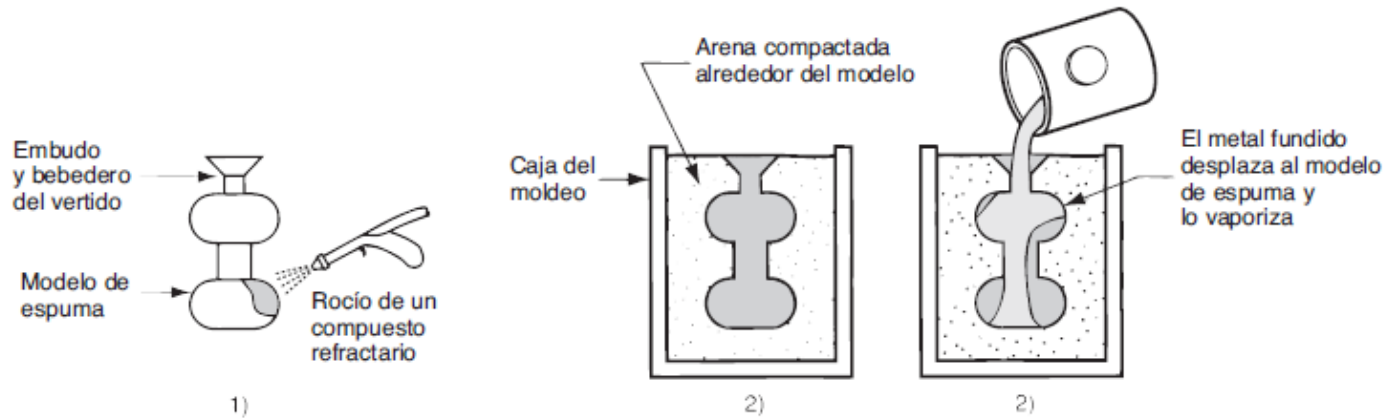
Se ensamblan dos mitades del molde en cascarón, apoyándose en arena o metal en una caja y se realiza el vertido.

7

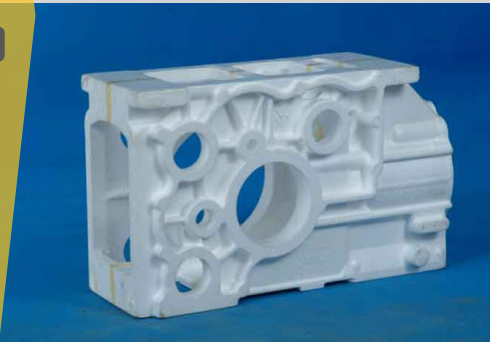
Se retira el fundido terminado, con el bebedero removido



<< Metales. Formación en moldes >>



Moldeo en
PS expandido

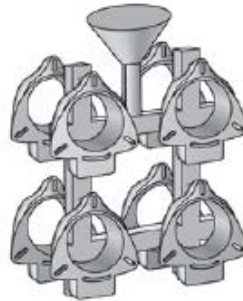


<< Metales. Formación en moldes >>

Moldeo en PS expandido



1. Moldeo del modelo



2. Ensamble del grupo



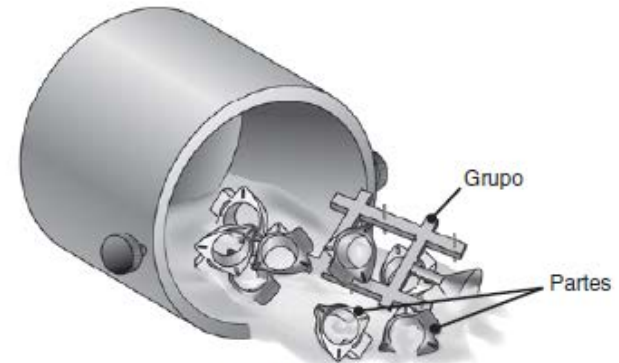
3. Recubrimiento



4. Compactación en arena

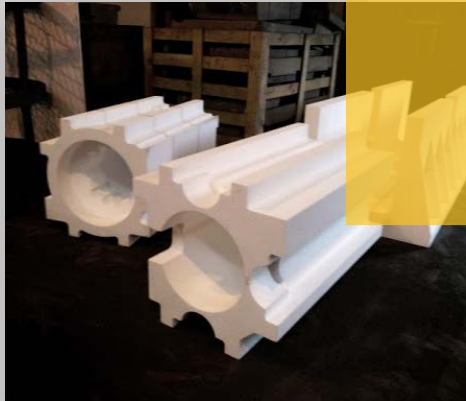


5. Fundición



6. Sacudido

Moldeo en PS expandido



1

El modelo de poliestireno expandido (PS) se recubre con un compuesto refractario

2

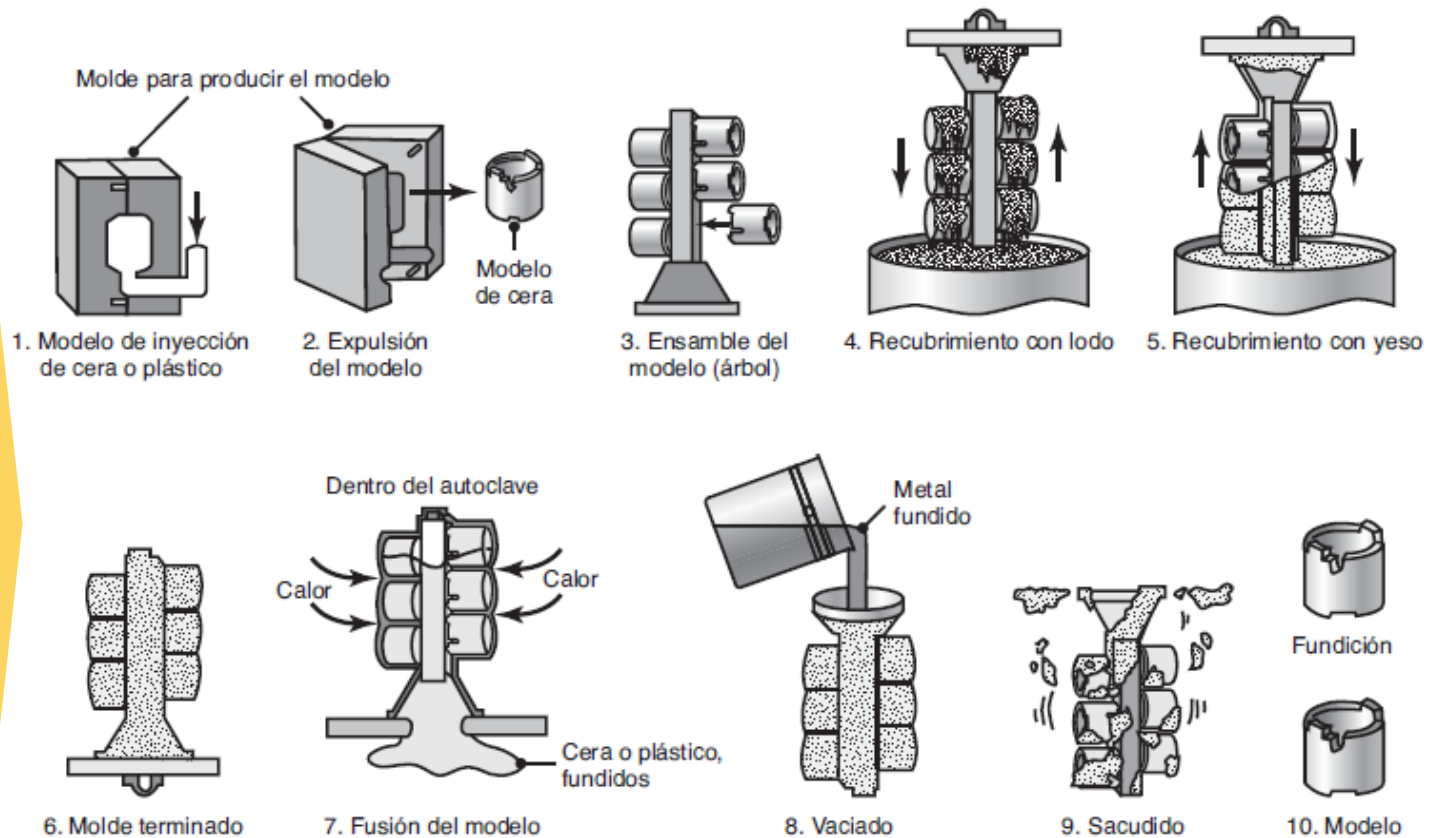
El modelo de espuma se coloca en la caja del molde y a su alrededor se compacta arena.

3

Se vierte metal fundido en la porción del patrón que constituye el embudo y el bebedero del vertido. El PS se vaporiza llenándose la cavidad del molde.

<< Metales. Formación en moldes >>

Moldeo a la cera perdida



Moldeo a la cera perdida

1

Elaboración de los modelos de cera.

2

Unión de varios modelos a un bebedero para formar un árbol.

3

El árbol de modelos se recubre con material refractario.

4

Se forma el molde con el árbol recubierto con material refractario.



Moldeo a la cera perdida

5

Se mantiene el molde en posición invertida calentándose para fundir la cera para eliminarla.

6

El molde se precalienta para eliminar sustancias contaminantes.

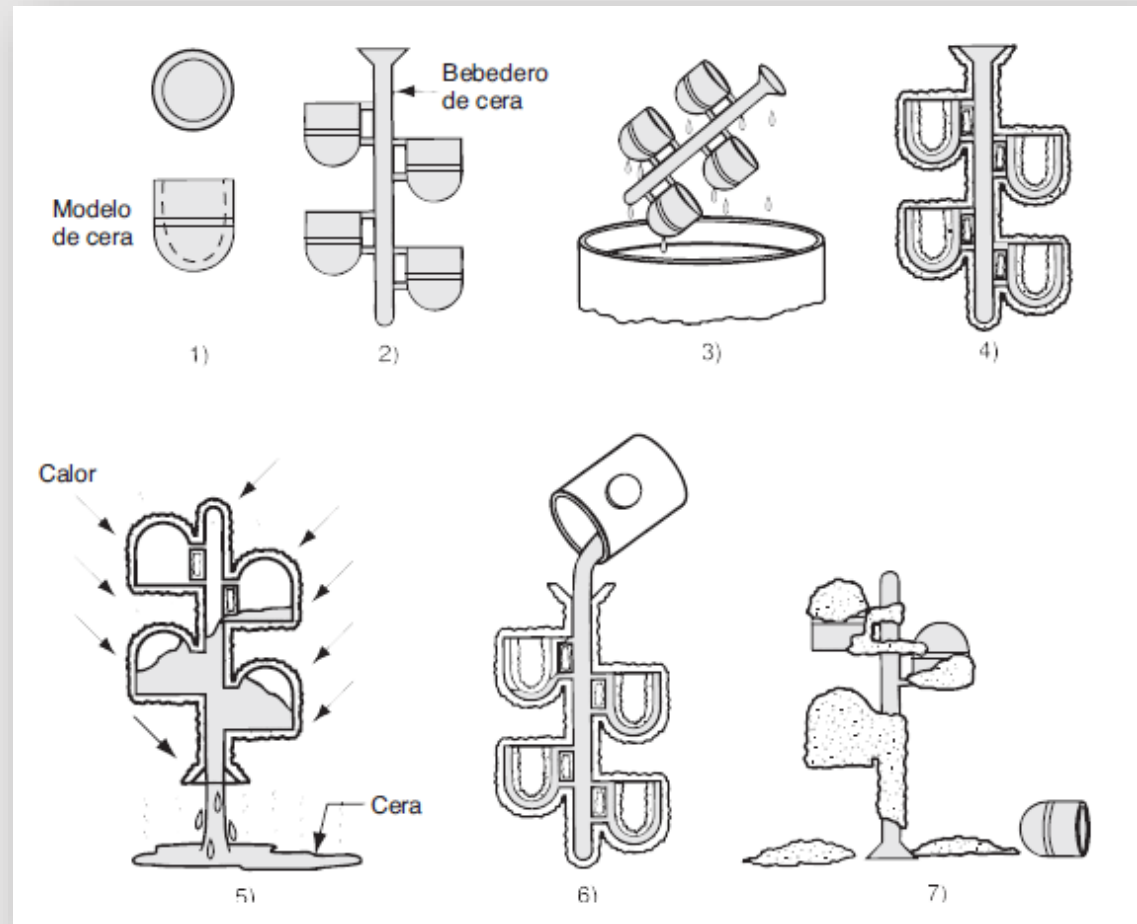
7

Se rompe el molde del producto terminado, separándose las partes del bebedero.



