

Sistemas de colada

1815 Fundición

Dr. Luis Enrique Jardón Pérez

Departamento de Metalurgia

Facultad de Química, UNAM



Sistema de colada

Es un conjunto de ductos cuya función es conducir al metal líquido desde el exterior hasta la impresión del molde (pieza), bajo condiciones controladas de velocidad, presión y gasto.

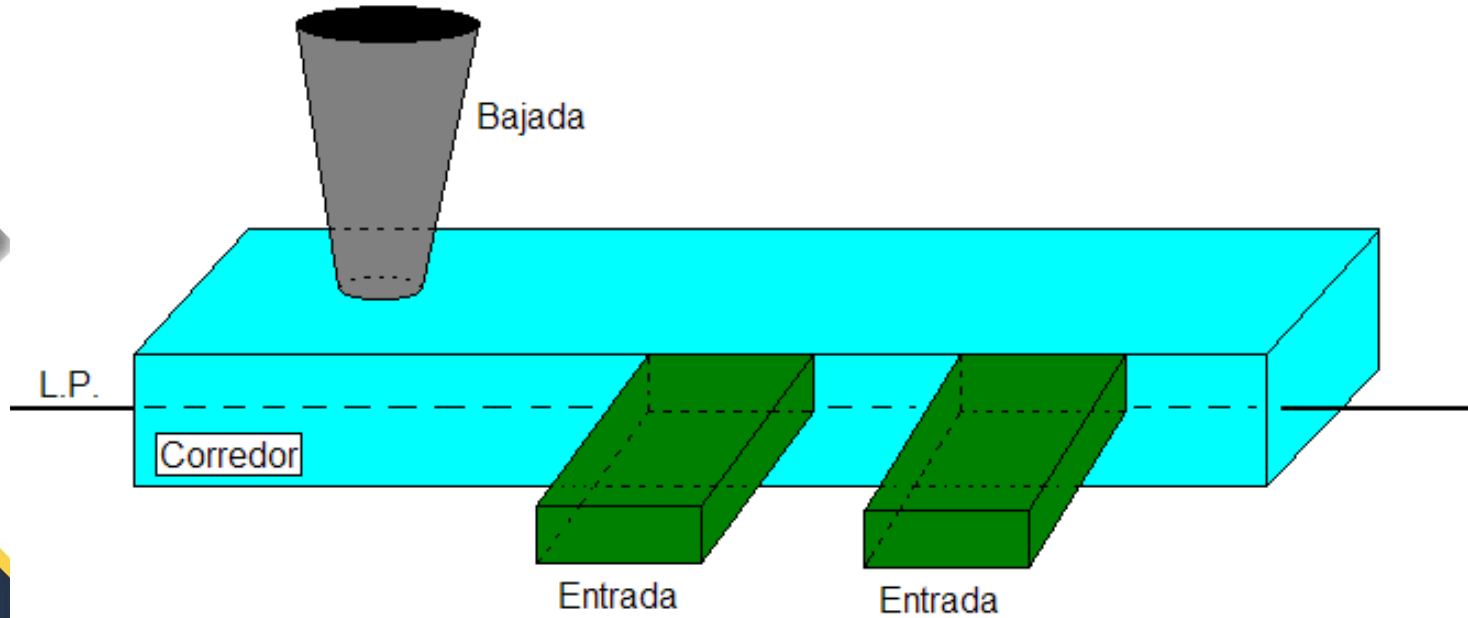
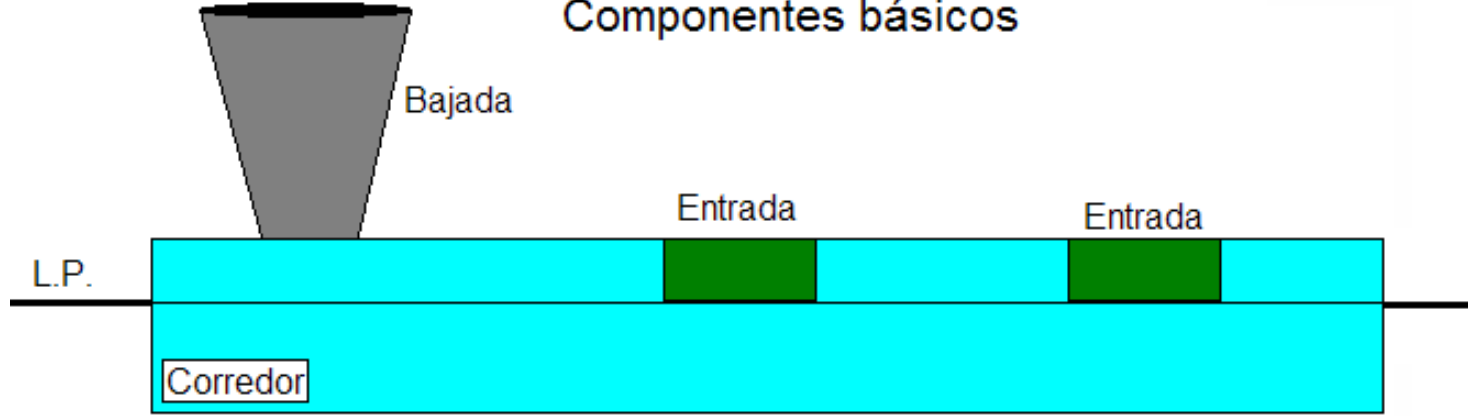
El metal líquido recorre primero la bajada, después el corredor y por último se conduce a través de las entradas para desembocar en la pieza o impresión del molde

Objetivo:

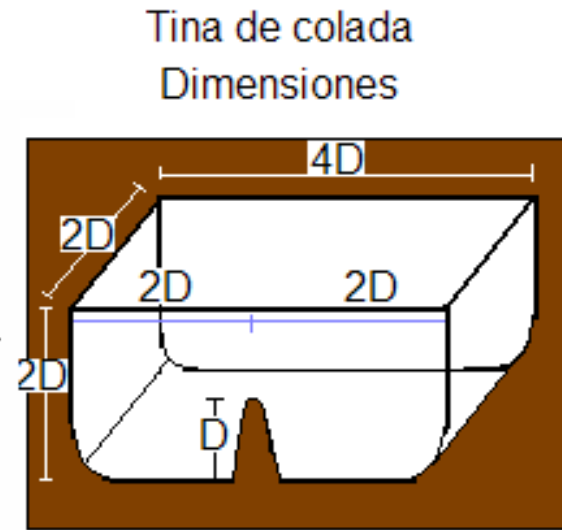
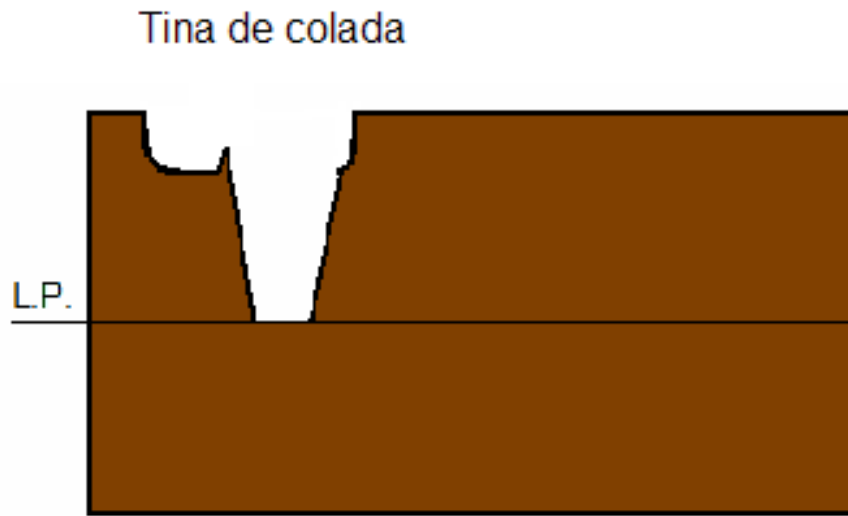
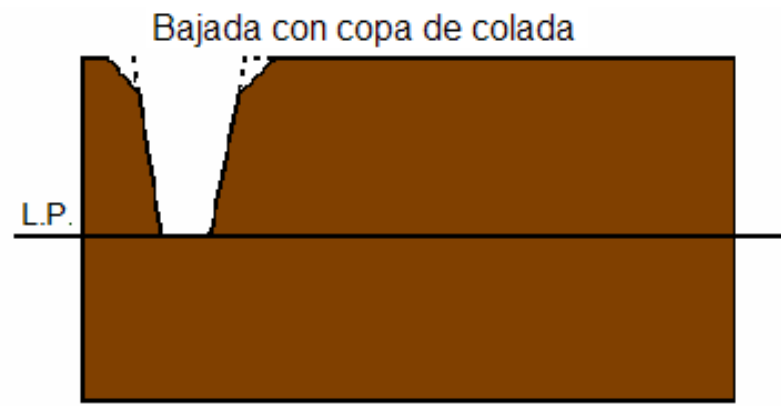
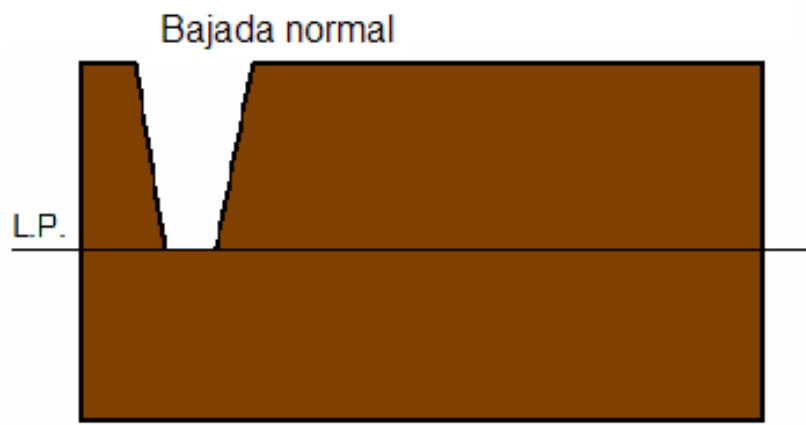
Obtener una pieza sana, libre de defectos asociados a flujo de fluidos (formación de escoria, erosión de arena de moldeo y atrapamiento de gases).
Y si se requiere sin desarrollo de gradientes térmicos en la pieza

