

# Apéndices

**I – Causas y Efectos**

**II - Datos Universales del Molde**

**III - Ecuaciones de *Moldeo Universal*<sup>TM</sup>**

**IV - Procedimiento General para *Moldeo Universal*<sup>TM</sup>**

**V - Términos en Inglés al Español**

**VI - Términos en Español al Inglés**

**VII - Costos Operacionales**

## I - Causas y Efectos

Durante la solución de un problema la experiencia juega un factor importante. En el evento de tener problemas que no pueda resolver, busque ayuda. No sacrifique producción ni calidad; pregunte. Este listado es una referencia; utilícelo juiciosamente.

### Partes quebradizas - Las partes se quiebran o se rompen

<i>Posibles Causas</i>	<i>Remedios</i>
1. Resina demasiado fría	1.a. Aumente contrapresión. 1.b. Aumente temperaturas del fundido.
2. Degradación del material en el barril	2.a. Reduzca temperaturas del fundido. 2.b. Reduzca la contra presión. 2.c. Reduzca la velocidad de inyección. 2.d. Purgue si es necesario.
3. Contaminación del material	3.a. Verifique material en la tolva. 3.b. Purgue si es necesario.
4. Material degradado durante el proceso de secado	4. Disminuya tiempo y/o temperatura de secadora.
5. Humedad en el material	5. Verifique contenido de humedad, seque adecuadamente.

### Burbujas (vacíos) - Aire atrapado dentro de la parte

<i>Posibles Causas</i>	<i>Remedios</i>
1. Humedad en el material	1. Verifique contenido de humedad, seque adecuadamente.
2. Material demasiado caliente	2. Disminuya la temperatura del fundido, ajustando un perfil de temperaturas adecuado del barril.
3. Ventosas inadecuadas	3. Asegure que el molde tiene ventilaciones adecuadas y limpias.
4. Burbujas internas ocasionadas por encogimiento	4.a. Aumente la contrapresión y/o la presión de empaque 4.b. Disminuya la temperatura del fundido.

## Unión de flujos - Raya en la pieza formada por el encuentro de dos o más flujos de fundido

<i>Posibles Causas</i>	<i>Remedios</i>
1. Temperatura del molde baja	1. Aumente temperatura de molde.
2. Material demasiado frío	2. Aumente temperaturas del fundido.
3. Velocidad de inyección baja	3. Aumente la velocidad. El tiempo de inyección debe reducir significativamente.
4. Resina húmeda	4. Seque material adecuadamente.

## Descoloramiento - Color inadecuado

<i>Posibles Causas</i>	<i>Remedios</i>
1. Material degradado en el barril	1. Purgue el barril.
2. Temperatura de fundido alta	2. Disminuya temperatura del fundido, ajustando un perfil de temperaturas adecuado del barril.
3. Material contaminado	3. Verifique el material.
4. Ventilaciones inadecuadas	4. Limpie las ventosas existentes o ventile molde adecuadamente.

## Quemaduras - Marcas en la pieza por degradación

<i>Posibles Causas</i>	<i>Remedios</i>
1. Velocidad de inyección alta	1. Disminuya velocidad de inyección.
2. Contrapresión alta	2. Disminuya contrapresión.
3. Ventosas inadecuadas	3.a. Asegure que hay ventosas. 3.b. Limpie ventosas.
4. Problemas en diseño del molde (material sufre fricción, ocasionando degradación)	4.a. Cambie ubicación del bebedero. 4.b. Asegure que la parte tiene radios generosos (sin esquinas agudas).
5. Orificio de boquilla demasiado pequeño u obstruido	5. Cambie o limpie la boquilla.
6. Rotación rápida del tornillo	6. Disminuya las revoluciones del tornillo.
7. Temperatura del fundido alta	7. Disminuya la temperatura del fundido, ajustando un perfil de temperaturas adecuado del barril.