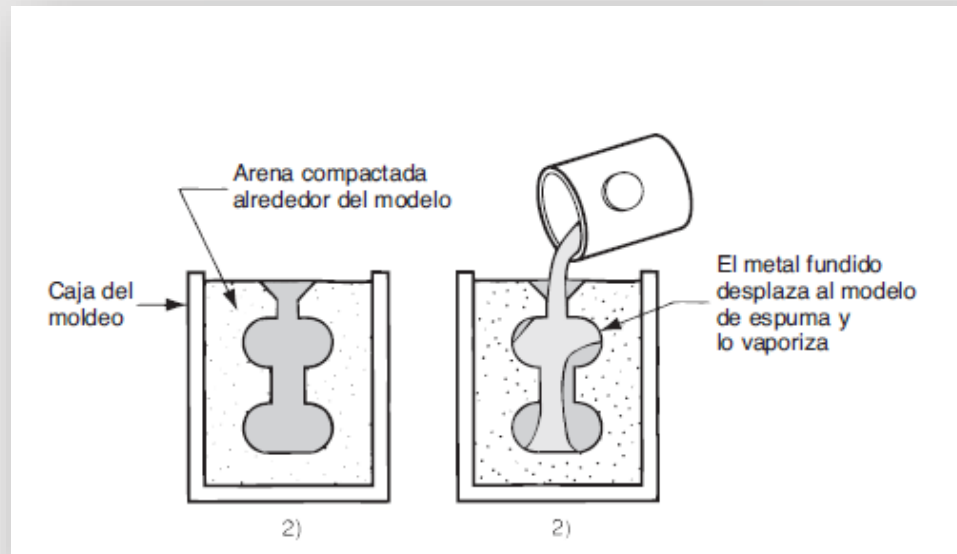
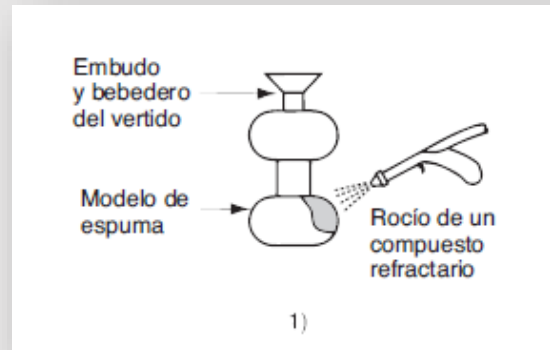
<< Metales. Formación en moldes >>

Moldeo a la
cera perdida



<< Metales. Formación en moldes >>

Moldeo en poliestireno expandido



Moldeo a la cera perdida. Ventajas

1

Es posible fundir piezas de gran complejidad y detalle.

2

Se puede tener mucho control dimensional y tolerancias estrechas.

3

Excelente acabado superficial.

4

Se puede recuperar la cera para volver a emplearla.

5

No requiere mecanizado adicional.



Molde de yeso



1

Similar al moldeo en arena.

2

Si queda humedad, puede ser defectuoso el producto fundido.

3

No es permeable, limita la salida de los gases.

4

No resisten temperaturas tan elevadas como los de arena. Se usan para metales de bajo PF.

5

Buena calidad superficial, exactitud en las dimensiones y capacidad de fabricar productos de sección transversal delgada.

Procesos de moldeo en coquilla

Moldeo en coquilla

Colada por gravedad

A baja presión

Al vacío

Injectada

Cámara caliente

Cámara fría

Centrífuga

Centrífuga real

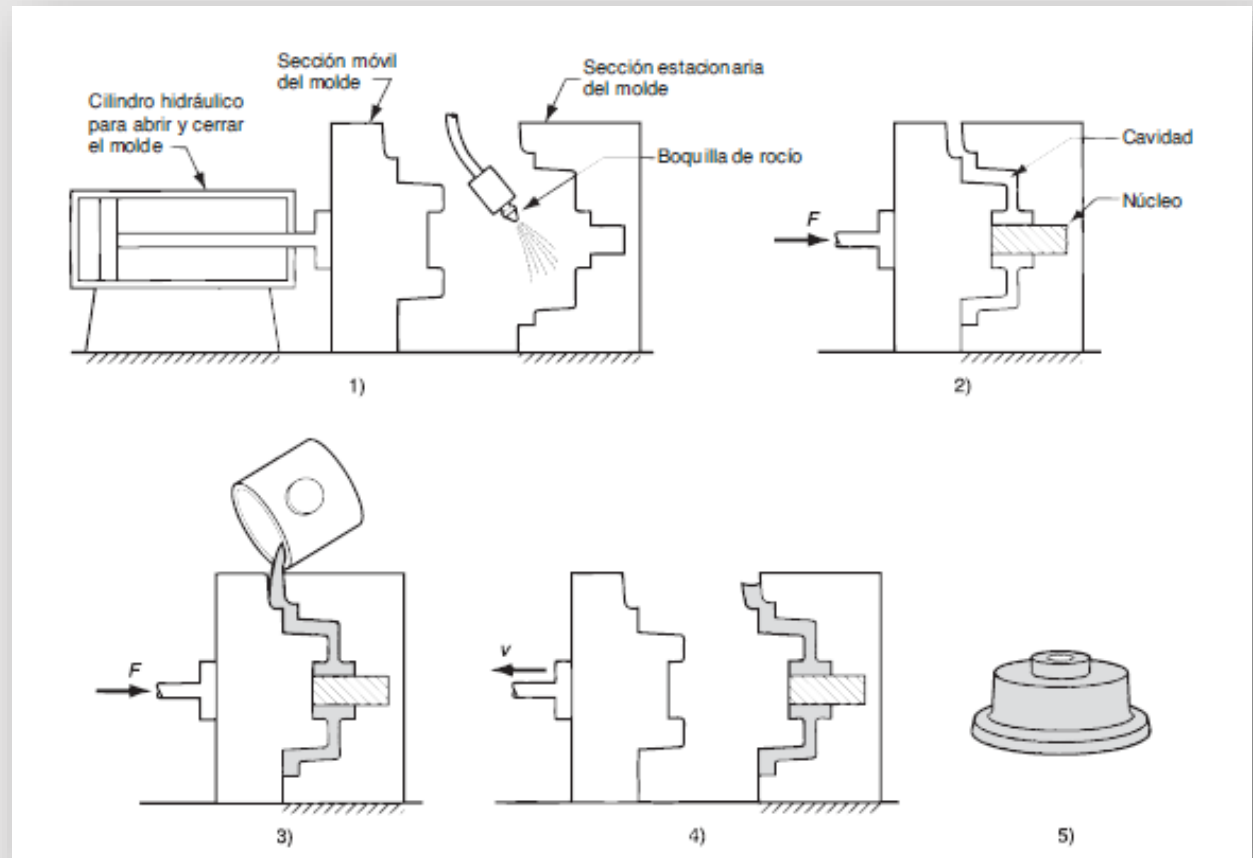
Semicentrífuga

Centrifugada



<< Metales. Formación en moldes >>

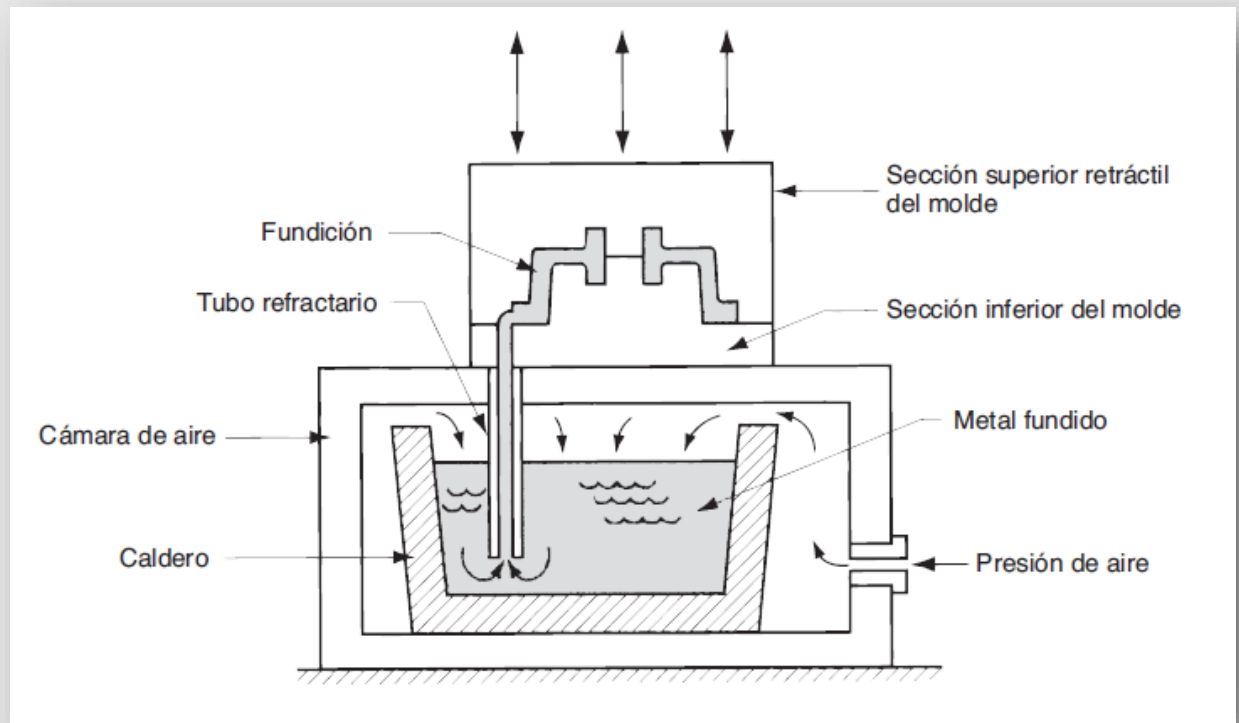
Colada por gravedad



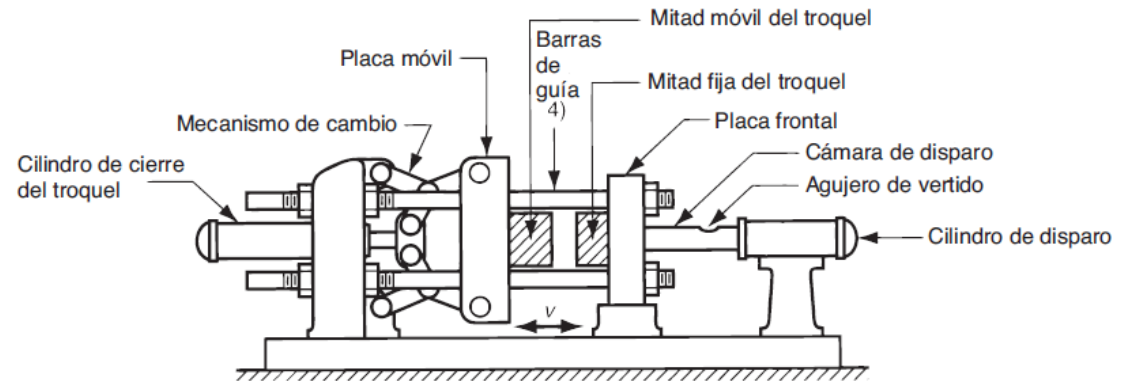
- 1) Precalentamiento y recubrimiento del molde.
- 2) Colocación de los nuyos (si hay) y cierre del molde.
- 3) Colada del metal derretido en el molde.

- 4) Apertura del molde.
- 5) Pieza terminada..