SISTEMA DE COLADAS

Componentes básicos

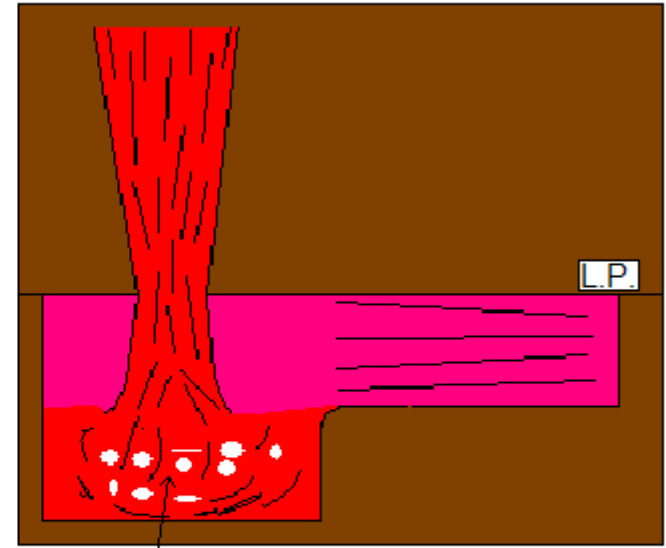
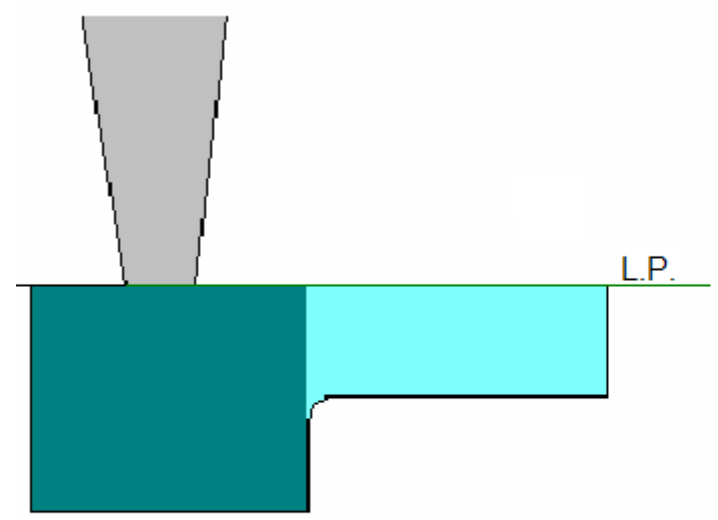
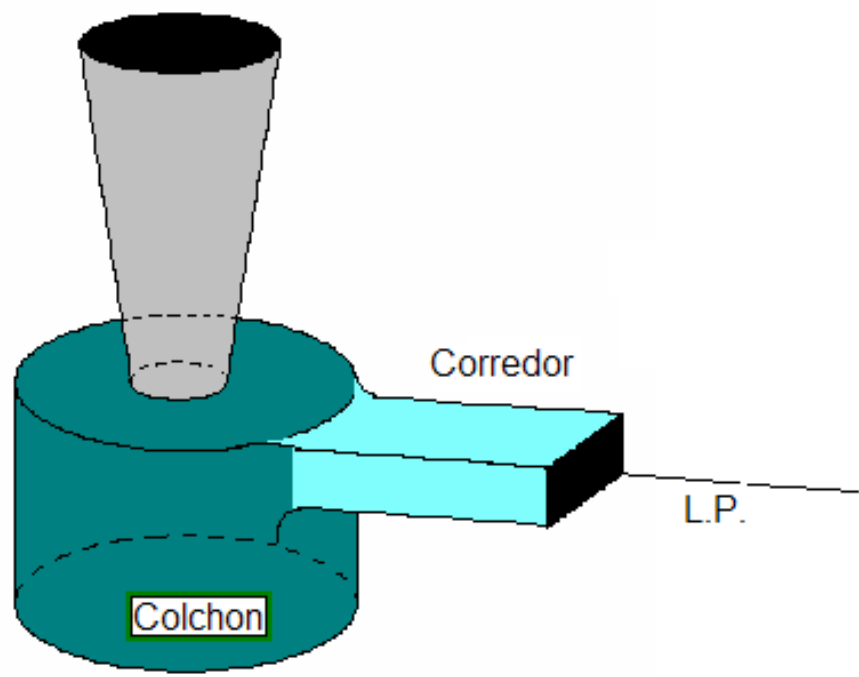


Bajada = sprue
Corredor = runner
Entrada = gate



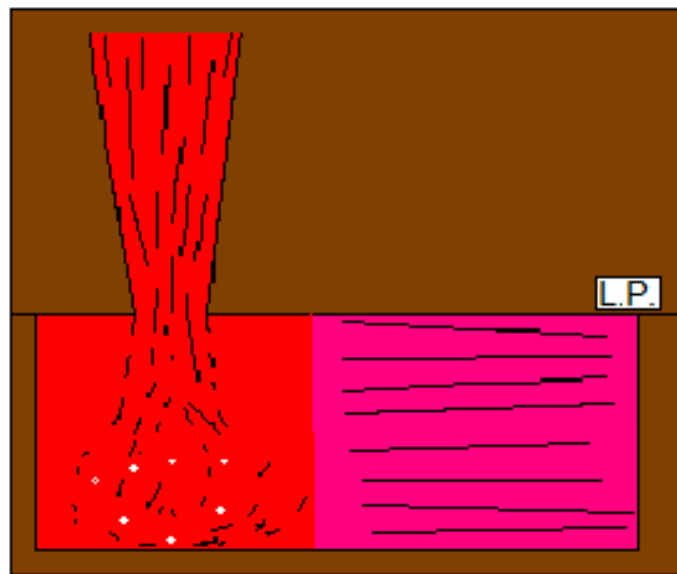
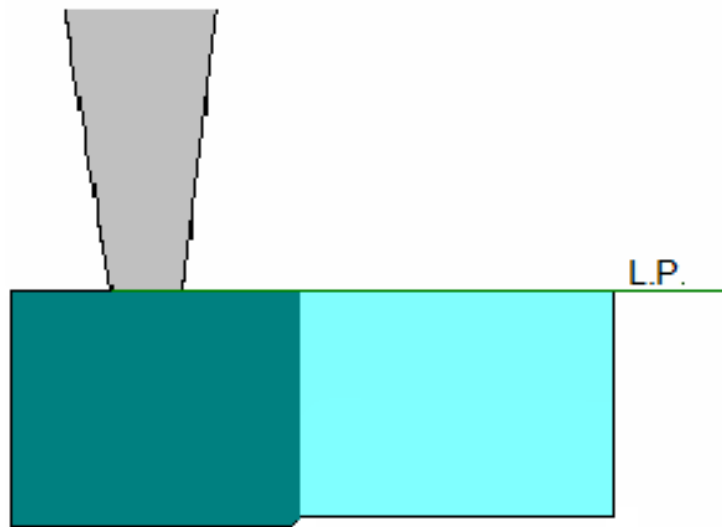
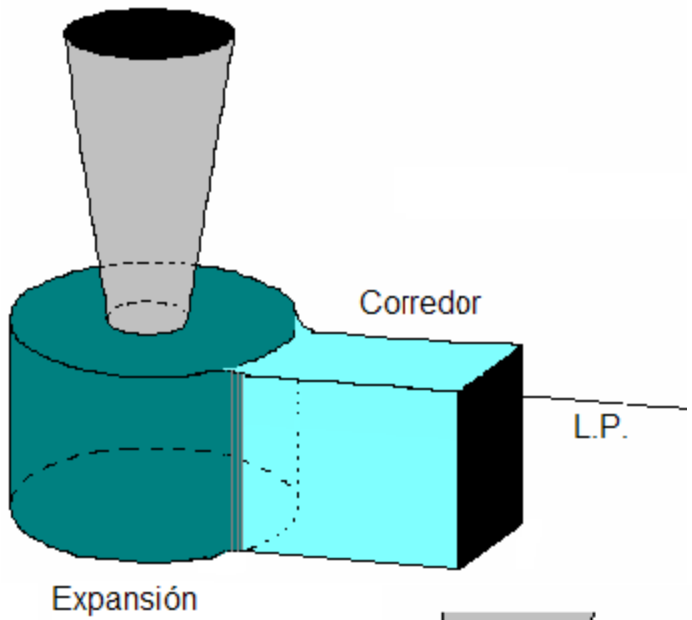
Accesorios para la bajada

Colchón Accesorio



Turbulencia y erosión
de la arena de moldeo

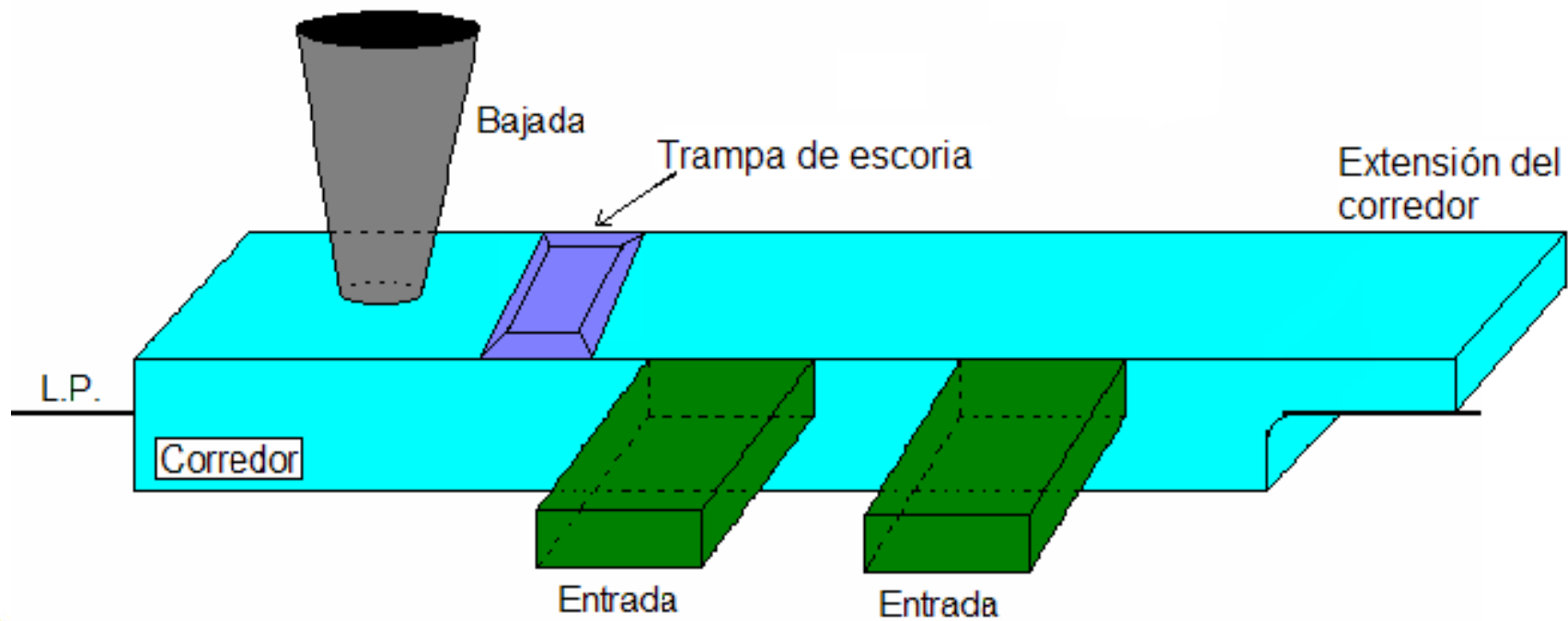
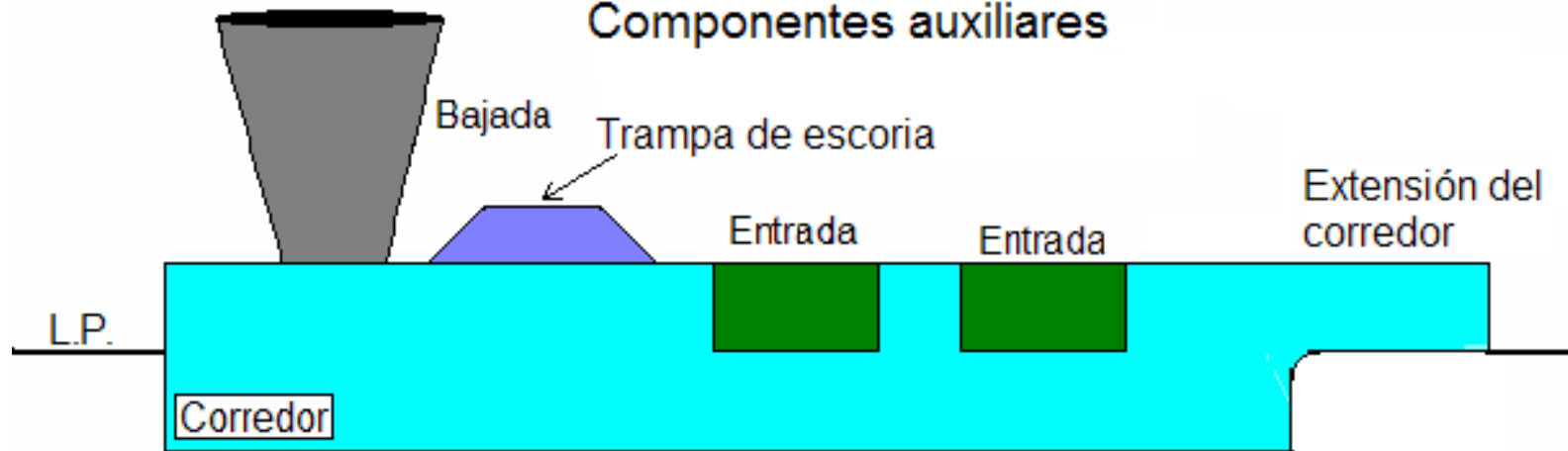
La turbulencia
origina
atrapamiento de
gases