## **Nebulosidad - Aspecto nublado en las piezas (más perceptibles en piezas claras)**

<i>Posibles Causas</i>	<i>Remedios</i>
1. Contaminación del material	1. Verifique material y cambie si es necesario. 1.b. Aumente temperatura del fundido.
2. Gases o humedad en la resina	2.a. Seque material adecuadamente. 2.b. Ventile molde adecuadamente.
3. Material demasiado frío	3. Aumente la temperatura del fundido.
4. Molde demasiado frío	4. Aumente las temperaturas del molde.
5. Líquido desmoldante	5. Elimine el uso de líquido desmoldante.

## **Rebaba - Exceso de plástico alrededor de la pieza en líneas de partición**

<i>Posibles Causas</i>	<i>Remedios</i>
1. Presión de empaque alta	1. Disminuya presión de empaque.
2. Molde demasiado caliente	2. Disminuya temperatura del molde.
3. Fuerza de cierre inadecuada	3. Aumente tonelaje.
4. Temperatura del derretido alta	4. Baje la temperatura del derretido.
5. Posición de transferencia a empaque tardía	5. Ajuste una posición de transferencia adecuada y compense la misma distancia en la posición de plastificación.
6. Material con humedad	6. Mejore el secado.

## **Líneas de flujo - Marcas en la dirección del flujo del fundido**

<i>Posibles Causas</i>	<i>Remedios</i>
1. Temperatura del molde baja	1. Aumente la temperatura de molde.
2. Material demasiado frío	2. Aumente la temperatura del fundido.
3. Colada / bebedero inadecuado	3. Verifique el tamaño de bebederos y coladas, y solicite un rediseño.
4. Velocidad de inyección alta	4. Disminuya velocidad de inyección.
5. Resina humedad	5. Seque material adecuadamente.

## **Chorro ("jetting") en forma de gusano en la superficie de la pieza**

<i>Posibles Causas</i>	<i>Remedios</i>
1. Bebederos demasiado pequeños	1. Verifique y solicite un rediseño de bebedero.
2. Bebedero mal localizado	2. Solicite un rediseño.
3. Velocidad de inyección demasiado alta	3. Disminuya la velocidad de inyección.
4. Orificio de boquilla pequeño	4. Cambie boquilla.

## **Delaminación de la superficie - Capas en la superficie de las piezas se despegan**

<i>Posibles Causas</i>	<i>Remedios</i>
1. Material contaminado	1. Verifique el material, y reemplácelo si es necesario.
2. Temperatura del fundido baja	2. Ajuste un perfil de temperaturas del barril adecuado.
3. Mezcla del fundido no es uniforme	3. Aumente contrapresión.
4. Temperatura de molde baja	4. Aumente temperatura de molde.
5. Velocidad de inyección baja	5. Aumente la velocidad y corrobore. El tiempo de inyección debe reducir significativamente.

## **Tiro incompleto - Piezas no quedan completamente llenas**

<i>Posibles Causas</i>	<i>Remedios</i>
1. Presión de empaque baja	1. Aumente presión de empaque.
2. Tiempo de empaque corto	2. Aumente tiempo de empaque.
3. Cavidades no balanceadas	3. Balancee el llenado, y rediseñe el molde si es necesario.
4. Temperatura del fundido baja	4. Aumente la temperatura del fundido, ajustando un perfil de temperaturas adecuado.
5. Coladas / bebederos pequeños	5. Solicite un rediseño de colada y/o bebedero.
6. Temperatura de molde baja	6. Aumente temperatura de molde.
7. Posición de plastificación bajo	7. Verifique que la posición de transferencia sea adecuada, y luego aumente la posición de plastificación.

## Hundimientos - Depresiones o hundimientos en secciones de la pieza

<i>Posibles Causas</i>	<i>Remedios</i>
1. Velocidad de inyección baja	1. Aumente la velocidad y corrobore. El tiempo de inyección debe reducir significativamente.
2. Diseño inadecuado del molde y/o pieza	2. Rediseñe pieza (se necesitan espesores uniformes de pared).
3. Temperatura del fundido baja	3. Aumente temperatura del fundido con un perfil de temperatura adecuado.
4. Gas atrapado en el molde	4. Ventile molde adecuadamente.
5. Presión de empaque baja	5. Aumente presión de empaque.
6. Temperatura del molde demasiado alta ocasiona encogimiento	6. Baje la temperatura del molde.
7. Tiempo de empaque bajo	7. Aumente tiempo de empaque
8. Temperatura del molde baja ocasionando congelamientos prematuros de bebederos	8. Aumente la temperatura del molde.