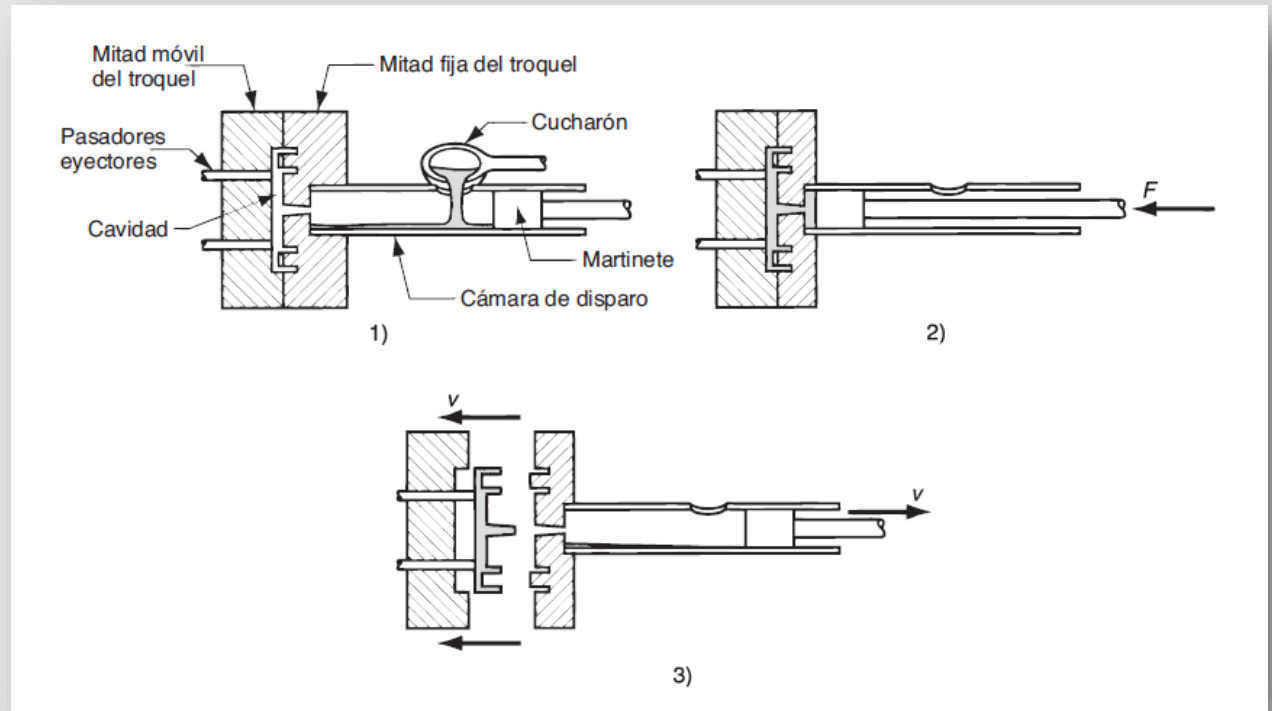
Colada por gravedad



Colada inyectada en cámara fría



Colada inyectada en cámara fría

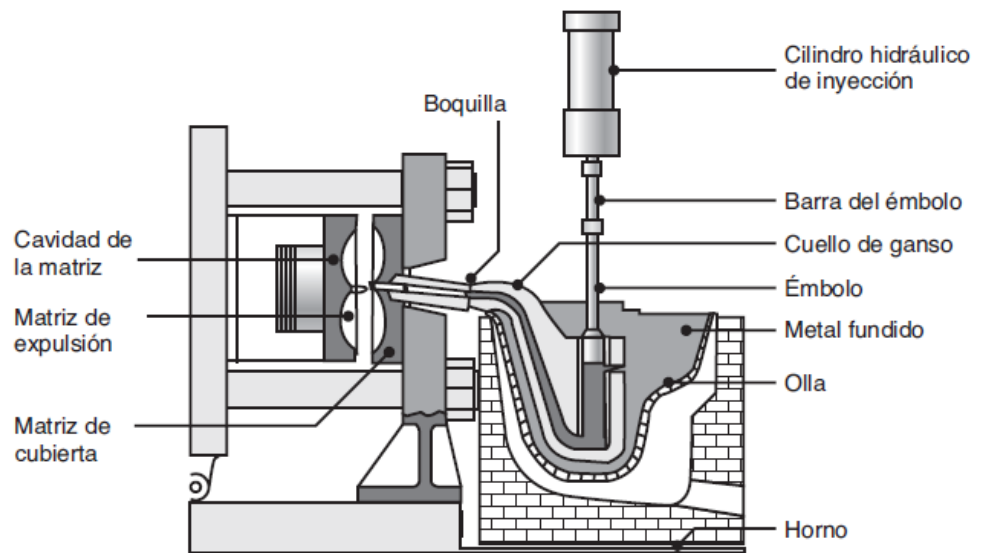


- 1) Con molde cerrado y martinete retirado, el metal fundido se vierte a la cámara.
- 2) El martinete fuerza al metal a fluir en el molde, manteniendo la presión durante el enfriamiento y solidificación.
- 3) Se retira el martinete, el molde se abre y la pieza es expulsada.