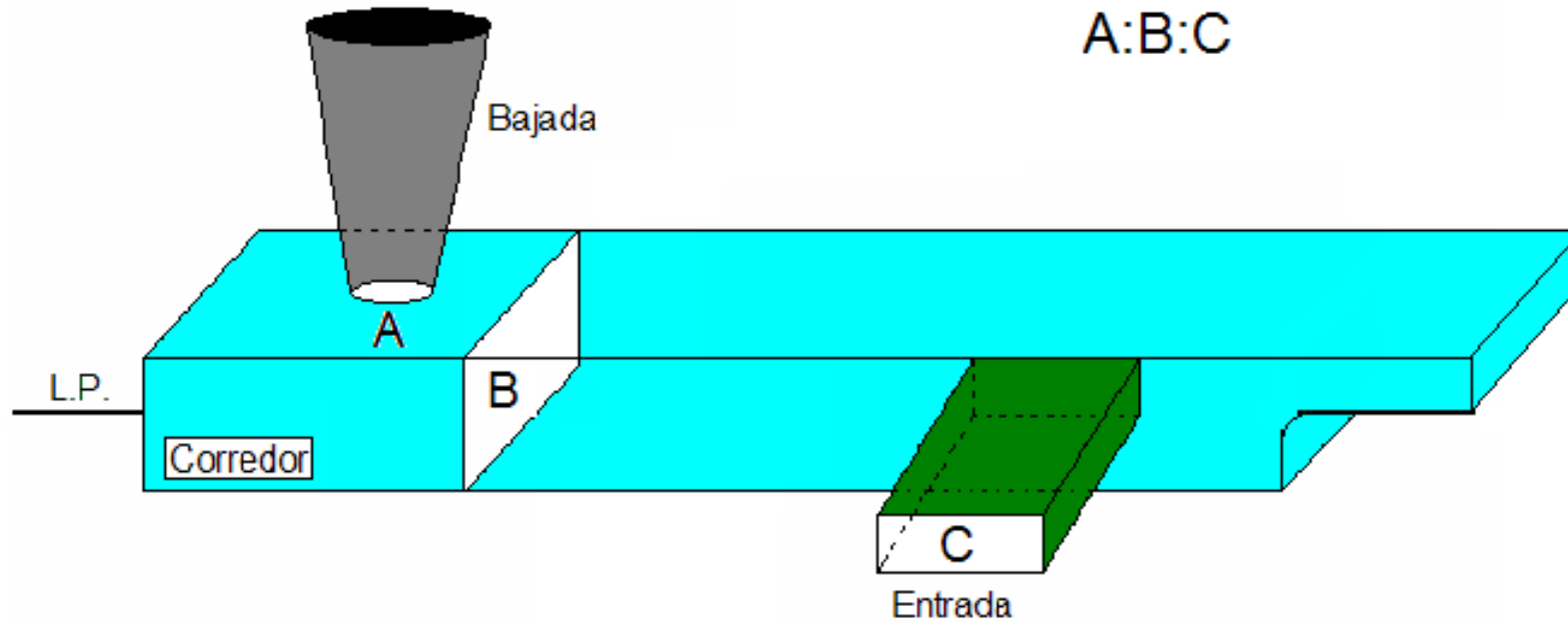
Al salir el metal líquido de la parte inferior de la bajada, se encuentra con un aumento de área lo que hace que disminuya la turbulencia decreciendo la velocidad y el atrapamiento de gases

SISTEMA DE COLADAS

Componentes auxiliares



RELACIÓN DE COLADAS



A = área transversal total de la(s) bajada(s)
B = área transversal total del(os) corredor(es)
C = área transversal total de la(s) entradas(s)

A:B:C

1:2:3

1:2:4 Sistemas No presurizados


1:3:4

A:B:C

1.0:0.95:0.90

1.0:0.90:0.85 Sistemas Presurizados

En la mayoría de las ocasiones el método de cálculo determina primero el área transversal total de la(s) bajada(s) y de aquí se dimensiona el área transversal del(os) corredor(es) y después el área transversal total de la(s) entrada(s).



Relación de coladas **No presurizado** para aleaciones líquidas con alta reactividad con el oxígeno del aire.

Por ejemplo: aleaciones líquidas base cobre, aleaciones líquidas base aluminio, aleaciones líquidas base magnesio

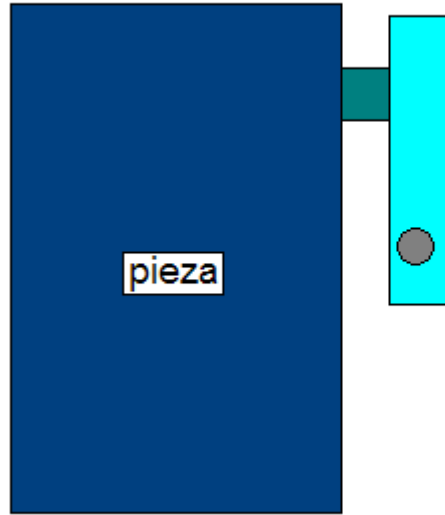
Relación de coladas **Presurizado** para aleaciones líquidas con baja reactividad con el oxígeno del aire.

Por ejemplo: aceros líquidos



4 sistemas de colada para la misma pieza

Vista superior. Sistema de colada - pieza



1 bajada
1 corredor
1 entrada

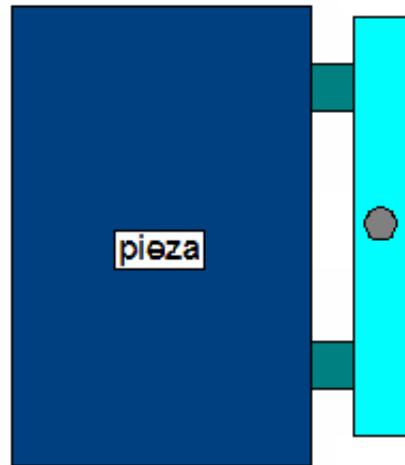
Pieza = Placa rectangular

Vista superior. sistema de colada - pieza



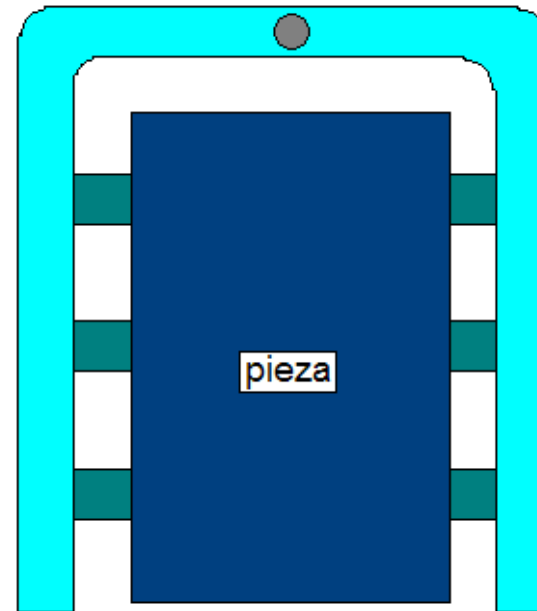
1 bajada
1 corredor
2 entradas

Vista superior. Sistema de colada - pieza



1 bajada
2 corredores
2 entradas

Vista superior. Sistema de colada - pieza



1 bajada
2 corredores
6 entradas

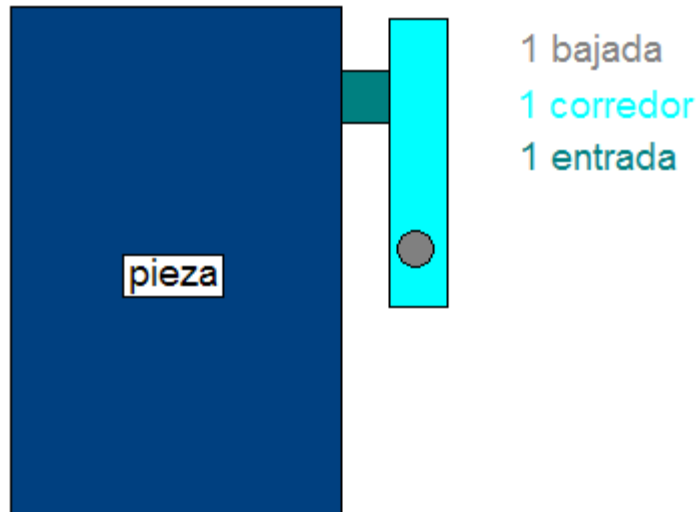
Cálculo de áreas transversales de componentes básicos del sistema de colada

Ejemplo

Relación de colada $A : B : C \longrightarrow 1 : 2 : 3$

Suposición: A través de algún método se calculó el área inferior de la bajada. Ésta área resultó de 1 cm^2 , es decir la parte $A = 1 \text{ cm}^2$

Vista superior. Sistema de colada - pieza



Por tanto:

$$\text{Si } A = 1 \text{ cm}^2$$

$$B = 2 \text{ cm}^2$$

$$C = 3 \text{ cm}^2$$

En otras palabras:

El área transversal de la bajada = 1 cm^2

El área transversal del corredor = 2 cm^2

El área transversal de la entrada = 3 cm^2

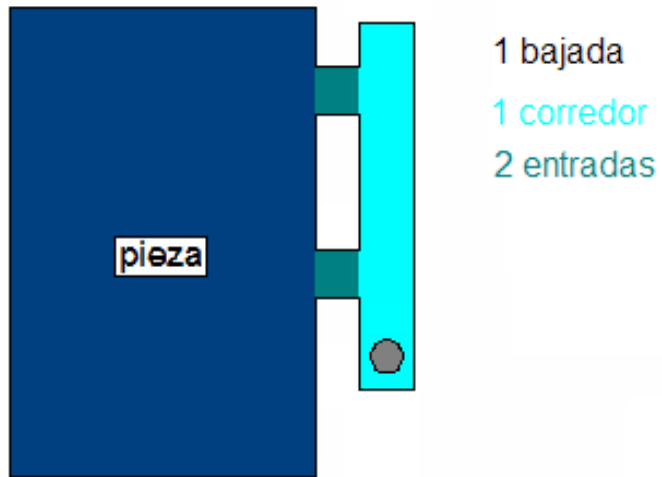
Cálculo de áreas transversales de componentes básicos del sistema de colada

Ejemplo

Relación de colada A : B : C \longrightarrow 1 : 2 : 3

Suposición: A través de algún método se calculó el área inferior de la bajada. Ésta área resulto de 1 cm^2 , es decir la parte A = 1 cm^2

Vista superior. sistema de colada - pieza



Por tanto:

Si $A = 1 \text{ cm}^2$

$B = 2 \text{ cm}^2$

$C = 3 \text{ cm}^2$

Ahora se tienen;

1 bajada

1 corredor

2 entradas

En otras palabras:

El area transversal de la bajada = 1 cm^2

El área transversal del corredor = 2 cm^2

El área transversal de cada entrada = 1.5 cm^2

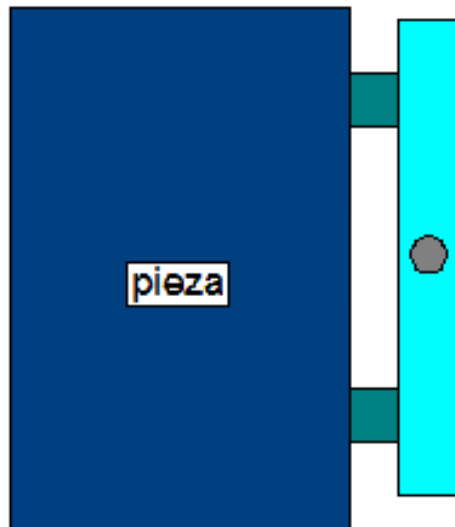
Cálculo de áreas transversales de componentes básicos del sistema de colada

Ejemplo

Relación de colada $A : B : C \longrightarrow 1 : 2 : 3$

Suposición: A través de algún método se calculó el área inferior de la bajada. Ésta área resulto de 1 cm^2 , es decir la parte $A = 1 \text{ cm}^2$

Vista superior. Sistema de colada - pieza



1 bajada
2 corredores
2 entradas

Por tanto:

Si $A = 1 \text{ cm}^2$

$B = 2 \text{ cm}^2$

$C = 3 \text{ cm}^2$

Ahora se tienen;

1 bajada

2 corredores

2 entradas

En otras palabras:

El area transversal de la bajada = 1 cm^2

El área transversal de cada corredor = 1 cm^2

El área transversal de cada entrada = 1.5 cm^2

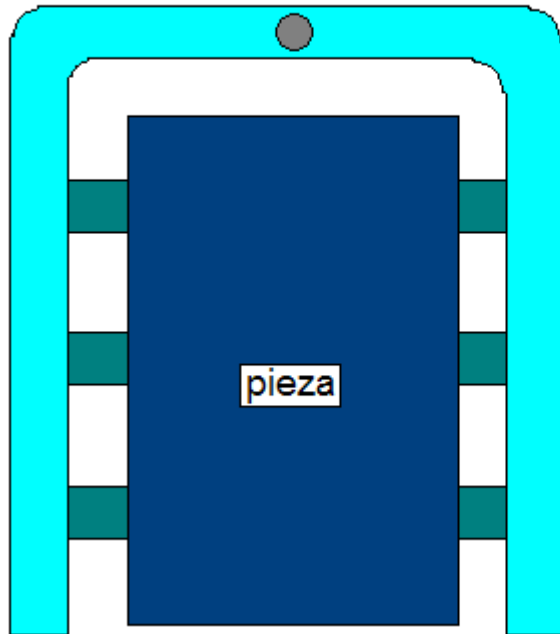
Cálculo de áreas transversales de componentes básicos del sistema de colada

Ejemplo

Relación de colada A : B : C \longrightarrow 1 : 2 : 3

Suposición: A través de algún método se calculó el área inferior de la bajada. Ésta área resultó de 1 cm^2 , es decir la parte A = 1 cm^2

Vista superior. Sistema de colada - pieza



1 bajada

2 corredores

6 entradas

Por tanto:

Si $A = 1 \text{ cm}^2$

$B = 2 \text{ cm}^2$

$C = 3 \text{ cm}^2$

Ahora se tienen;

1 bajada

2 corredores

6 entradas

En otras palabras:

El área transversal de la bajada = 1 cm^2

El área transversal de cada corredor = 1 cm^2

El área transversal de cada entrada = 0.5 cm^2

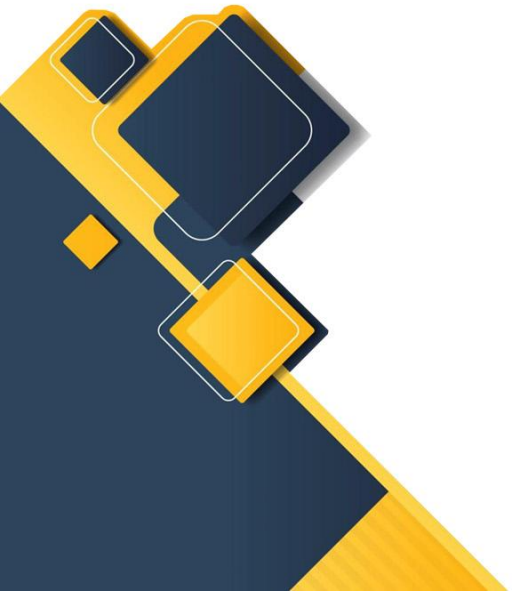
¿Cuál de los anteriores sistemas de colada es el mejor?

Esto dependerá de la calidad metalúrgica que se requiera

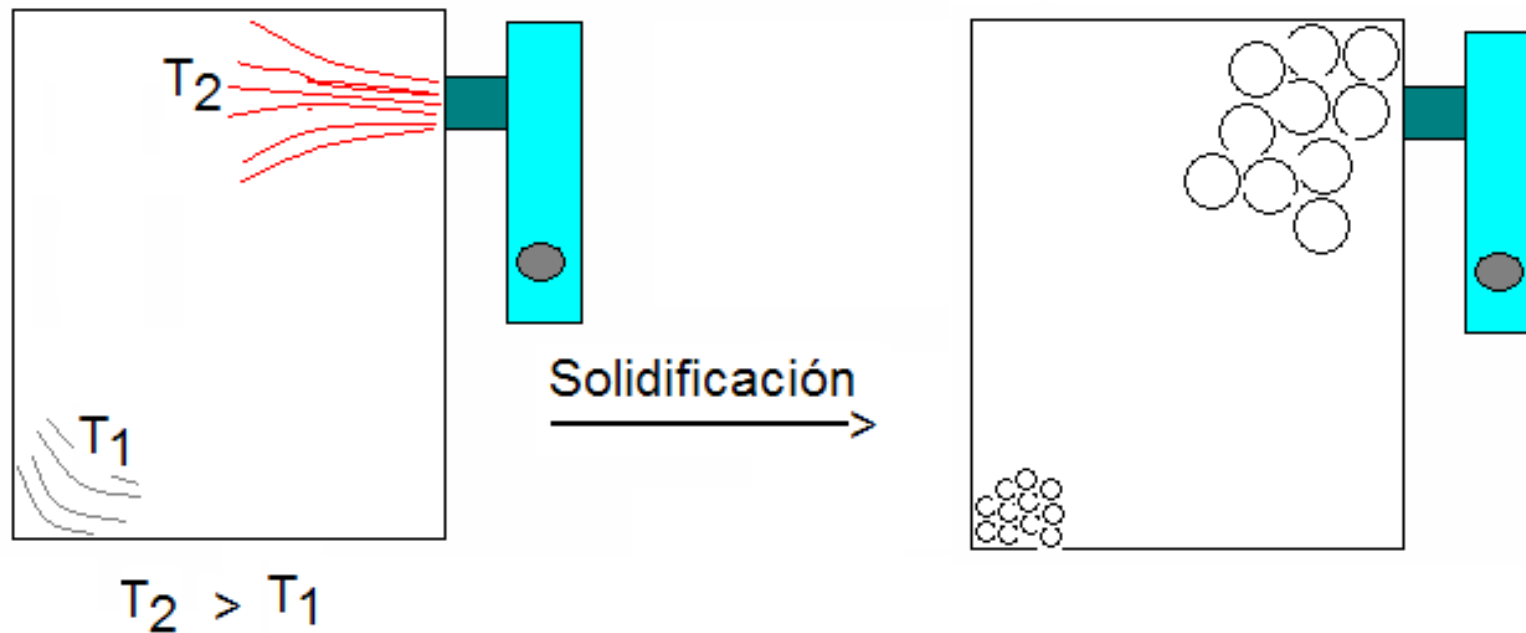
La mejor calidad metalúrgica será aquella que considere microestructura y macroestructura uniformes que garantizan propiedades mecánicas homogéneas