## Las partes se pegan a la cavidad

<i>Posibles Causas</i>	<i>Remedios</i>
1. Cavidad rayada	1. Pulir en dirección del desmolde.
2. Estática	2. Desmagnetice la cavidad.
3. Presión de empaque alta	3. Disminuya la presión de empaque.
4. Tiempo de enfriamiento corto	4. Aumente el tiempo de enfriamiento.
5. Encogimiento en la dirección incorrecta	5. Ajuste la temperatura del noyo (core) mayor a la temperatura de la cavidad.
6. Insuficiente socavo y/o ángulo de desprendimiento	6. Considere cambios en diseño de piezas y/o molde.

## Las partes se pegan al noyo (“core”)

<i>Posibles Causas</i>	<i>Remedios</i>
1. Presión de empaque alta	1. Disminuya la presión de empaque.
2. Temperatura del noyo (“core”) alta	2. Ajuste temperatura de molde.
3. Temperatura del fundido alta	3. Baje la temperatura del fundido con un perfil de temperaturas adecuado.
4. Insuficiente socavo o ángulo de desprendimiento	4. Considere reparación o rediseño del molde.
5. Estática	5. Desmagnetice la cavidad.

## Gasificación (líneas plateadas) - imperfecciones en la superficie de la pieza

<i>Posibles Causas</i>	<i>Remedios</i>
1. Humedad en la resina	1. Seque el material adecuadamente.
2. Obstrucción en la boquilla	2. Limpie la boquilla.
3. Velocidad de inyección alta	3. Disminuya velocidad de inyección.
4. Temperatura del fundido alta	4. Disminuya la temperatura del fundido con un perfil de temperaturas de barril adecuado.
5. Boquilla demasiado caliente	5. Disminuya temperatura de la boquilla.
6. Resina contaminada	6. Verifique el material; reemplácelo si es necesario.
7. Bebederos demasiado pequeños	7. Aumente tamaño del bebedero.

## Pandeamiento - Torcimiento o encovado de las partes debido a encogimiento desigual

<i>Posibles Causas</i>	<i>Remedios</i>
1. Partes calientes al expulsar	1. Baje la temperatura del molde, y aumente el tiempo de enfriamiento.
2. Enfriamiento de parte desiguales	2. Ajuste temperatura de las caras del molde.
3. Espesor de paredes no uniforme	3. Rediseñe la pieza.
4. Partes sobre empacadas	4. Disminuya la presión de empaque.

## Alarma de límite de presión máxima de inyección

<i>Posibles Causas</i>	<i>Remedios</i>
1. Cavidad bloqueada	1. Detenga la máquina. Revise y limpie el molde.
2. Etapa de inyección ajustada para llenar demasiado.	2. Reduzca la posición de plastificación hasta cerca de un 95% del molde.

## Alarma de límite bajo del colchón

<i>Posibles Causas</i>	<i>Remedios</i>
1. Anilla (check ring) sucia o defectuosa	1. Verificar y limpiar o reemplazar.
2. Fundido fugándose entre el casquillo (sprue bushing) y la punta de la boquilla (nozzle tip)	2. Verificar si cualquiera de los componentes está rayado y/o machacado, o si los diámetros de los agujeros son incorrectos, o si los radios de contacto son incorrectos. Si es así, reemplácelos.
3. El fundido se está colando en el molde, ya sea como rebaba, filtración entre actuadores, o dentro del sistema de colada caliente.	3. Verifique, y si es así, haga la reparación o corrección lo más pronto posible. De lo contrario, podrían surgir daños cuantiosos en el molde.