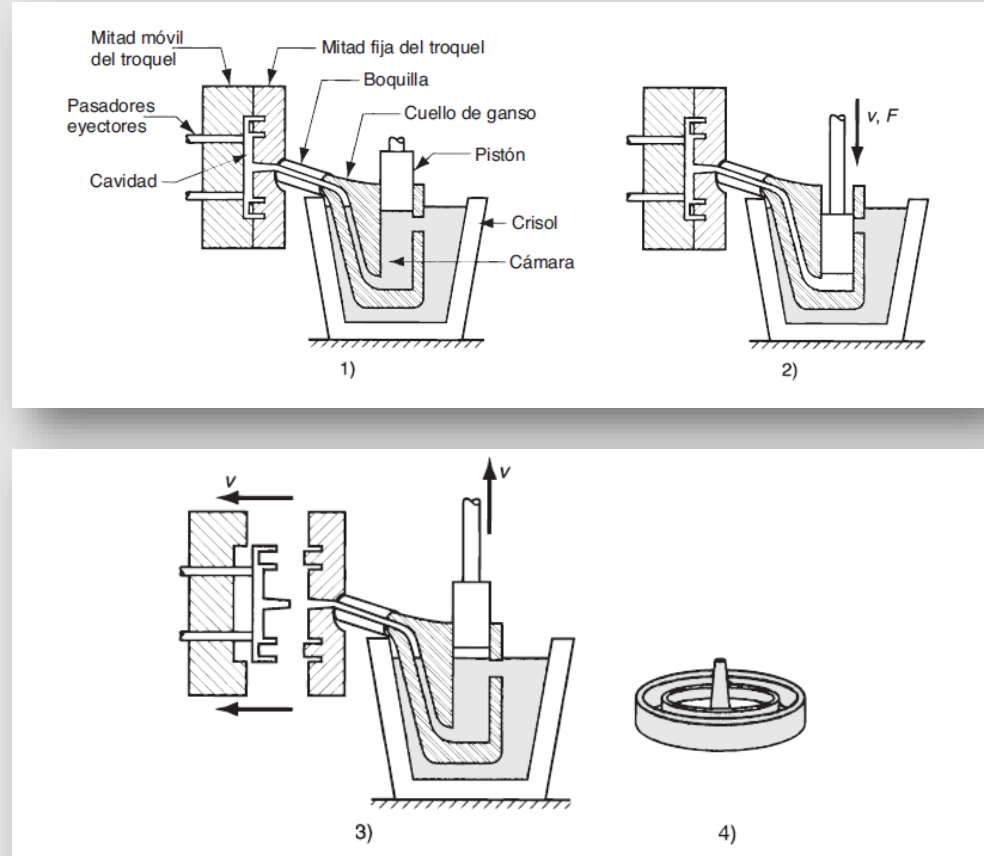




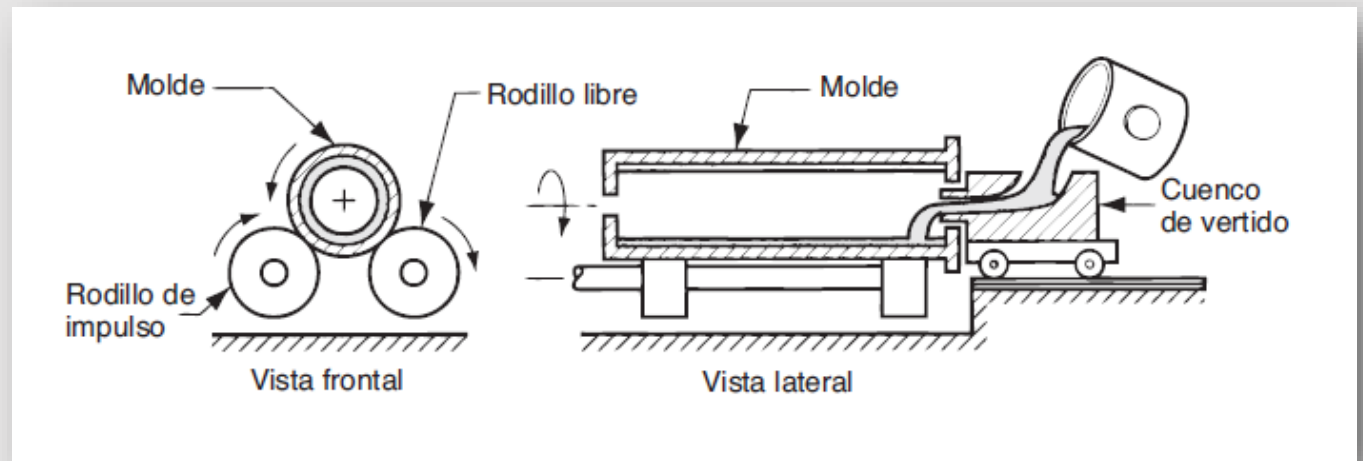
Colada inyectada en cámara caliente



Colada inyectada en cámara caliente



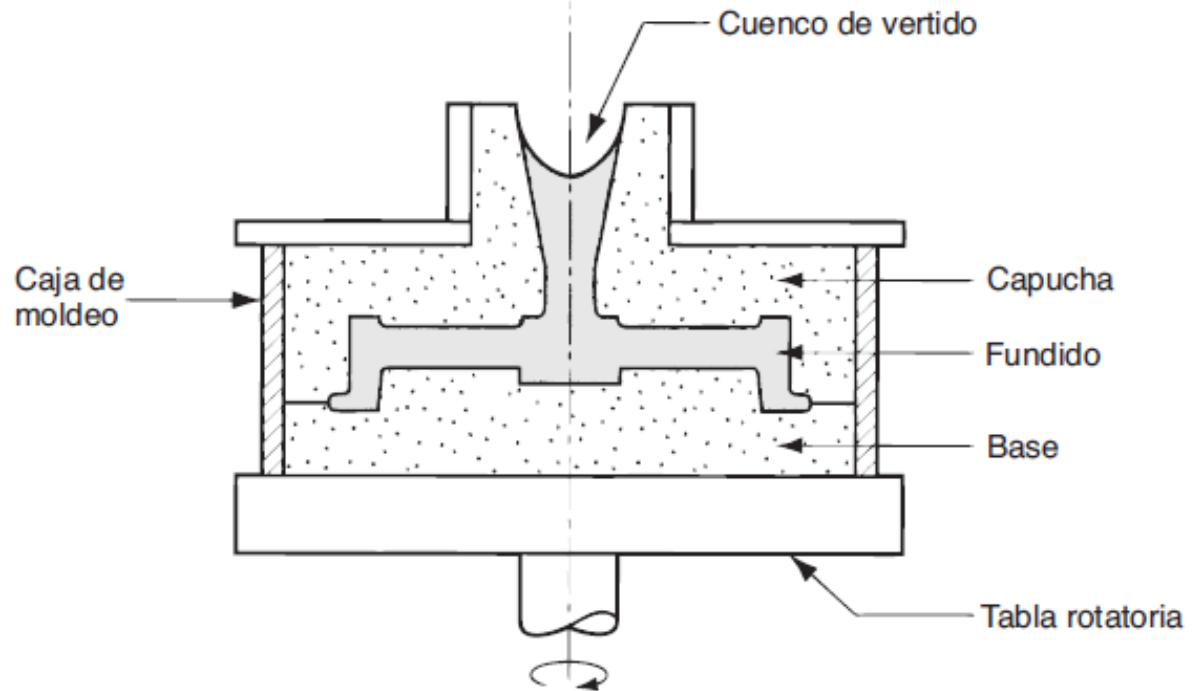
Colada centrifugada



Fundición centrífuga real

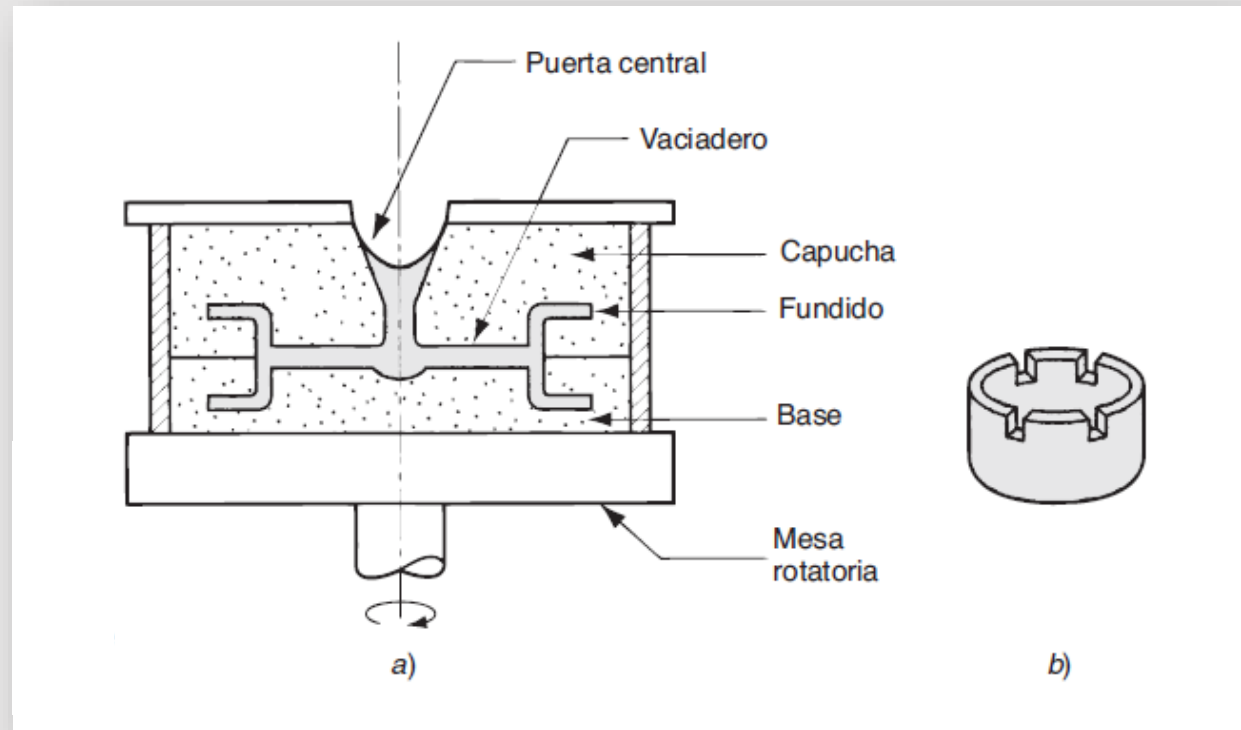


Colada centrifugada



Fundición semicentrífuga

Colada centrifugada



Fundición centrífuga

- a) Fundición centrífuga, la fuerza centrífuga ocasiona que el metal fluya a las cavidades del molde, a partir del eje de rotación.
- b) Producto fundido.