Y esto lo requieren casi todas las piezas de fundición

Revisión de 2 casos extremos

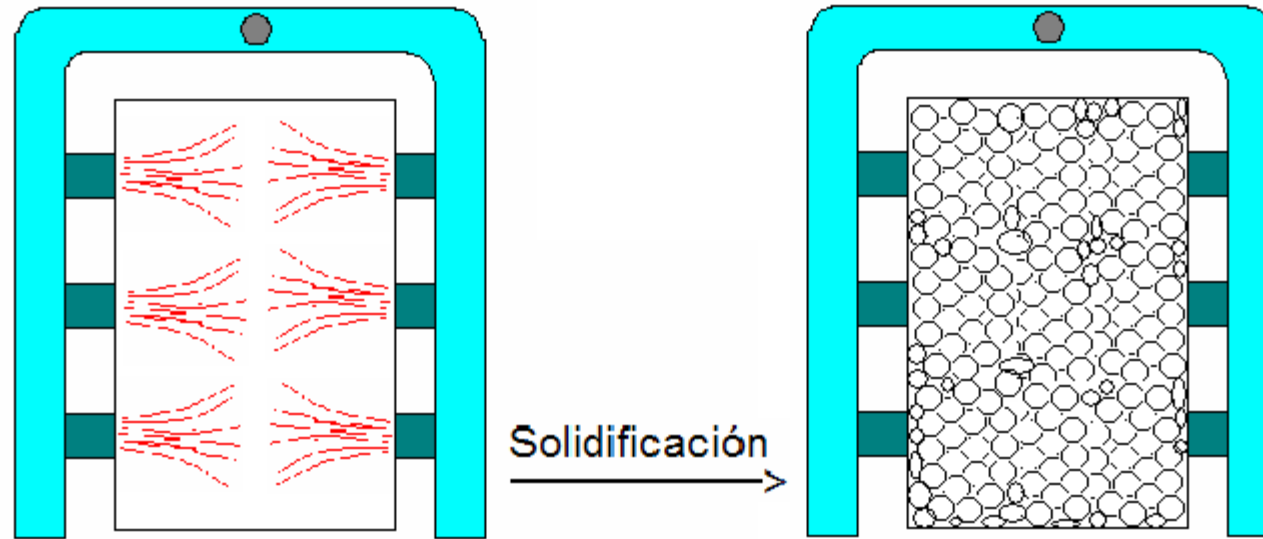


Sistema de colada muy simple

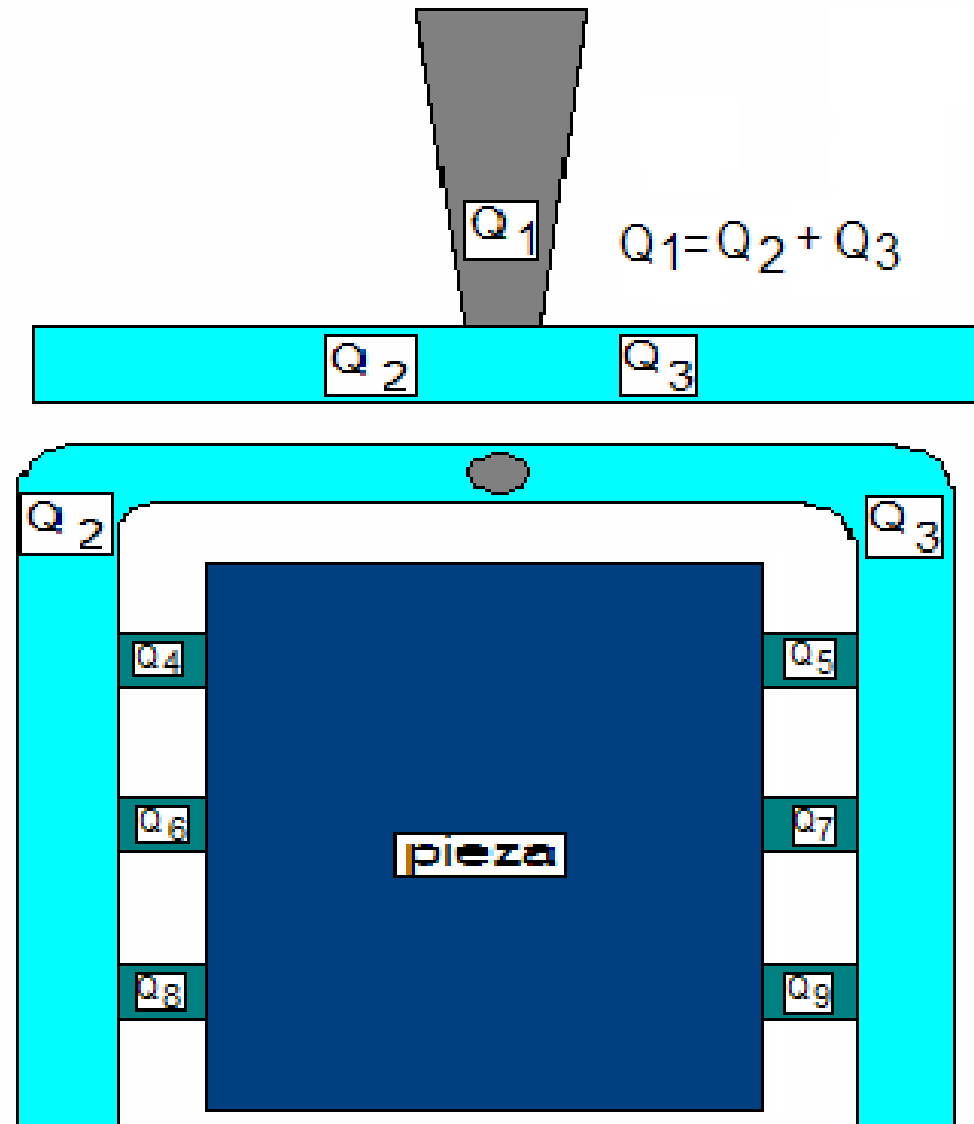


Alto rendimiento de metal
Baja calidad metalúrgica

Sistema de colada complejo



Bajo rendimiento de metal
Alta calidad metalúrgica



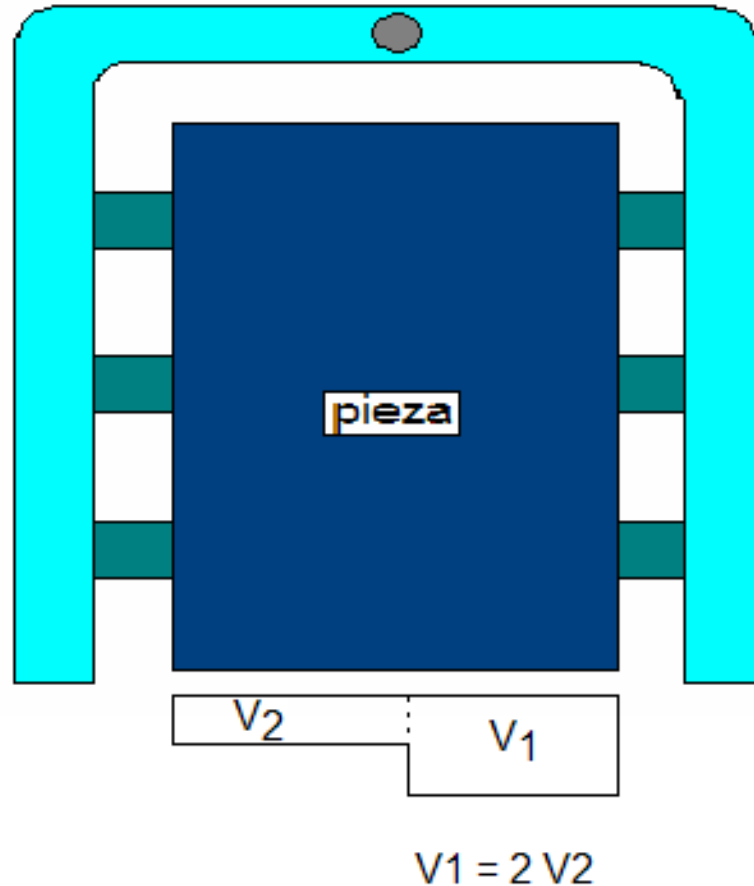
$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$

$$Q_2 = Q_4 + Q_6 + Q_8$$

$$Q_3 = Q_5 + Q_7 + Q_9$$

¿Ahora cómo serán las áreas y los flujos para la siguiente pieza?
La pieza es una “placa” dividida a la mitad con respecto a lo ancho

Vista superior. Sistema de colada - pieza



1 bajada

2 corredores

6 entradas

Se debe considerar que la parte V_1 requiere el doble de flujo que V_2 al mismo tiempo para que el llenado sea uniforme y obtener una pieza de alta calidad

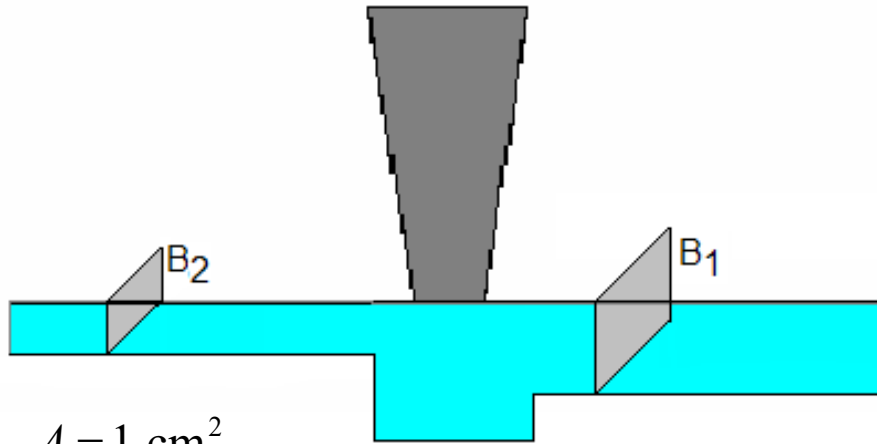
¿Dónde se controla el flujo?

¿En la base inferior de la bajada, en los corredores o en las entradas?

Relación de colada A : B : C

1 : 2 : 3

Suposición: A través de algún método se calculó el área inferior de la bajada. Ésta área resultó de 1 cm^2 , es decir la parte A = 1 cm^2



$$A = 1 \text{ cm}^2$$

$$2A = B \quad \therefore$$

$$B = 2 \text{ cm}^2$$

$$B_1 = 2B_2$$

$$B = B_1 + B_2$$

$$B = 2B_2 + B_2$$

$$B = 3B_2$$

$$2 \text{ cm}^2 = 3B_2$$

$$\frac{2}{3} \text{ cm}^2 = B_2$$

Para que el flujo sea el doble hacia la derecha

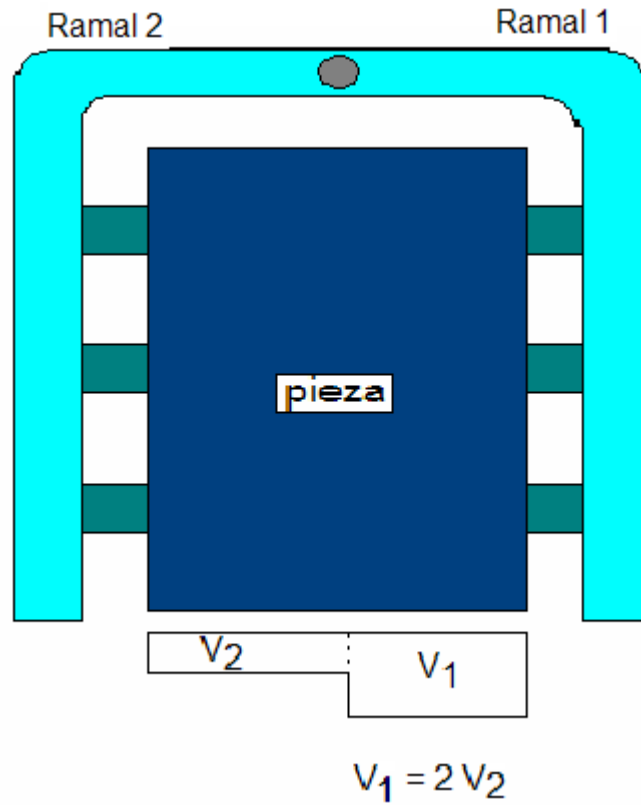
Si

$$B_1 = 2B_2$$

$$B_1 = 2 \left(\frac{2}{3} \right) \text{ cm}^2 = \frac{4}{3} \text{ cm}^2$$

$$\frac{2}{3} + \frac{4}{3} = \frac{6}{3} = 2 \text{ cm}^2$$

A = suma total de la(s) área(s) transversal(es) de la(s) bajada(s) = 1 cm^2
B = suma total de las áreas transversales de los corredores = 2 cm^2



$$B_2 = \frac{2}{3} \text{ cm}^2$$

La suma de las entradas (C_2) en el ramal 2

$$C_2 = 1.5B_2$$

$$C_2 = 1.5 \left(\frac{2}{3} \right) = \frac{3}{2} \left(\frac{2}{3} \right) = \frac{6}{6} = 1 \text{ cm}^2$$

Como son 3 entradas

$$\text{cada entrada tiene un area} = \frac{C_2}{3} = \frac{1}{3} \text{ cm}^2$$

Para seguir guardando la relación 1:2:3

La suma de las áreas de las entradas en el ramal 1 debe ser igual a $1.5B_1$

De igual forma la suma de las áreas transversales de las entradas en el ramal 2 debe ser igual a $1.5B_2$.

C = suma total de las áreas transversales de las entradas = 3 cm^2

$$B_1 = \frac{4}{3} \text{ cm}^2$$

La suma de las entradas (C_1) en el ramal 1

$$C_1 = 1.5B_1$$

$$C_1 = 1.5 \left(\frac{4}{3} \right) = \frac{3}{2} \left(\frac{4}{3} \right) = \frac{12}{6} = 2 \text{ cm}^2$$

Como son 3 entradas


$$\text{cada entrada tiene un area} = \frac{C_1}{3} = \frac{2}{3} \text{ cm}^2$$

$$C = 3 \text{ cm}^2$$

$$C = C_1 + C_2$$

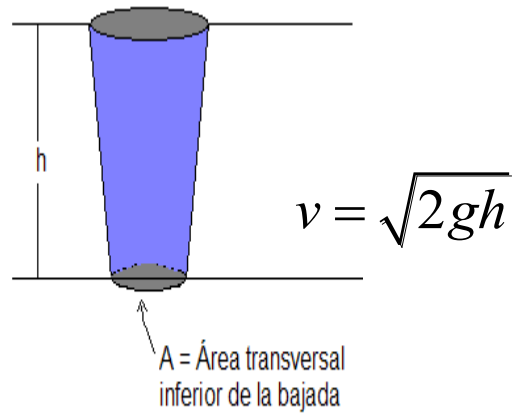
$$C = 3 \text{ entradas} \left(\frac{2}{3} \right) + 3 \text{ entradas} \left(\frac{1}{3} \right)$$

$$C = \frac{6}{3} + \frac{3}{3} = \left(\frac{9}{3} \right) = 3 \text{ cm}^2$$

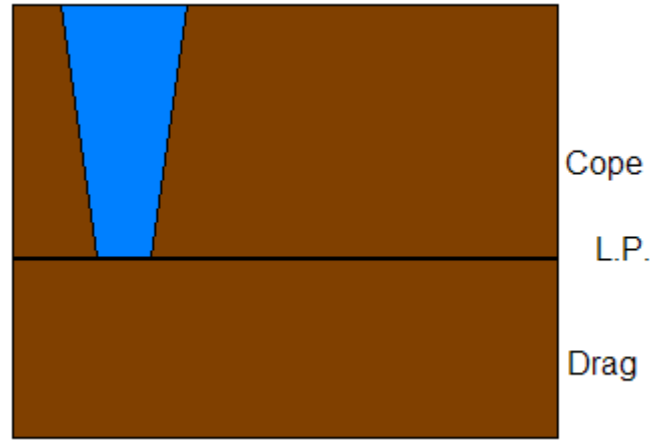


Métodos de cálculo de sistemas de colada para 2 aleaciones:

- Hierros grises
 - Aleaciones base cobre
- 

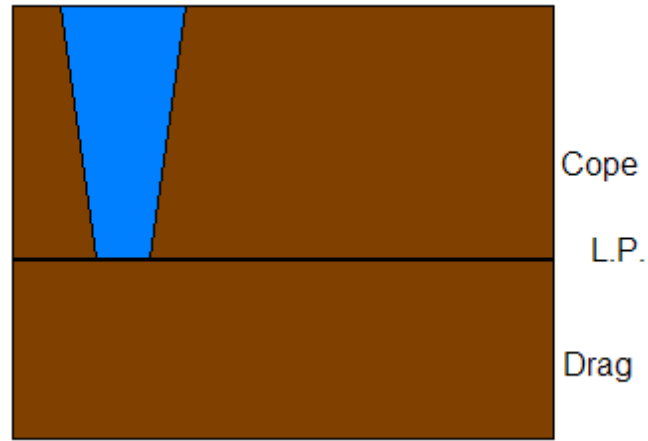
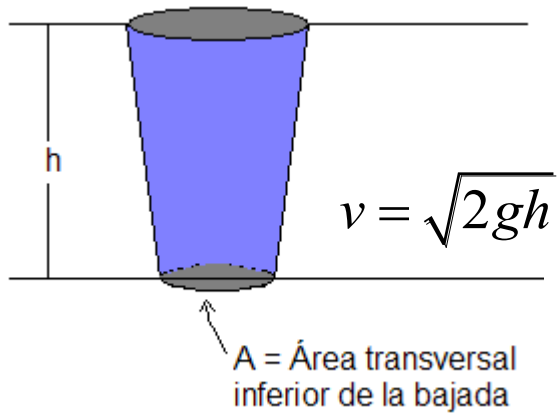


v = velocidad de flujo



Generalmente la altura de la bajada coincide con la altura del cope

Cuando se dan las dimensiones de una caja de moldeo, se refieren a las dimensiones del cope y la tercera cifra se refiere a la altura del cope, por ejemplo 100X80X20



Generalmente la altura de la bajada coincide con la altura del cope

Cuando se dan las dimensiones de una caja de moldeo, se refieren a las dimensiones del cope y la tercera cifra se refiere a la altura del cope, por ejemplo 100X80X20

Gasto voluminico $G = Av$

De igual forma $G = \frac{V}{t}$

Entonces $Av = \frac{V}{t}$ por tanto $A = \frac{V}{tv}$

Pero si $\rho = \frac{m}{V}$ entonces $V = \frac{m}{\rho}$

Ahora $A = \frac{m}{\rho tv}$

sustituyendo ahora a la velocidad

$$A = \frac{m}{\rho t \sqrt{2gh}}$$

Ecuación general para calcular el área inferior de la bajada de un sistema ideal

g = aceleración debida a la gravedad

V = volumen

t = tiempo

m = masa de la pieza

ρ = densidad del metal líquido

Para que sea un sistema real se debe considerar a el coeficiente de descarga C

Este coeficiente de descarga considera a las pérdidas de energía que ocurren en el sistema:

- Pérdidas por energía por fricción entre metal líquido y material de moldeo
- Pérdida de energía (temperatura) del metal líquido hacia el material de moldeo
- Pérdidas de energía por cambio de sección
- Pérdidas de energía por cambio de dirección
- Pérdidas de energía por longitud

C puede tomar valores desde 0 hasta 1, donde 1 sería un sistema ideal donde no habría pérdidas de energía.

$$A = \frac{m}{C \rho t \sqrt{2gh}}$$

C , en un sistema real nunca tendrá un valor de 1, el valor que C toma será menor a 1.