## Alarma de límite alto del colchón

<i>Posibles Causas</i>	<i>Remedios</i>
1. Cavidad bloqueada o un bebedero obstruido.	1. Verificar y limpiar.
2. Si se trata de un molde con colada caliente, podría ser que una punta caliente esté obstruida o dañada.	2. Verificar, limpiar o reemplazar.

## Alarma de tiempo límite de plastificación

<i>Posibles Causas</i>	<i>Remedios</i>
1. Flujo de resina inconsistente, que puede deberse a que el calor del barril está afectando la garganta de alimentación, lo que provoca la aglomeración del material.	1a. Reduzca la temperatura de la zona de calor próxima a la garganta del barril. 1b. Verifique el flujo de agua en la garganta del barril. Si está obstruido, corríjalo. 1c. Verifique la temperatura del agua en la garganta del barril y redúzcala si está muy alta.
2. Se está quedando sin resina la tolva de alimentación.	2. Verifique y corrija el suministro de material.



## II - Datos Universales del Molde

Recuerde que estos parámetros son del molde y el plástico. Para ser utilizados deben ser transferidos o convertidos a parámetros de la máquina de inyección.

1. nombre del molde y número
2. nombre y tipo de material
3. tiempo de llenado  $T$  para conseguir cerca de un 95% del llenado
4. peso de las piezas al momento de transferencia, con el empaque apagado
5. presión plástica al momento de la transferencia
6. ciclo total
7. tiempo de empaque
8. presión de empaque
9. peso total o volumen total de inyección
10. tiempo de enfriamiento
11. temperaturas del molde
12. flujos y de agua al molde
13. temperaturas del agua entrando al molde
14. temperaturas del agua saliendo del molde
15. presiones del agua entrando al molde
16. presiones del agua saliendo del molde
17. temperatura del fundido entrando al molde
18. tiempo en abrir el molde y expulsar las piezas
19. tiempo en cerrar totalmente el molde
20. volumen de plastificación

### III - Ecuaciones de *Moldeo Universal*<sup>TM</sup>

#### 1- Secado

##### Volumen de la tolva secadora:

Para determinar el tamaño de la tolva secadora se requiere saber:

- el consumo de material en lb/h o en kg/h
- el tiempo de secado en horas
- la densidad granel de la resina plástica en lb/pies<sup>3</sup> o en kg/m<sup>3</sup>.

I. Con material virgen:

$$\text{Volumen} = \text{consumo} * \frac{\text{tiempo de secado}}{\text{densidad granel}}$$

II. Con material virgen y molido:

$$\text{Volume} = T * C * \left( \%V / D_{\text{virgen}} + \%M / D_{\text{molido}} \right)$$

Donde:

$T$  = tiempo de secado (horas)

$C$  = consumo de resina (lb/h o kg/h)

$D_{\text{virgen}}$  = densidad del virgen (lb/pies<sup>3</sup> o kg/m<sup>3</sup>)

$D_{\text{molido}}$  = densidad del molido (lb/pies<sup>3</sup> o kg/m<sup>3</sup>)

$\%V$  = % del virgen

$\%M$  = % del molido

##### Flujo de aire seco de la secadora:

$$\text{Flujo} = \text{factor flujo del material} * \text{consumo}$$

Factor de material máximo

= 1 cfm / (1lb de material/h)

= (63 litro/min) / (1 kg de material/h)

##### Temperatura Delta:

$$\Delta T_{\text{Fahrenheit}} = 9/5 * \Delta T_{\text{Celsius}}$$

$$\Delta T_{\text{Celsius}} = 5/9 * \Delta T_{\text{Fahrenheit}}$$

Consumo de plastificación:

$$\text{Consumo de plastificación} = \frac{\text{(peso del tiro de inyección)}}{\text{(tiempo de plastificación)}}$$

Consumo de material:

$$\text{Consumo de material} = \frac{\text{(cantidad de material por ciclo)}}{\text{(duración del ciclo)}}$$