**Tipos de
hornos**



Hornos para fundición de metales

De cubilote

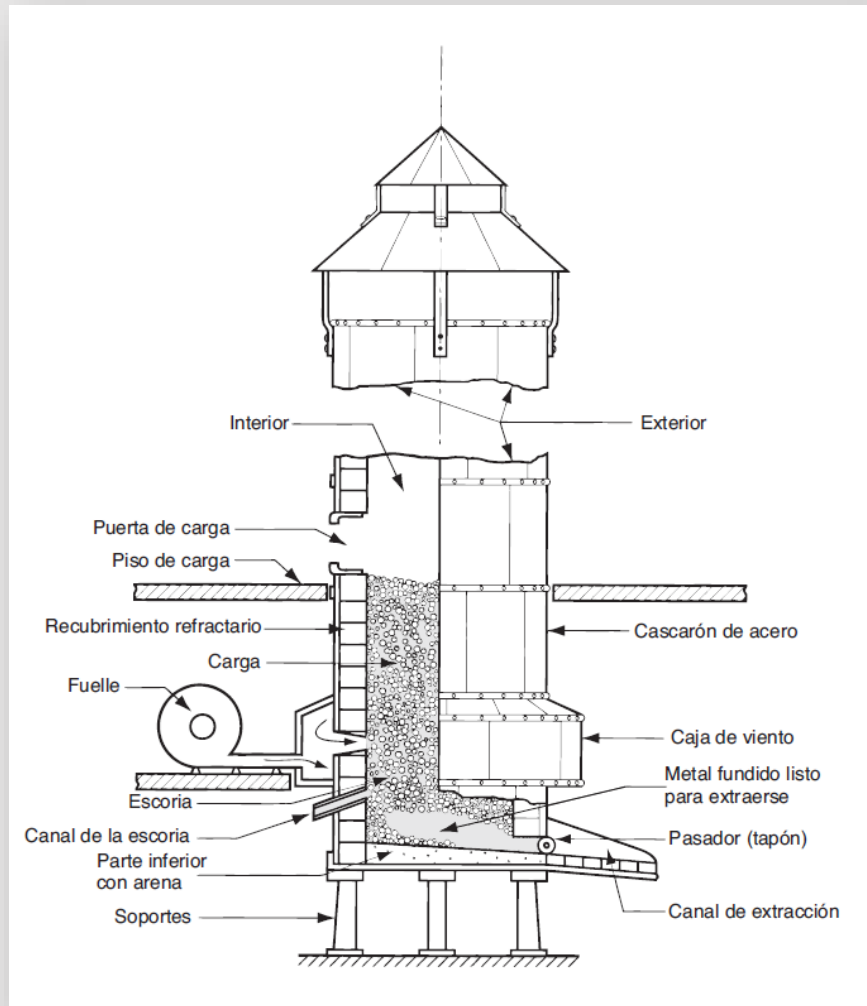
De combustible directo

Crisol

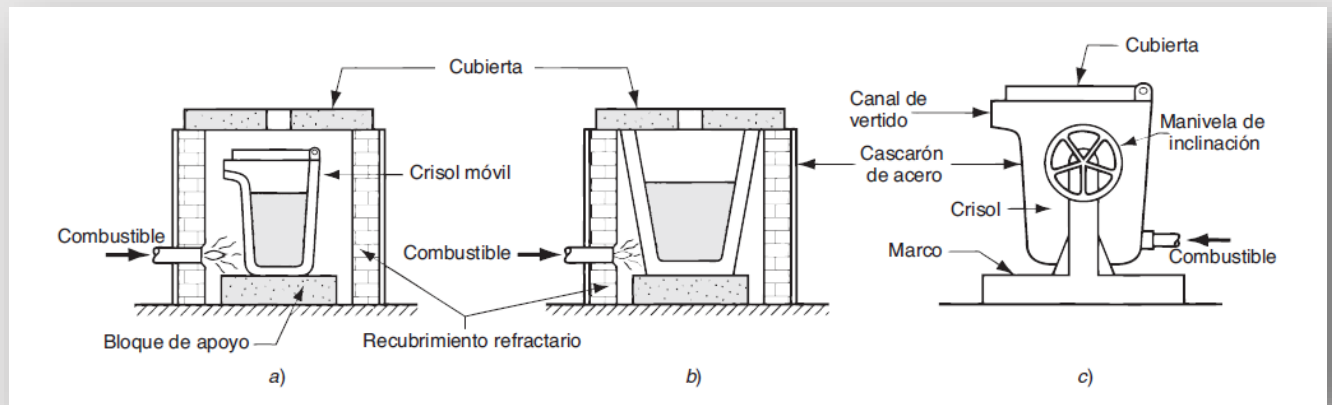
De arco eléctrico

De inducción

Horno de cubilote

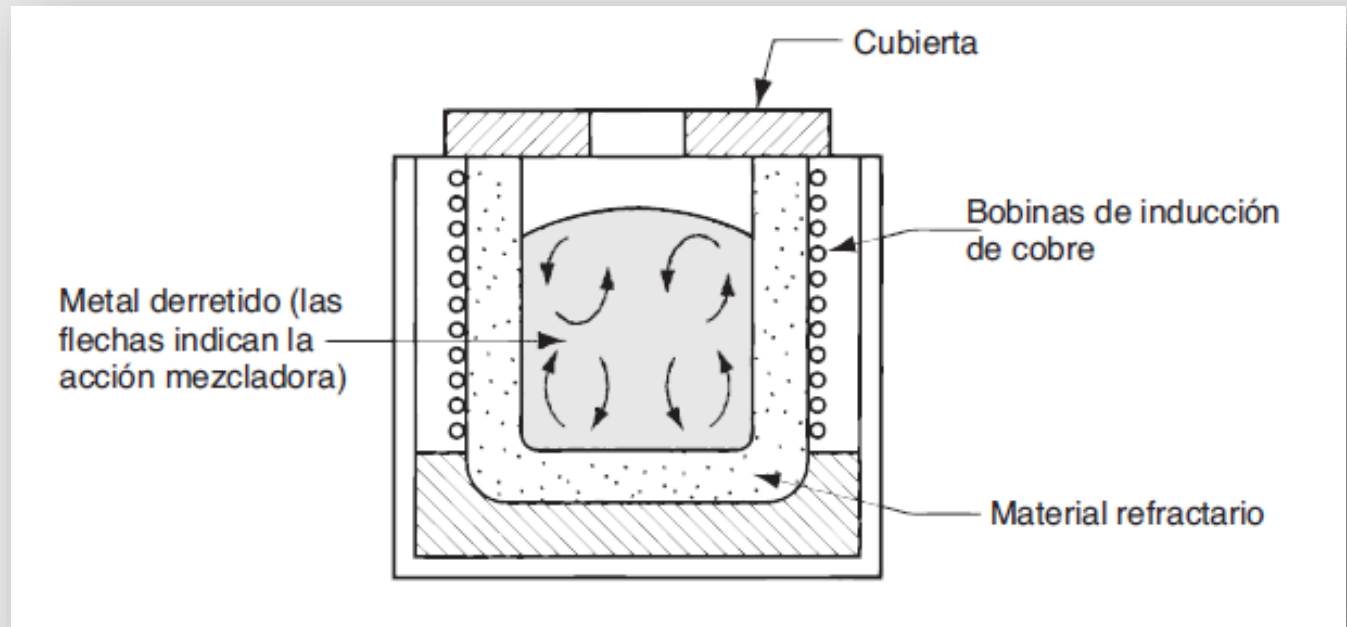


Horno de crisol

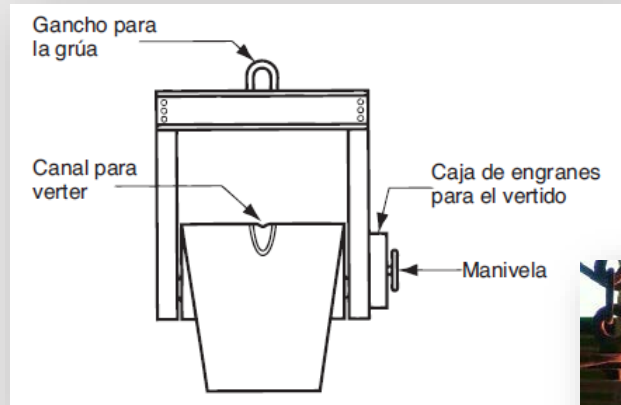


- a) Crisol móvil
- b) Crisol estacionario
- c) Crisol de volteo

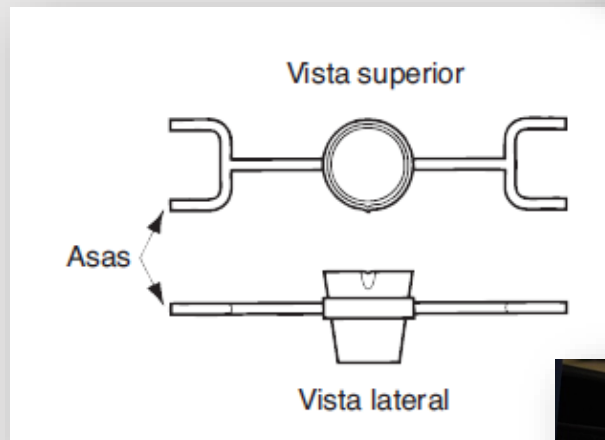
Horno de inducción



Cuencos



Cuencho de grúa
Manipulación de cantidades importantes de metal fundido

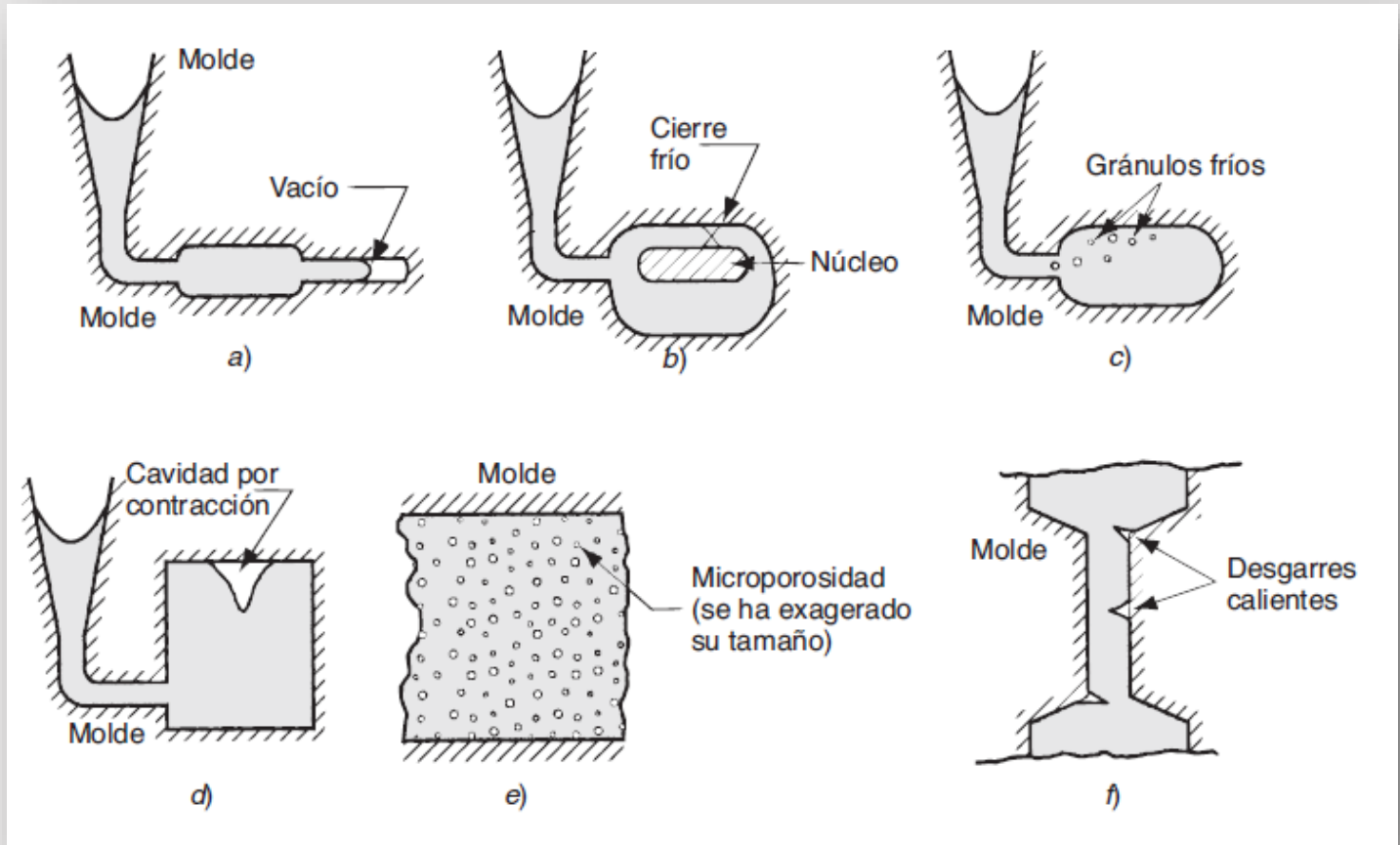


Cuencho de mano
Manipulación de cantidades reducidas de metal fundido



<< Metales. Formación en moldes >>

Defectos en las piezas fundidas



- | | |
|-------------------|----------------------------|
| a) Vacíos | d) Cavidad por contracción |
| b) Cierre frío | e) Microporosidad |
| c) Gránulos fríos | f) Desgarre caliente |

Defectos en las piezas fundidas

1

Vacíos

Solidifican antes de llenar por completo la cavidad del molde.

- 1) insuficiente fluidez del metal derretido,
- 2) temperatura de vertido muy baja
- 3) vertido muy despacio
- 4) sección transversal de la cavidad del molde muy delgada.

2

Cierres fríos

Dos porciones del metal fluyen juntas, pero no hay fusión entre ellas debido a la solidificación prematura.

3

Gránulos fríos

Resultan de las salpicaduras durante el vertido, formándose glóbulos sólidos de metal atrapados en el fundido

Defectos en las piezas fundidas

4

Cavidad de fuga (rechupe)

Depresión en la superficie o vacío interno en el fundido, por fugas en la solidificación que restringen la cantidad de metal derretido disponible en la última región que se solidifica.

5

Microporosidad

Red de vacíos pequeños en el fundido, por la falta de solidificación localizada del metal derretido final en la estructura dendrítica

6

Desgarre caliente

El fundido se ve impedido de contraerse por un molde que no lo propicia durante las etapas finales de la solidificación, o en las primeras del enfriamiento después de solidificarse

Defectos en fundición en arena

1

Sopladura

Cavidad en forma de globo, por la liberación de gases del molde durante el vertido.

Causas

Baja permeabilidad, mala ventilación y contenido de humedad alto del molde de arena.

2

Agujeros de pasador

Múltiples cavidades pequeñas por gases formadas en o ligeramente debajo de la superficie del fundido.

3

Lavado de arena

Irregularidad en la superficie del fundido que se genera por la erosión del molde de arena durante el vertido.

Defectos en fundición en arena

4

Costras

Áreas rugosas en la superficie del fundido por incrustaciones de arena y metal.

5

Penetración

Defecto de la superficie que ocurre cuando la fluidez del metal líquido es alta y penetra en el molde de arena o núcleo de arena. La compactación estrecha del molde de arena ayuda a disminuir esta condición.

6

Desplazamiento del molde

Defecto por el movimiento lateral de la capucha del molde en relación con la base, lo que produce un escalón en en la línea de separación.

7

Desplazamiento del noyo

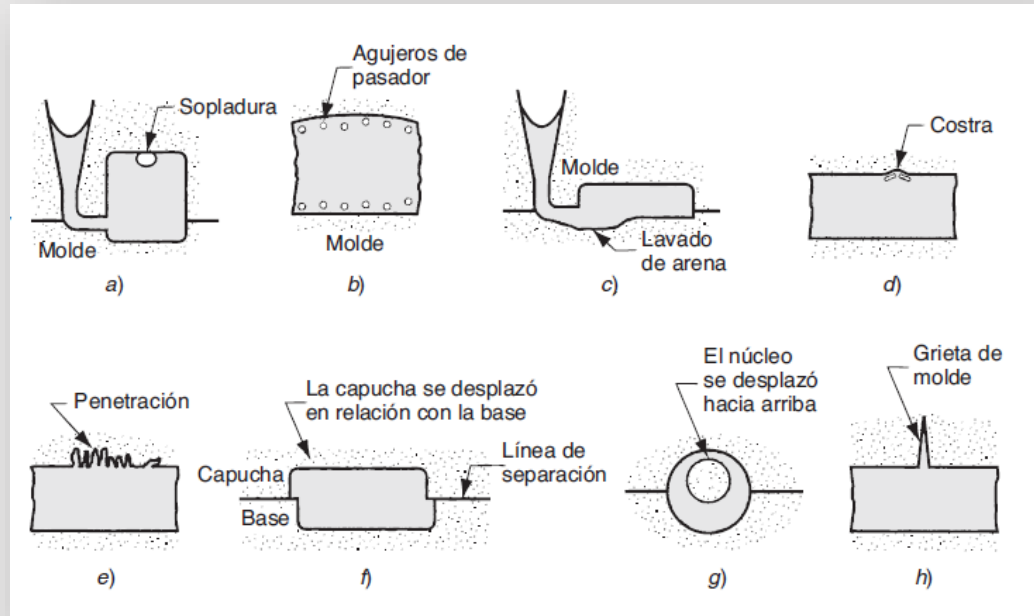
Defecto similar al anterior pero en el noyo, por la flotación de metal fundido.

Defectos en fundición en arena

8

Agrietamiento del molde

Se da cuando la resistencia del molde es insuficiente y se presenta una grieta, en la que entra metal líquido y forma una rebaba en la pieza.



- | | |
|------------------------|-----------------------------|
| a) Sopladura | e) Penetración |
| b) Agujeros de pasador | f) Desplazamiento del molde |
| c) Lavado de arena | g) Desplazamiento del noyo |
| d) Costras | h) Agrietamiento del molde |

Diseño de productos fundidos. Recomendaciones

1

Sencillez geométrica.

La simplificación del diseño de ésta mejorará su facilidad para fundirse. reduce la necesidad de núcleos y mejora la resistencia del fundido.

2

Esquinas. Deben evitarse las esquinas y ángulos agudos, concentran tensiones y ocasionan agrietamientos calientes y fisuras en el fundido. Deben haber biseles generosos para las esquinas internas, y las aristas agudas deben suavizarse.

3

Espesores de sección. Los espesores de la sección deben ser uniformes a fin de evitar cavidades por fugas.

**Diseño
de productos
fundidos.
Recomendaciones**

4

Inclinación

El diseño de las piezas deben tener una inclinación para lograr un fácil desmolde. la pieza.

5

Uso de núcleos.

Ciertos cambios pequeños en el diseño de la pieza reducen la necesidad de utilizar núcleos.

6

Espesores de sección. Los espesores de la sección deben ser uniformes a fin de evitar cavidades por fugas.

**Diseño
de productos
fundidos.
Recomendaciones**

7

Tolerancias dimensionales

Según el proceso de moldeo hay diferencias significativas en la exactitud dimensional de los productos.

8

Acabado de las superficies

La fundición en arena posee una rugosidad de alrededor de 6 μm . Moldes de yeso y la fundición por revestimiento producen valores mucho mejores de rugosidad: 0.75 μm . La fundición inyectada en coquillas es la de mejores acabados superficiales.

9

Tolerancias de maquinado

En muchos procesos de fundición las piezas deben mecanizarse para obtener las dimensiones requeridas.

Operaciones
en la pieza
solidificada



1

Recorte

2

Retiro de noyos

3

Limpieza de superficies

4

Inspección

5

Reparaciones

6

Tratamientos térmicos

<< Metales. Metalurgia de polvos >>

Pulvimetalurgia

Las piezas se pueden producir en forma neta o casi neta, reduciendo la necesidad de procesos posteriores.

Hay muy poco desperdicio de material.

Es posible controlar el nivel específico de porosidad en los productos.



Pulvimetalurgia



Muy buenas tolerancias dimensionales en los productos obtenidos.

Los métodos de producción se pueden automatizar para economizar la operación.

Permite trabajar con aleaciones metálicas que no se pueden producir por otros métodos.