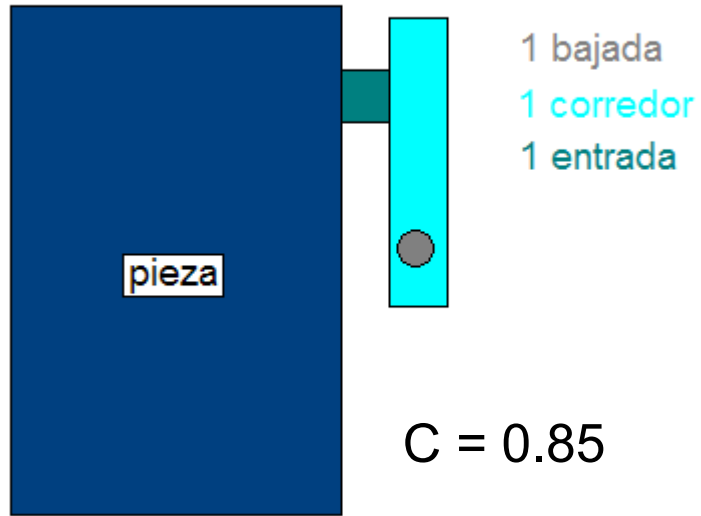
Debido a esto el área transversal inferior de la bajada tendrá una valor mayor a aquella calculada con $C = 1$. Y por tanto también aumentan los valores de las áreas transversales de los otros 2 componente básicos

Calculo del coeficiente de descarga

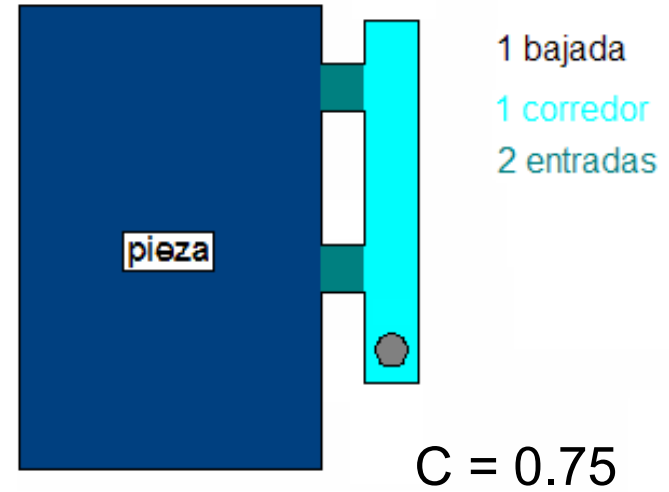
$$C = \frac{\text{rapidez de flujo real}}{\text{rapidez de flujo teorico}} = \frac{AV_o}{A\sqrt{2gh}}$$

Ejemplos de algunos valores de C

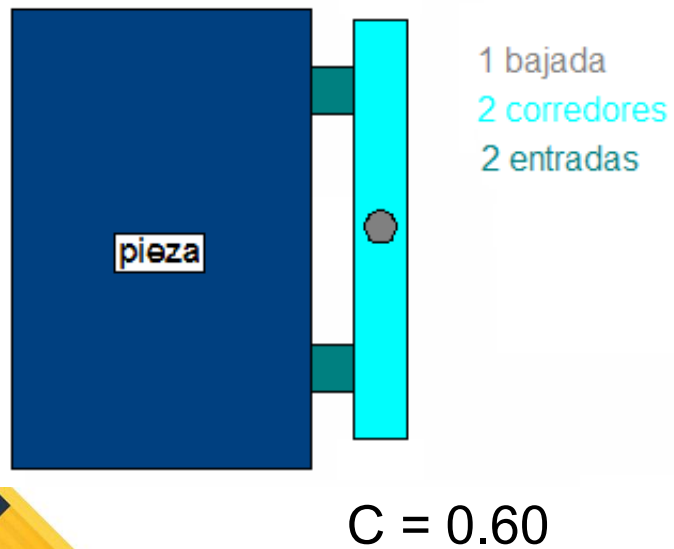
Vista superior. Sistema de colada - pieza



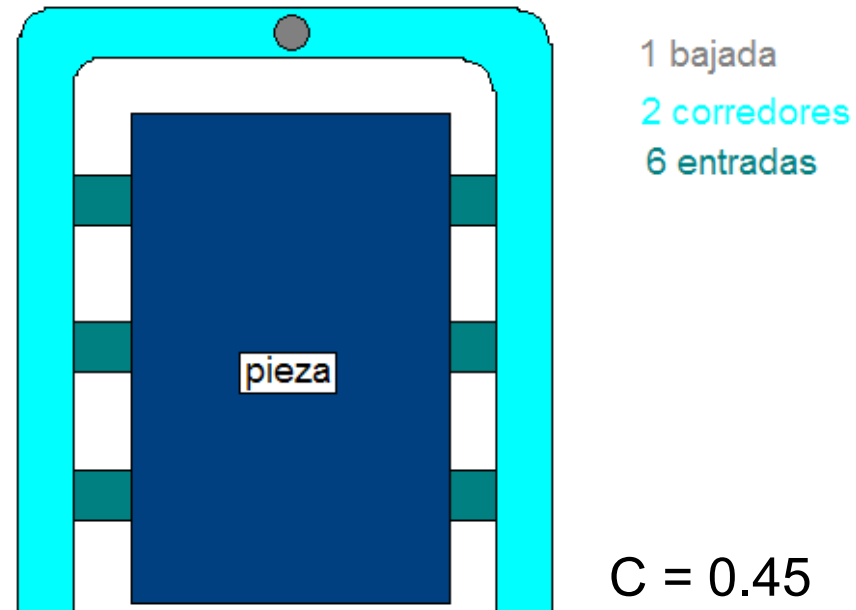
Vista superior. sistema de colada - pieza



Vista superior. Sistema de colada - pieza



Vista superior. Sistema de colada - pieza



Método de cálculo del sistema de colada para cobre

$$A = \frac{2G(h - \sqrt{ah})}{C\rho(h - a)\sqrt{2gh}}$$

A = área transversal inferior de la bajada

G = flujo másico

h = altura de la bajada

a = altura desde la parte superior de la bajada hasta la parte superior de la pieza

ρ = densidad de la aleación líquida

Todo en unidades consistentes

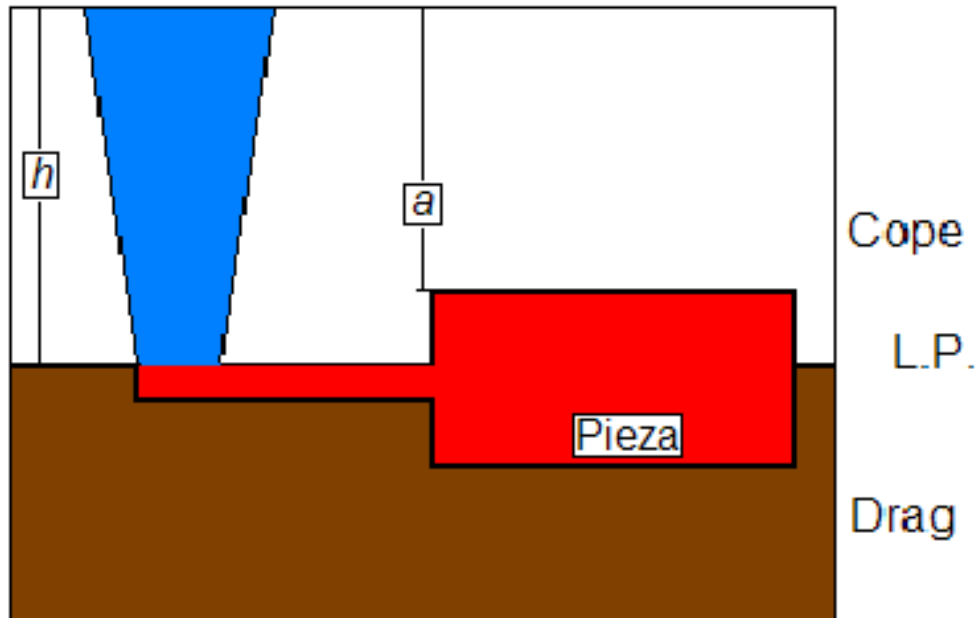
$$G = \frac{\sqrt{Wt}}{0.86 + 1.09T}$$

Ecuación empírica

Wt = peso de la(s) pieza(s) + alimentador(es), en libras

T = espesor crítico de la(s) pieza(s), en pulgadas

G = flujo másico, en lb/s



Método de cálculo del sistema de colada para hierro gris

$$A_{ENT} = \frac{W}{C \rho t \sqrt{2gH_{CAL}}}$$

$$H_{CAL} = \frac{2hx - P^2}{2x} = h - \frac{P^2}{2x}$$

Todo en unidades consistentes

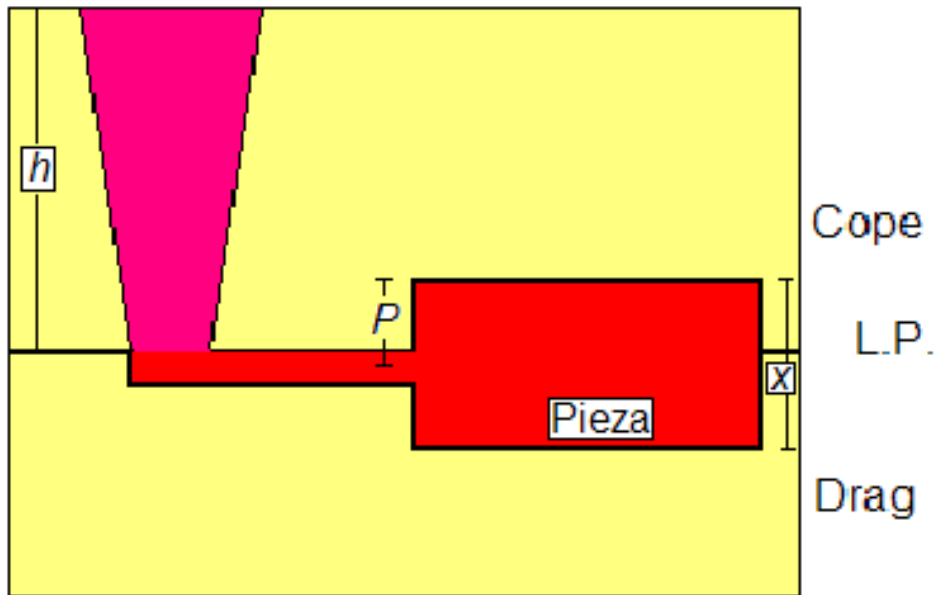
A_{ENT} = área total transversal de las entradas
 W = peso de la(s) pieza(s) + alimentador(es)
 H_{CAL} = Altura estática de cálculo
 t = tiempo de colada o vaciado
 C = coeficiente de descarga
 ρ = densidad del metal o aleación líquida