## 2- Enfriamiento

Calor removido:

$$\frac{\text{Calor removido} = \text{(cantidad de material total)} * \text{(energía requerida por el material)}}{\text{(ciclo del proceso)}}$$

Ecuación empírica para determinar el flujo del agua requerido del *chiller*:

$$\text{gpm} = \frac{24 * \text{(toneladas de } \textit{chiller})}{\text{Delta } T}$$

Donde:

- gpm = galones por minuto de agua
- tonelada de *chiller* = toneladas de *chiller* requeridas para enfriar el molde
- Delta  $T$  = temperatura saliendo del molde – temperatura entrando (°F)

Tiempo de enfriamiento extendido:

$$\text{Tiempo de enfriamiento extendido} = \text{tiempo de enfriamiento recomendado} * 1.3$$

Método calculado para determinar el tiempo de enfriamiento ( $E$ ):

$$E = -\frac{G^2}{2\pi\alpha} \ln\left(\frac{\pi(T_x - T_M)}{4(T_m - T_M)}\right)$$

Donde:

$T_x$  = temperatura de deflexión

$T_M$  = temperatura del molde

$T_m$  = temperatura del fundido

$G$  = grosor de la pieza

$\alpha$  = difusividad térmica

Material	$\alpha$	$T_m$ (°F)	$T_M$ (°F)	$T_x$ (°F)
ABS	0.000185	475	135	203
CA, CAP	0.000181	400	110	192
CAB	0.0002	400	110	201
HIPS	0.000059	440	85	185
IONOM	0.000148	440	85	125
LDPE	0.000176	390	75	113
MDPE	0.000194	340	75	155
HDPE	0.000217	480	75	186
PA 6, 6/6	0.000109	530	150	356
PC	0.000132	560	180	280
PET	0.000138	540	120	153
PP	0.000077	470	105	204
PPO/PS	0.000144	530	185	234
PPS	0.000166	630	210	210
PS g.p.	0.000087	420	85	180
PSU	0.000149	700	250	345
PVC	0.000107	380	85	156
PVC rig	0.000123	380	85	174
SAN	0.000088	450	150	225

Pérdida de presión (Delta  $P$ ) y la pérdida de temperatura del agua (Delta  $T$ ):

Delta  $P$  =

presión del agua entrando – presión del agua saliendo

Delta  $T$  =

temperatura del agua saliendo – temperatura del agua entrando

### 3- Prensa

#### Fuerza de cierre:

Fuerza de cierre = (factor de presión del fundido) x (área proyectada)

tonelada USA = 2000 lbf

tonelada métrica = 1.10 x tonelada USA

tonelada USA = 8.90 kilo-Newtons (kN)

tonelada métrica = 9.81 kilo-Newtons (kN)

Material	US ton/in <sup>2</sup>		kN/cm <sup>2</sup>	
Polipropileno	1.5	3.5	2.1	4.8
Polietileno alta densidad	1.5	2.5	2.1	3.5
Polietileno baja densidad	1.0	2.0	1.4	2.8
Nilón 66	3.0	5.0	4.1	6.9
Policarbonato	3.0	5.0	4.1	6.9
PVC flexible	1.5	2.5	2.1	3.5
PVC rígido	2.0	3.0	2.8	4.1
Poliestireno	2.0	4.0	2.8	5.5

#### Cálculo de pared fina, PF:

El cálculo de pared fina es un factor que representa la dificultad del llenado. Este factor considera la distancia que el fundido tiene que viajar y que tan estrechos son esos pasajes. Ese factor es representado por la siguiente ecuación:

$$\text{Cálculo de pared fina} = \frac{(\text{trayecto del flujo más distante})}{(\text{pared más fina de ese trayecto})}$$

<b><i>PF</i></b>	<b>Criterio</b>
$\geq 200$	Utilice el factor de presión mayor. Fuerza = (área proyectada) x (factor de presión <b>mayor</b> )
$\leq 100$	Utilice el factor de presión menor. Fuerza = (área proyectada) x (factor de presión <b>menor</b> )
entre 100 y 200	Interpole entre los factores de presión. Fuerza = (área proyectada) x (factor de presión <b>interpolado</b> )