Pulvimetalurgia



Fases del proceso

1

Producción de polvos

2

Mezcla

3

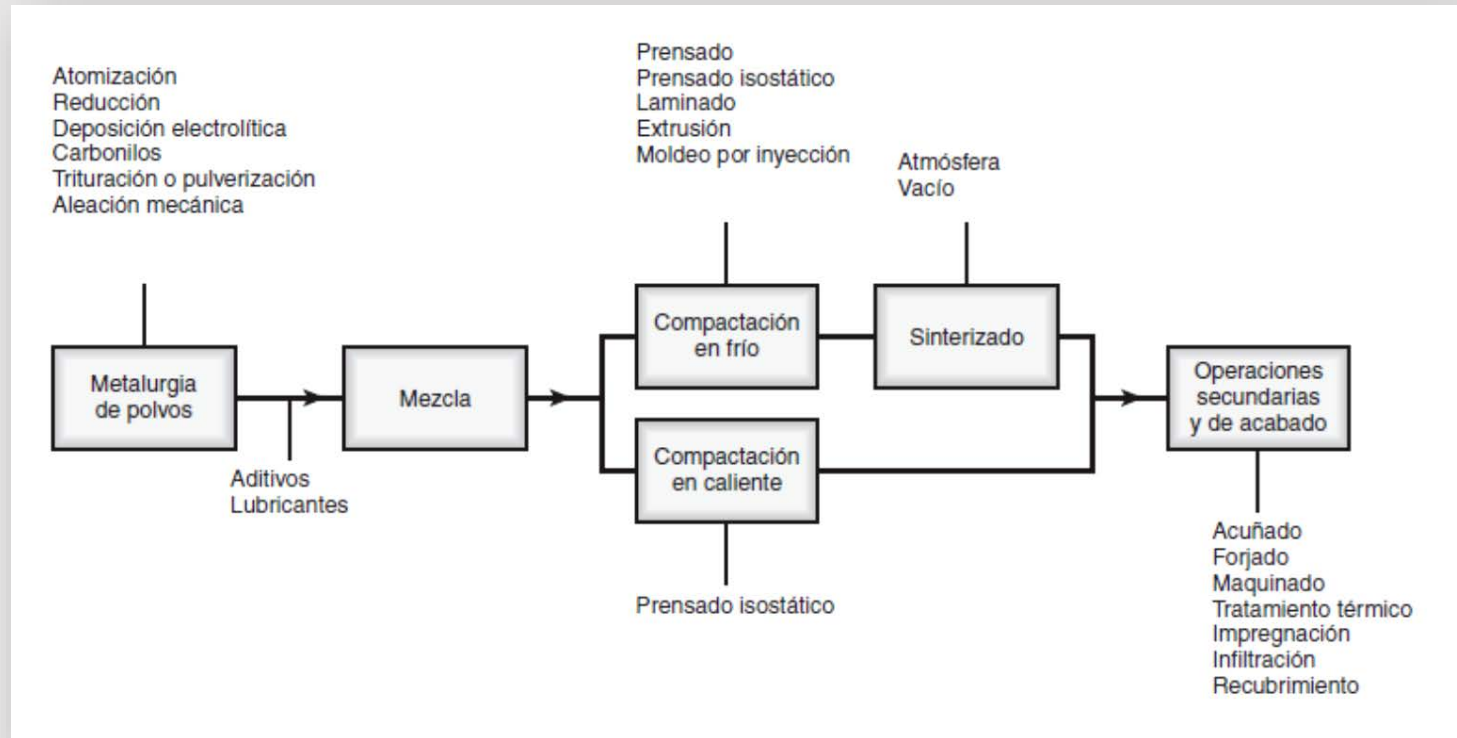
Compactación

4

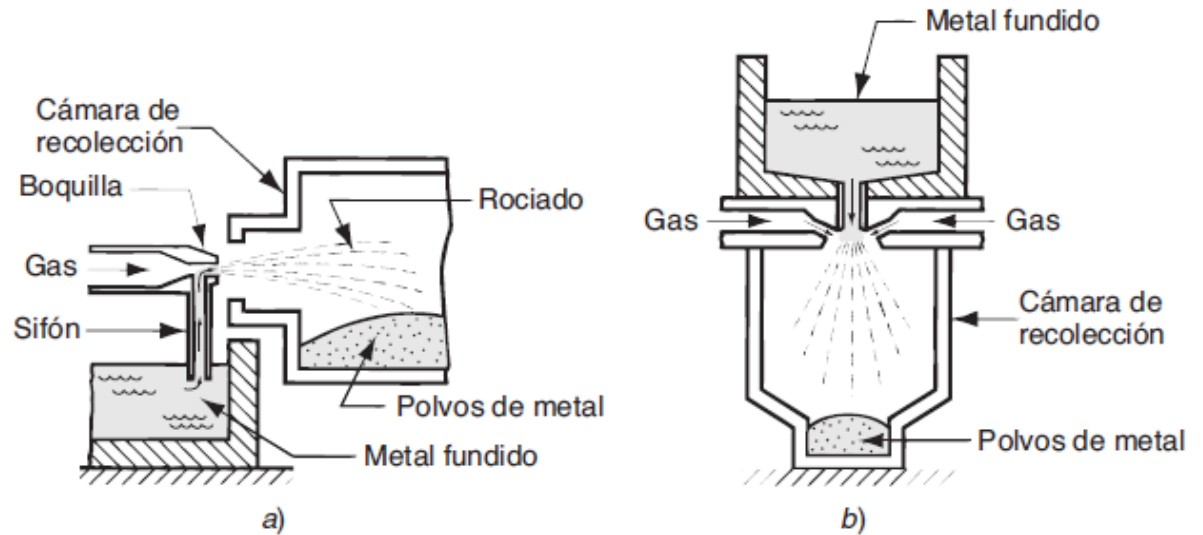
Sinterizado

Pulvimetalurgia

Procesos



Obtención de polvos por atomización



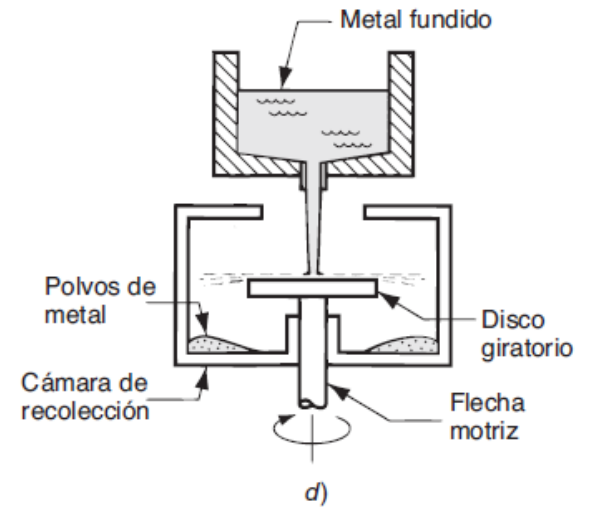
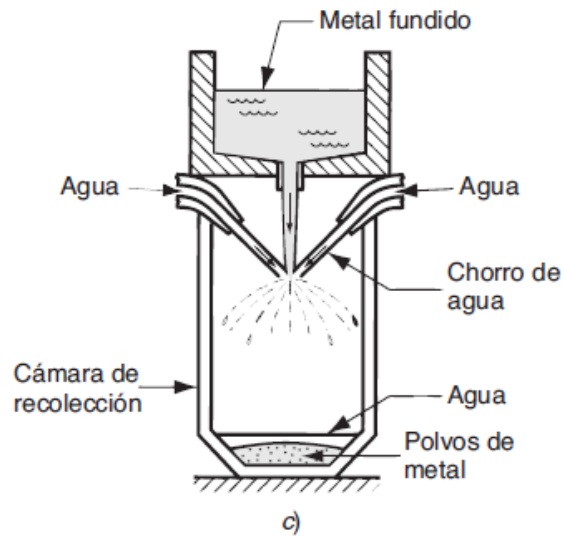
a) y b) Atomización por gas

Pulvimetalurgia



Pulvimetalurgia

Obtención de polvos por atomización



c) Atomización con agua

d) Atomización centrífuga con un disco o copa giratoria.



Pulvimetalurgia Obtención de polvos

Reducción química

Reacciones químicas que reducen los compuestos metálicos a polvos metálicos elementales.

Precipitación de una solución química

Electrólisis

El ánodo se disuelve lentamente por la acción del voltaje aplicado, se mueve a través del electrólito y se deposita en el cátodo.



Pulvimetalurgia Prensado y sinterizado



Combinación y mezclado de los polvos.

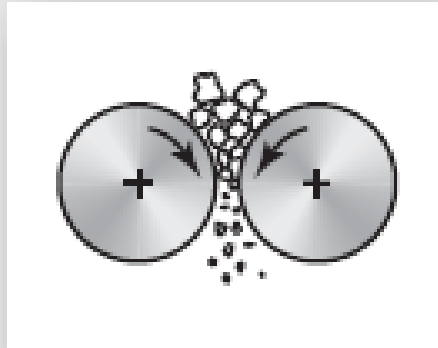
Compactación

Se prensan los polvos para obtener la forma deseada.

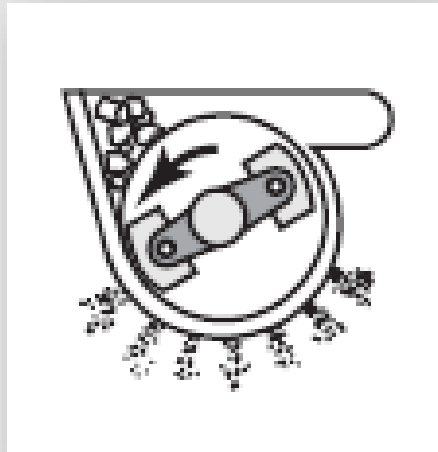
Sinterizado

Calentamiento a una temperatura por debajo del punto de fusión para provocar la unión de las partículas en estado sólido y el fortalecimiento de la pieza.

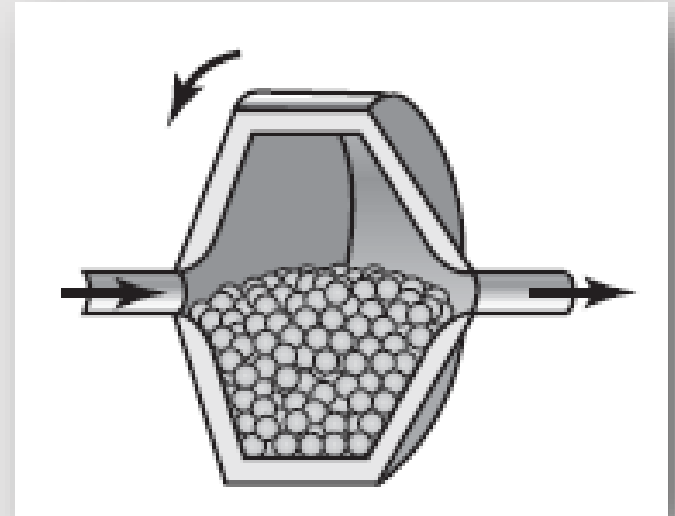
Pulvimetalurgia Molienda de polvos



Rodillos



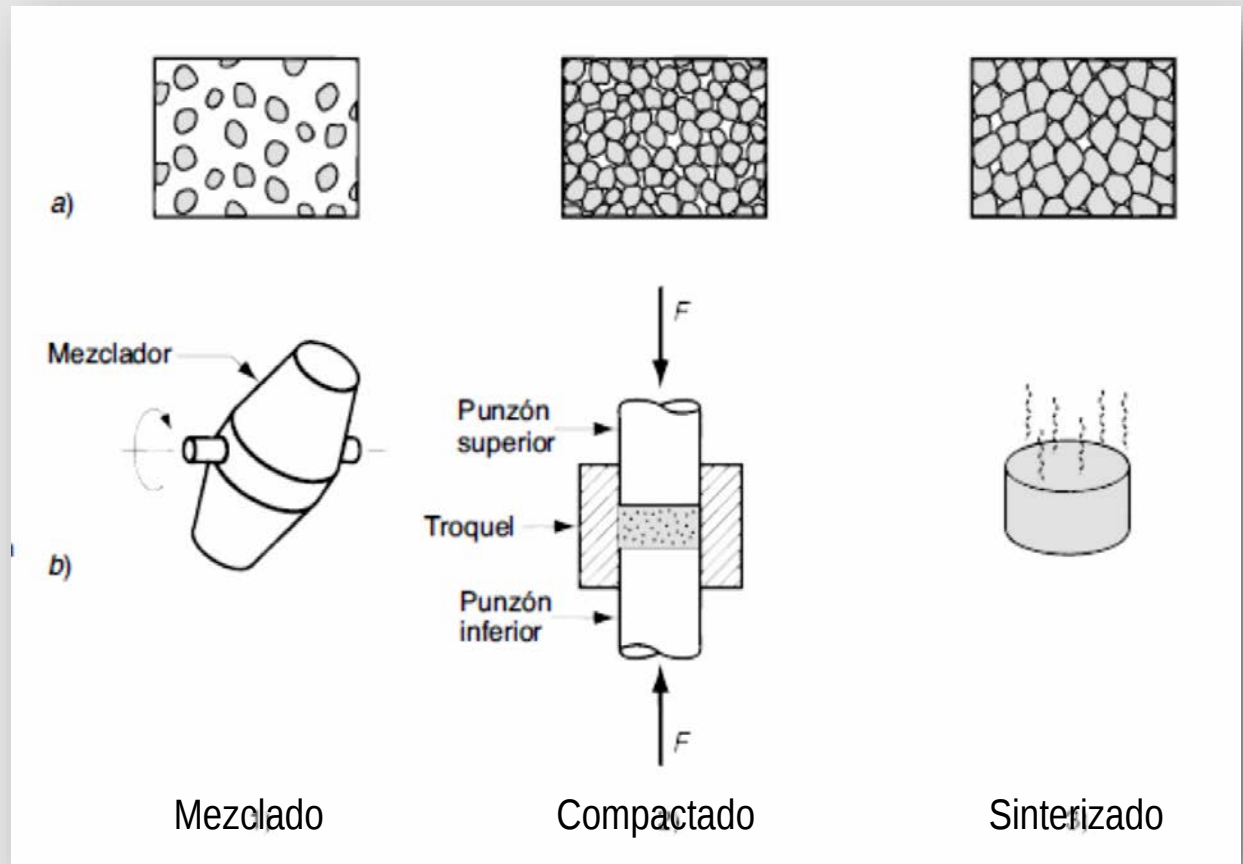
Molino de martillo



Molino de bolas

Pulvimetalurgia

Mezclado,
prensado y
sinterizado



Secuencia convencional de producción en pulvimetalurgia

- a) Condición de las partículas,
- b) Operaciones y la pieza durante la secuencia.

<< Metales. Metalurgia de polvos >>

Pulvimetalurgia Mezcla de polvos

Se pueden **mezclar polvos de diferentes materiales** a fin de proporcionar propiedades físicas y mecánicas especiales al producto.