H_{CAL} = Altura estática de cálculo

h = altura de la bajada

x = altura de la pieza

P = Altura de la pieza desde el lugar de suministro de la pieza



Ahora bien para $t =$ tiempo de colada $t = s\sqrt{W}$

Expresión para paredes desde 2.5 hasta 15 mm de espesor y pesos de hasta 450 kg (W)

Donde W es el peso de la(s) pieza(s) + alimentador(es) en Kg

s = coeficiente en función del espesor crítico de la pieza

Espesor crítico, mm	s
2.5 – 3.5	1.68
3.5 – 8.0	1.85
8.0 – 15	2.20

Para piezas de hasta 1000 Kg

$$t = s\sqrt[3]{W\delta}$$

δ , mm	s
Hasta 10	1.0
Hasta 20	1.35
Hasta 40	1.50
Hasta 80 y mas	1.70

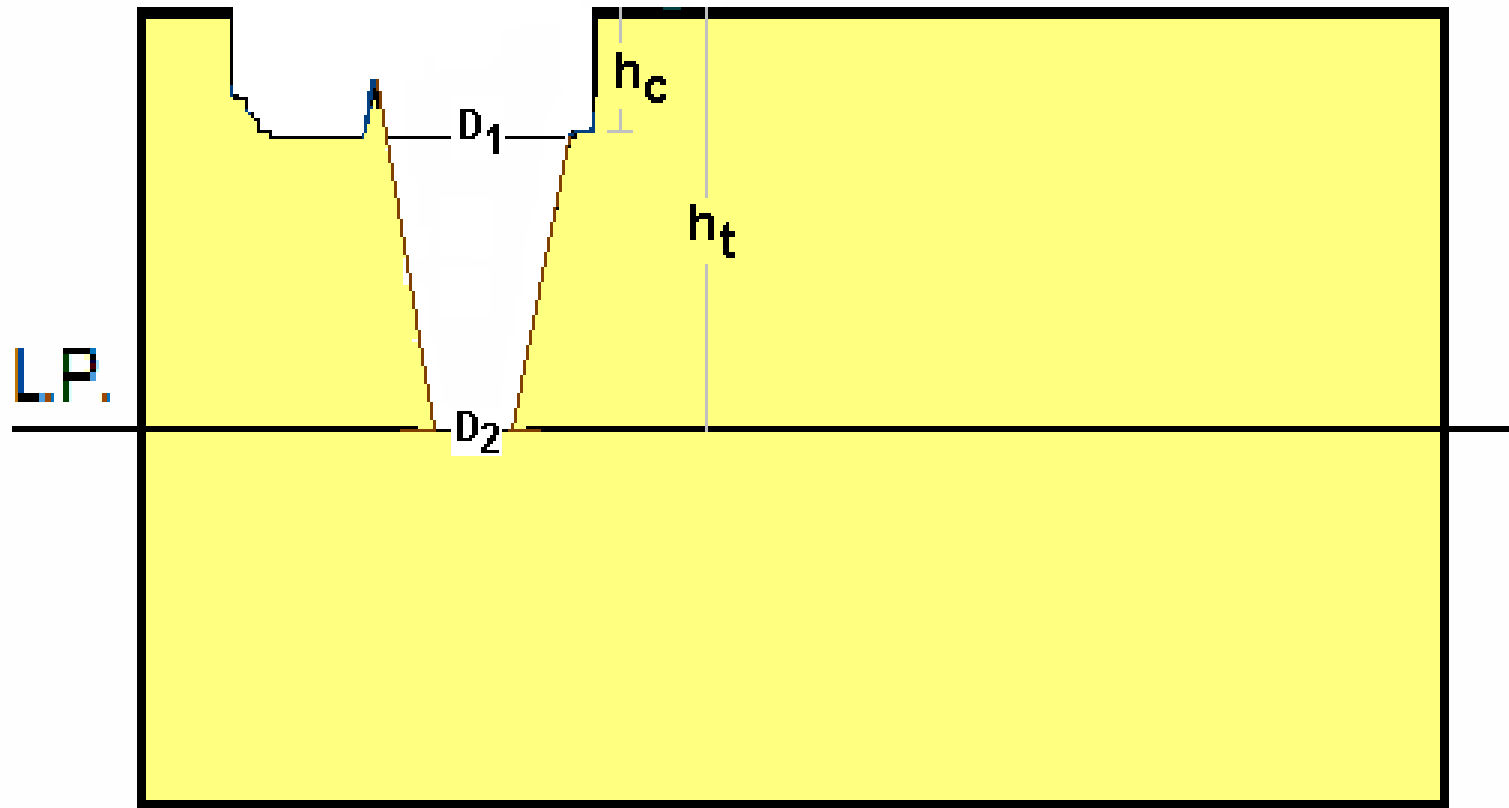
Ejemplos de relaciones de coladas de acuerdo a este método

1.11:1.06:1.0	Paredes delgadas
1.15:1.10:1.0	
2.00:1.50:1.0	
1.40:1.20:1.0	Paredes grandes

Dimensiones de algunos componentes del sistema de colada



Dimensiones del área superior de la bajada



$$D_1 = D_2 \left(\frac{h_t}{h_c} \right)^{\frac{1}{4}}$$

$$Q_1 = A_1 \sqrt{2gh_c}$$

$$Q_2 = A_2 \sqrt{2gh_t}$$

$$A_1 \sqrt{2gh_c} = A_2 \sqrt{2gh_t}$$

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{\sqrt{2gh_t}}{\sqrt{2gh_c}} = \sqrt{\frac{2gh_t}{2gh_c}} = \sqrt{\frac{h_t}{h_c}}$$

$$\frac{\pi/4 D_1^2}{\pi/4 D_2^2} = \sqrt{\frac{h_t}{h_c}}$$

$$\frac{D_1^2}{D_2^2} = \sqrt{\frac{h_t}{h_c}}$$

$$D_1^2 = D_2^2 \sqrt{\frac{h_t}{h_c}}$$

$$D_1 = D_2 \left(\frac{h_t}{h_c} \right)^{1/4}$$

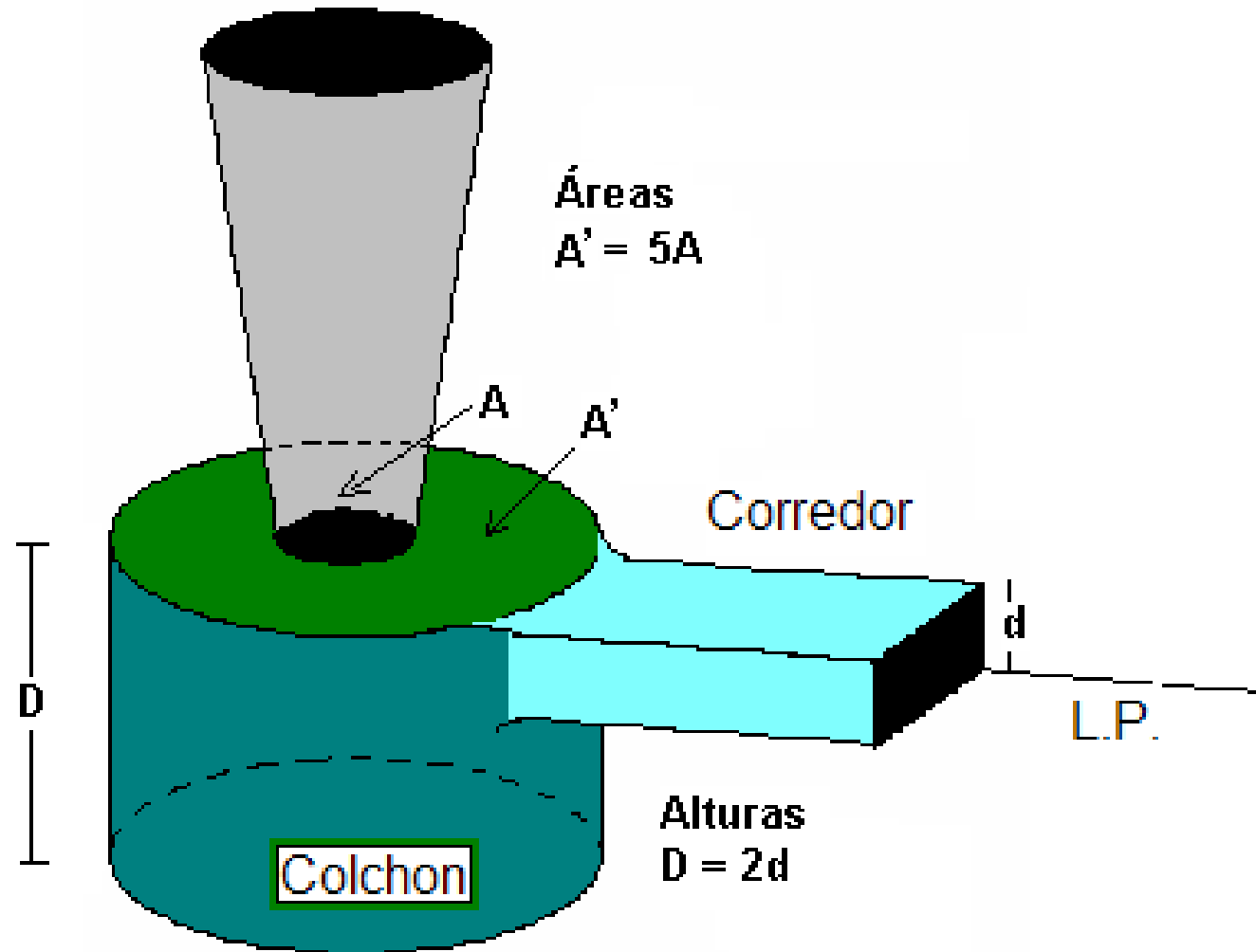
Deducción de la expresión final de la anterior diapositiva.