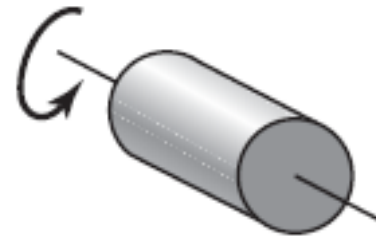
Aun utilizando un solo metal, los polvos pueden variar significativamente **en tamaño y forma**. Por ello **deben mezclarse** para obtener uniformidad

Se pueden **incorporar lubricantes** con los polvos para mejorar sus características de flujo y reducir la fricción entre las partículas metálicas y la vida de la matriz..

Se pueden incorporar **aditivos y aglutinantes**.



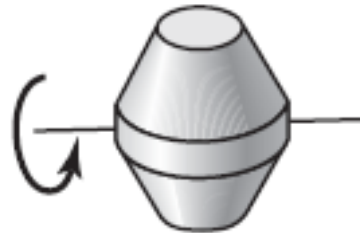
Pulvimetalurgia Mezcladores



(a)



(b)



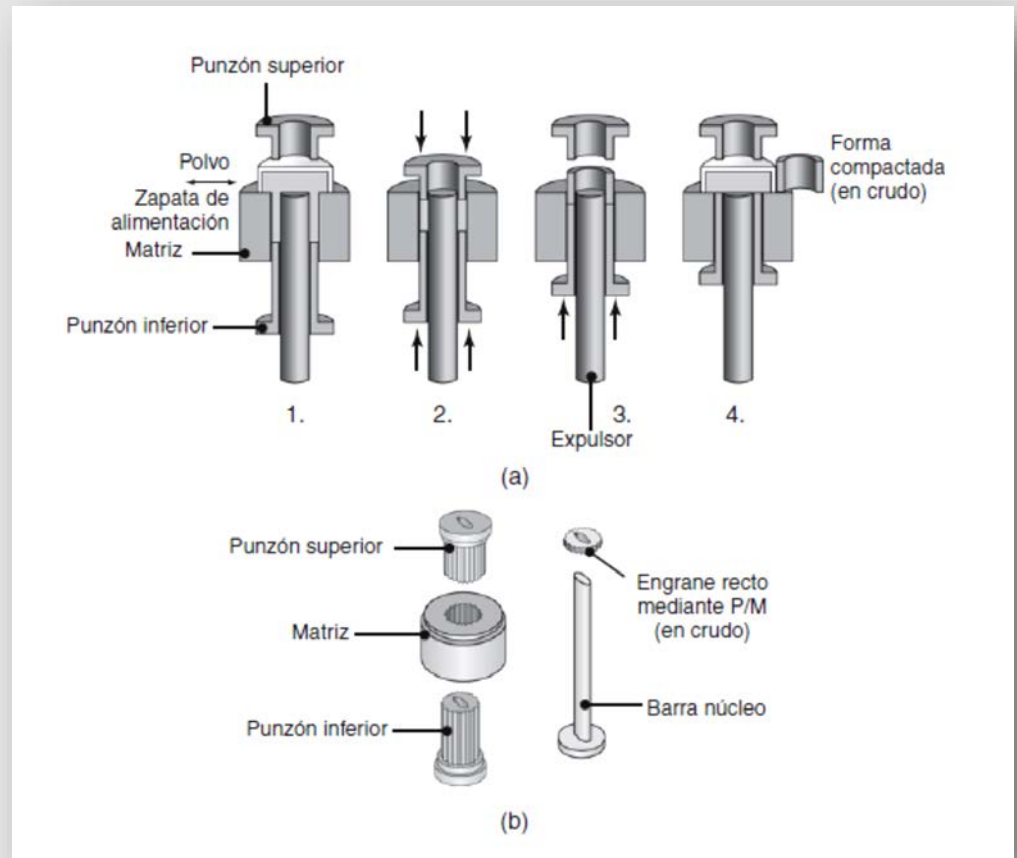
(c)



(d)

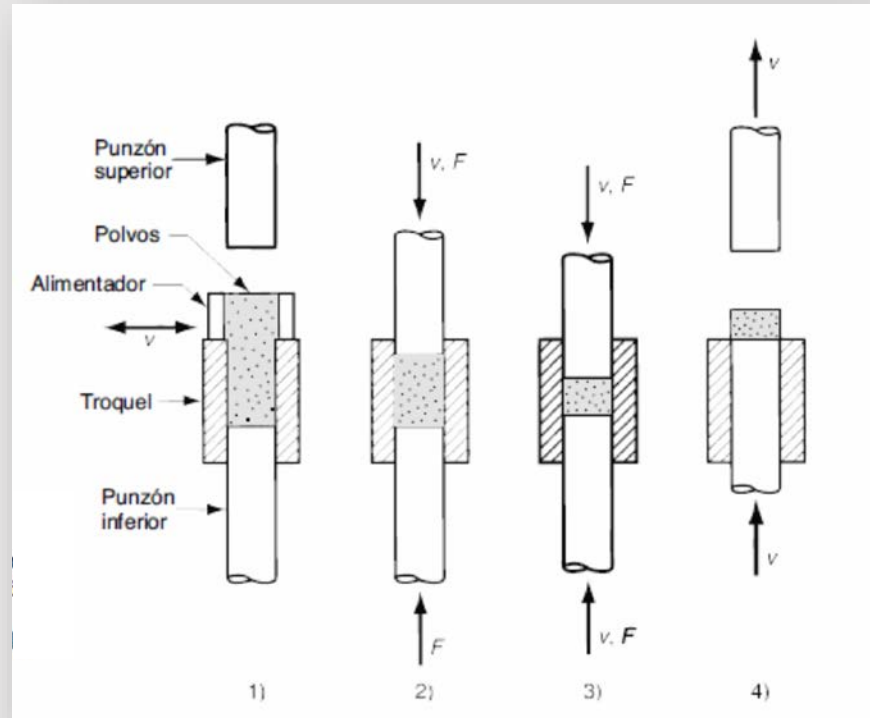
Formas de mezcladores

Pulvimetalurgia Mezcladores



- (a) matriz para la compactación de polvos metálicos
- (b) Herramental utilizado

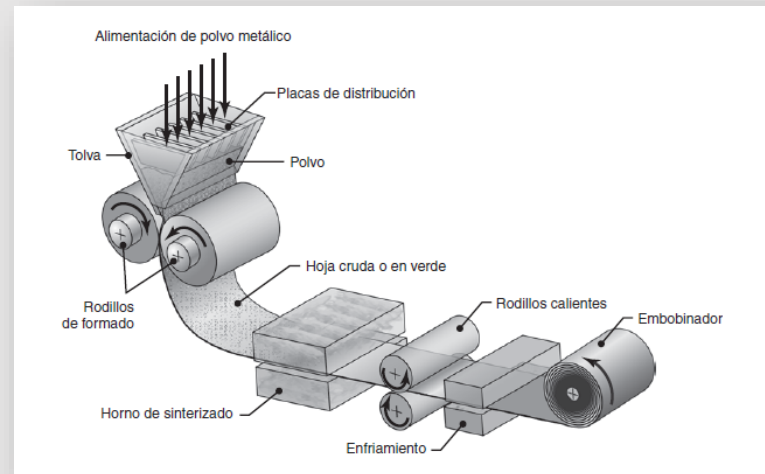
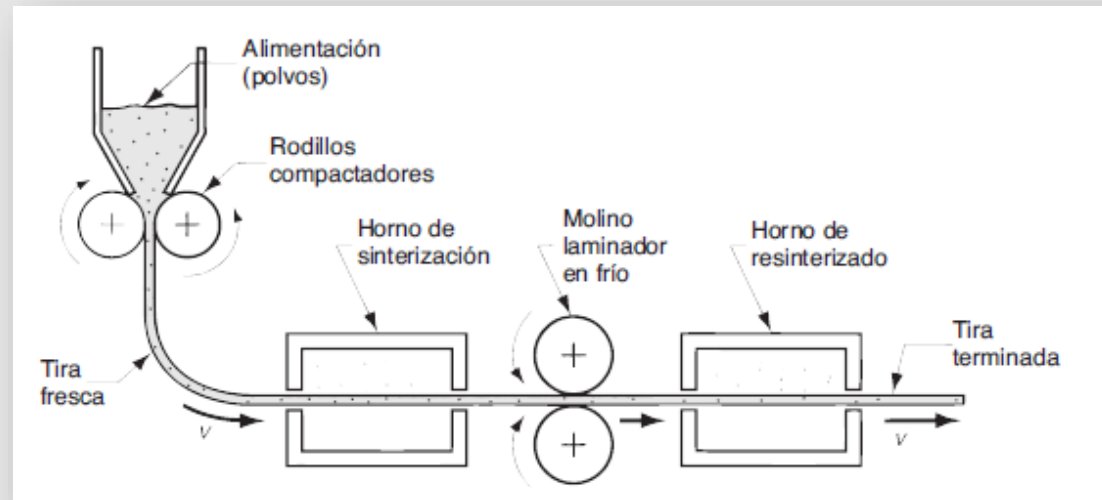
Pulvimetalurgia Compactación



- 1) Llenado de la cavidad con polvos, por alimentación automática en la producción
- 2) Posición inicial
- 3) Posición final de los punzones inferior y superior durante la compactación
- 4) Eyección de la pieza.