D_2 , Diámetro superior de la bajada

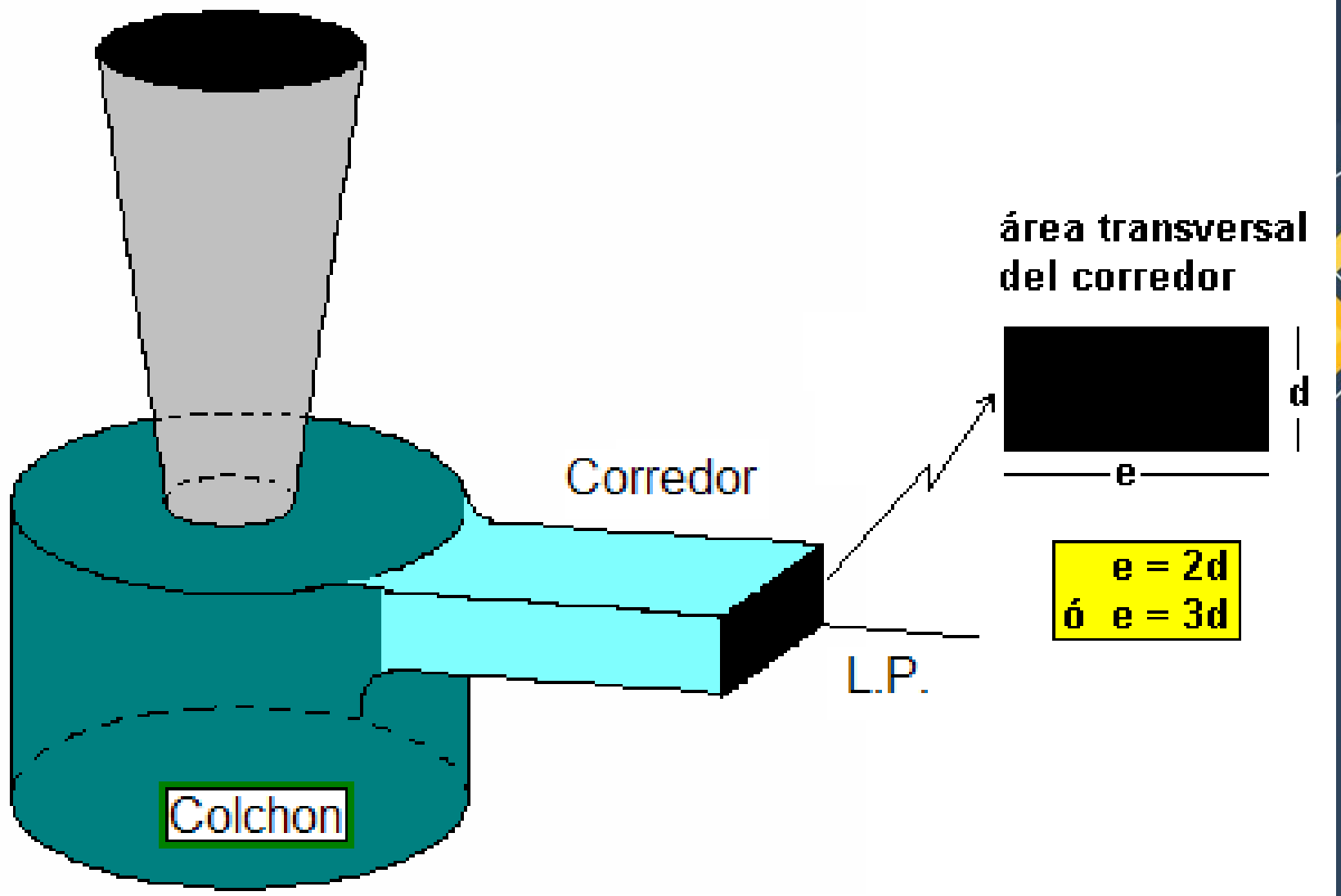
Para sistemas de colada no
presurizados



Dimensiones del colchón



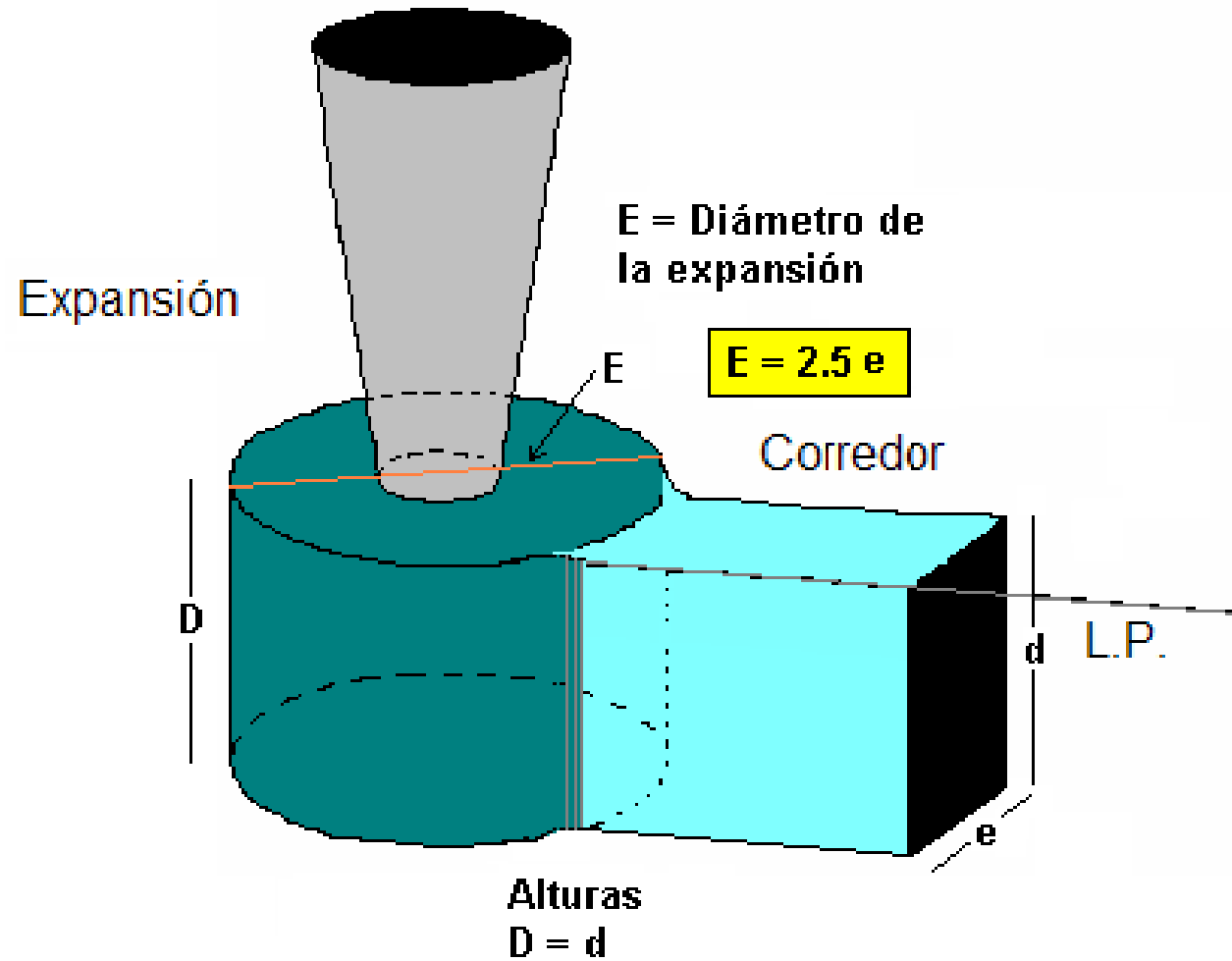
Dimensiones y forma del área transversal del corredor cuando se usa un colchón



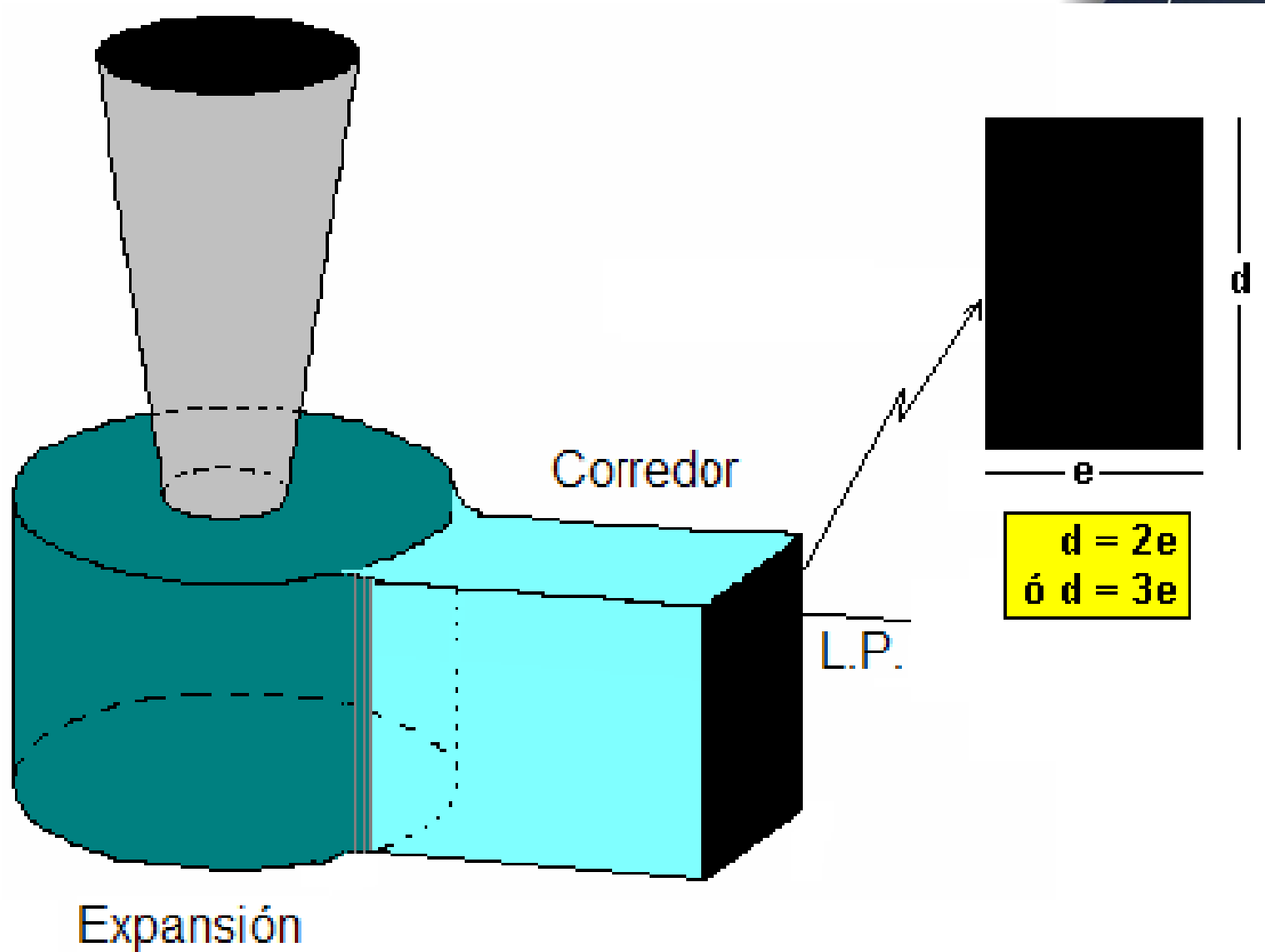
Para sistemas de colada
presurizados



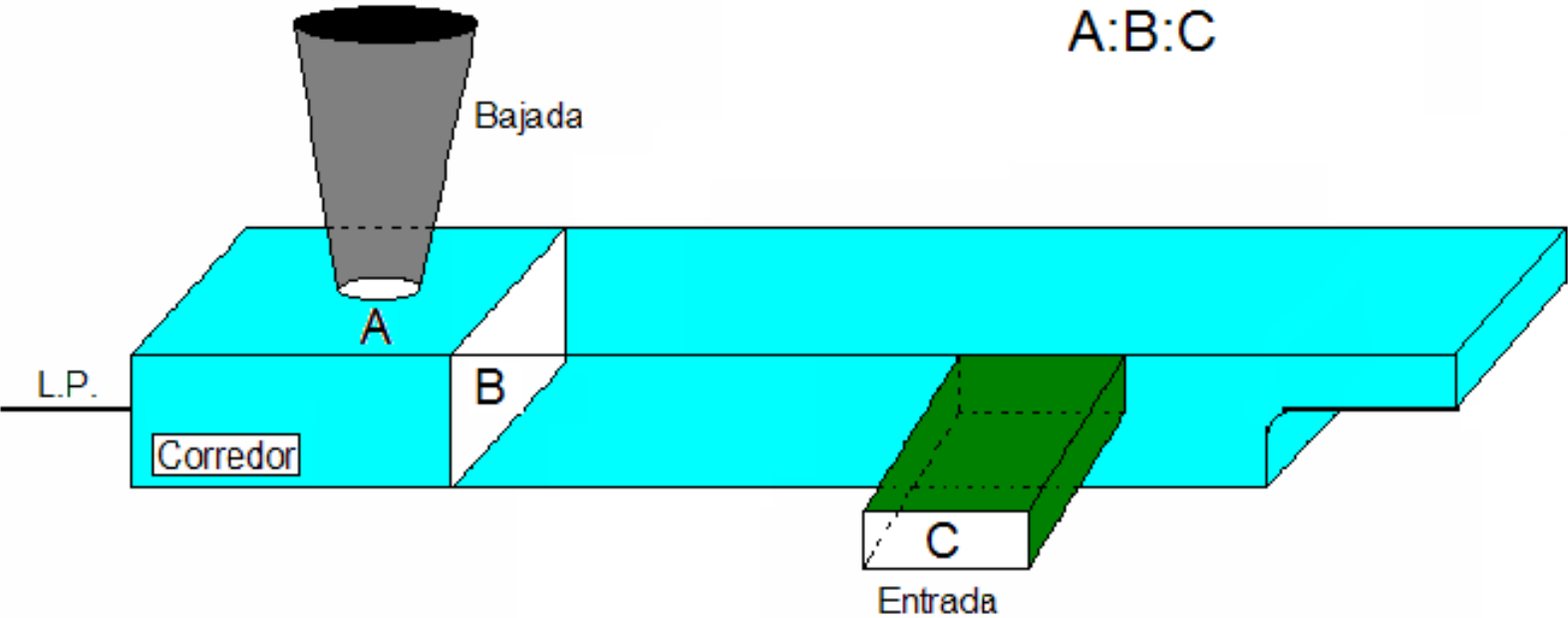
Dimensiones de la expansión



Dimensiones y forma del área transversal del corredor cuando se utiliza una expansión



RELACIÓN DE COLADAS



x

$$t=3x$$

t



wxyaozhen.en.made-in-china.com