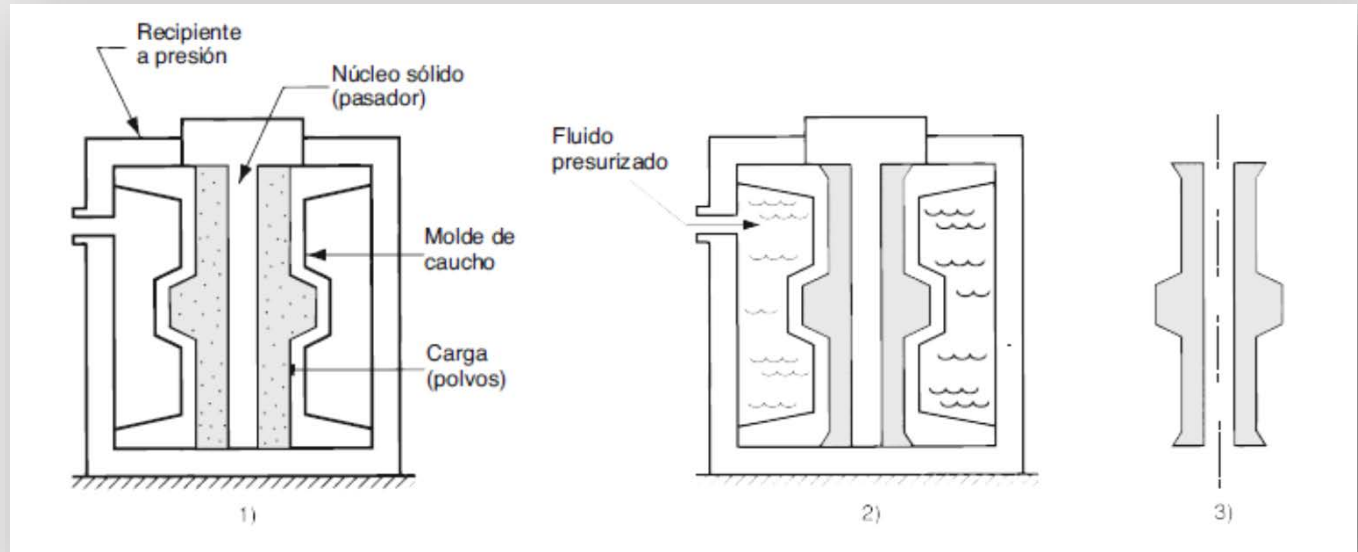
<< Metales. Metalurgia de polvos >>

Pulvimetalurgia Compactación



Laminado de polvos

Pulvimetalurgia Compactación

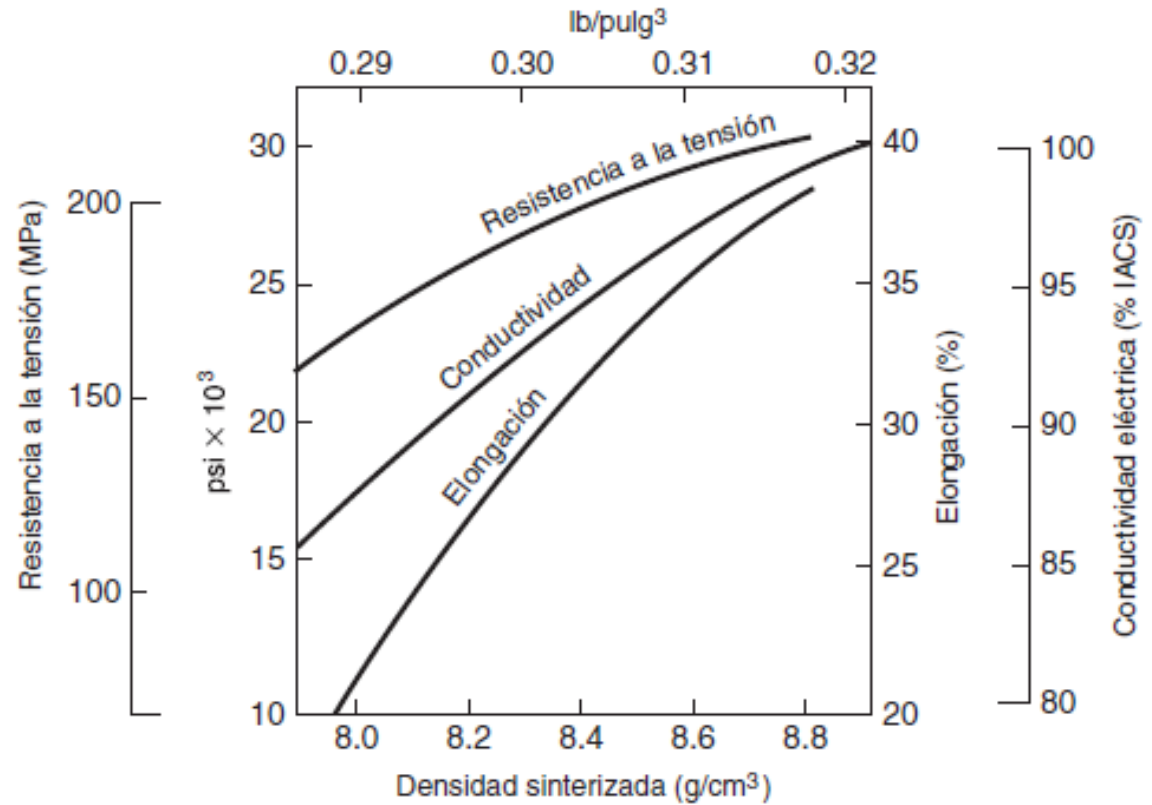


Prensado isostático en frío

- 1) Introducción de los polvos en el molde flexible
- 2) Aplicación de presión hidrostática sobre el molde para compactar los polvos
- 3) Reducción de la presión y retiro de la pieza.

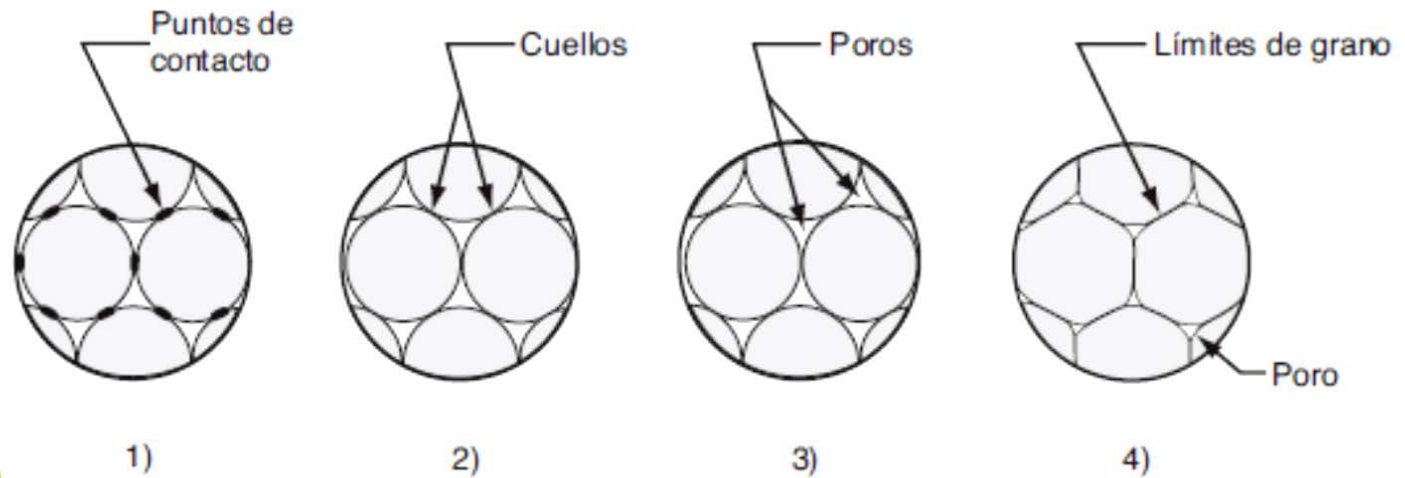
Pulvimetalurgia

Densidad y resistencia



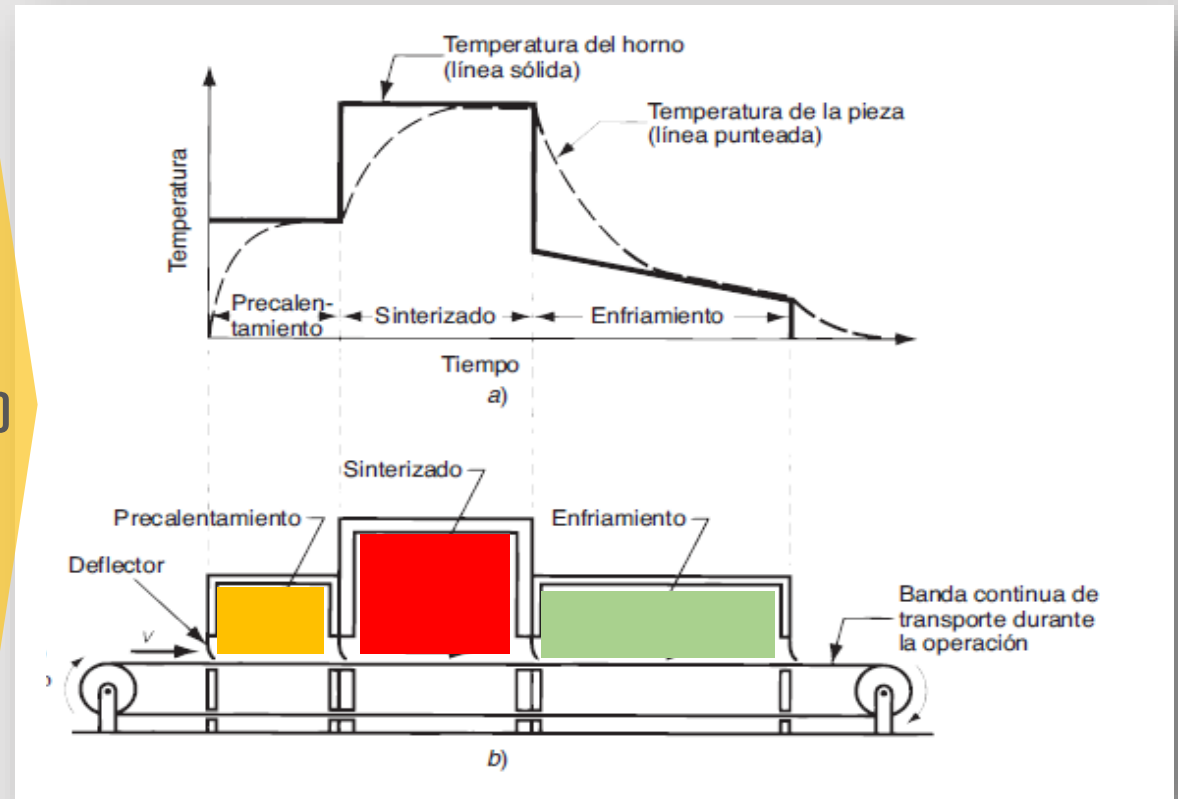
Relación entre densidad del compactado y la resistencia

Sinterizado



- 1) La unión de las partículas se inicia en los puntos de contacto.
- 2) Los puntos de contacto crecen para convertirse en “cuellos”.
- 3) Los poros entre las partículas reducen su tamaño.
- 4) Se desarrollan límites de grano entre las partículas, donde había cuellos.

Sinterizado



- a) Ciclo típico de tratamiento térmico durante el sinterizado
- b) Sección transversal esquemática de un horno continuo de sinterizado.

Sinterizado

Temperatura y tiempo de sinterización para diversos metales

Material	Temperatura (°C)	Tiempo (min)
Cobre, latón y bronce	760–900	10–45
Hierro y hierro-grafito	1000–1150	8–45
Níquel	1000–1150	30–45
Aceros inoxidable	1100–1290	30–60
Aleaciones de alnico (para imanes permanentes)	1200–1300	120–150
Ferritas	1200–1500	10–600
Carburo de tungsteno	1430–1500	20–30
Molibdeno	2050	120
Tungsteno	2350	480
Tantalio	2400	480

Pulvimetalurgia



Procesos de acabado de las piezas



Acuñado



Mecanizado



Forja



Rectificado



Recubrimiento



Tratamientos térmicos

Pulvimetalurgia

Lineamientos para el
diseño de piezas



Dado el elevado costo de equipos y herramientas, se sugieren cantidades mínimas de 10 000 unidades.

Capacidad de fabricar piezas con un nivel controlado de porosidad (hasta 50%).

Se puede aplicar para hacer piezas de metales y aleaciones inusuales.

Pulvimetalurgia

Lineamientos para el
diseño de piezas



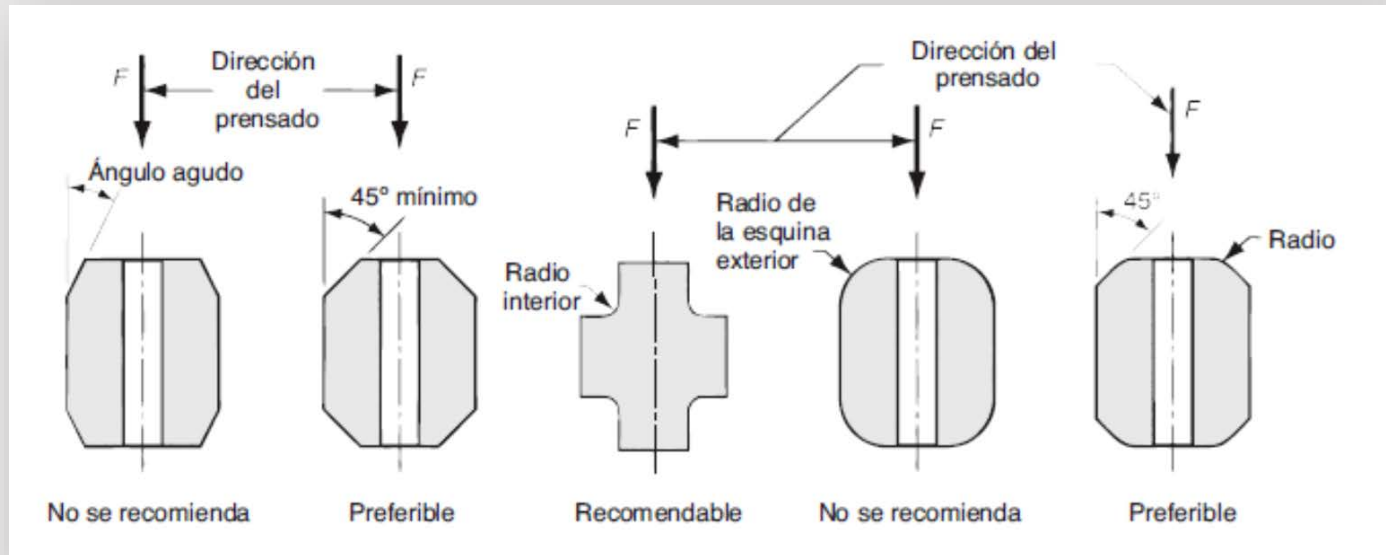
La forma de la pieza debe permitir salir de la matriz después del prensado (ángulos positivos, conicidad).

Espesor mínimo de paredes: 1,5mm entre perforaciones o entre éstas y la pared.

Los chaflanes y esquinas redondeadas son posibles en el prensado de metalurgia de Polvos. Conviene evitar ángulos agudos.

Pulvimetalurgia

Lineamientos para el
diseño de piezas



<< Metales. Metalurgia de polvos >>

Pulvimetalurgia Productos



Cátedra Materiales y Procesos II

Carrera de Diseño Industrial – 3° año

Ciclo lectivo 2020

Profesor Titular:

Mgter. Roberto Tomassiello

JTP

Ing. Osvaldo Ortíz



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

fad
FACULTAD DE
ARTES Y DISEÑO