Fuerza de cierre adicional resultante de la acción lateral:

Estas cuñas son fabricadas con un ángulo,  $\phi$ , y solo una fracción de esta fuerza lateral se reflejará en la dirección del cierre de la cuña. Esa fuerza resultante en dirección de la prensa se determina multiplicando la fuerza lateral por la tangente del ángulo de la prensa:

$$\text{Fuerza de resultante de la acción lateral} = \text{fuerza lateral} \times \tan(\phi)$$

#### 4- Unidad de inyección

Densidad y densidad específica:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}}$$

$$\text{Densidad específica} = \frac{\text{densidad del material}}{\text{densidad agua}}$$

Donde la densidad del agua = 1 g/cm<sup>3</sup> a temperatura ambiente.

Velocidad y flujo de inyección:

$$\text{Velocidad de inyección} = \frac{\text{distancia}}{\text{tiempo}}$$

$$\text{Flujo de inyección} = \frac{\text{volumen}}{\text{tiempo}}$$

$$\frac{\text{Flujo de inyección} = (\text{diámetro del tornillo})^2 * \pi/4 * (\text{desplazamiento})}{\text{tiempo}}$$

### Utilización del barril:

La utilización del barril es una comparación entre la capacidad máxima de la unidad de inyección y la capacidad requerida para llenar el molde.

$$\%U = \% \text{ de utilización} = \frac{(\text{volumen utilizado})}{(\text{volumen capaz del barril})} * 100\%$$

Donde:

volumen utilizado = la plastificación programada de acuerdo con lo requerido por el molde

volumen capaz del barril = lo máximo que puede plastificar el tornillo

### Posición de plastificación:

La posición de plastificación es el lugar hasta donde debe cargar el tornillo para llenar el molde.

$$\text{Posición de plastificación} = \text{posición de transferencia} + \text{desplazamiento de inyección}$$

Combinando las ecuaciones de peso, densidad, y volumen, resumimos:

$$\text{Desplazamiento de inyección} = \frac{1.27W}{\rho D^2}$$

$$\text{Posición de plastificación} = \text{posición de transferencia} + \frac{1.27W}{\rho D^2}$$

Donde:

$\rho$  = densidad específica del fundido (gr/cm<sup>3</sup>)

$W$  = peso de las partes con la colada (gr)

$D$  = diámetro del tornillo de inyección (cm)

Note que esta ecuación no considera que, durante la inyección, se llena alrededor de un 95% del molde. Este exceso se desprecia a consecuencia de que, durante la etapa de inyección, algún material siempre se cuela al otro lado de la anilla, ya sea durante el cierre de la anilla o a consecuencia de filtraciones entre la anilla y el barril.

### Densidad de descarga:

Esta densidad es más precisa para determinar las posiciones de plastificación, ya que considera varios factores:

- masa
- volumen
- temperatura del fundido
- contra presión
- fugas de fundido a través de la anilla (“*check ring*”) durante la inyección.

La densidad de descarga se calcula en un proceso existente, midiendo el volumen inyectado y el peso total inyectado. El volumen inyectado se determina mediante la ecuación del cilindro:

$$\text{Volumen} = \text{área} * \text{largo}$$

Donde:

$$\text{Area} = (\text{diámetro del tornillo})^2 * \pi/4$$

$$\text{Largo} = \text{posición de plastificación} - \text{posición del colchón}$$

El peso de inyección se obtiene pesando las partes moldeadas más la colada (si existe).

$$\text{Densidad de descarga} =$$

$$\frac{\text{peso total de inyección}}{((\text{diámetro del tornillo})^2 \times \pi/4) \times (\text{pos. de plastificación} - \text{pos. del colchón})}$$

Si se sabe la densidad de descarga, las ecuaciones de desplazamiento de inyección y la posición de inyección se verían así:

$$\text{Desplazamiento de inyección}_{95} = 95\% * \frac{1.27W}{\rho_d D^2}$$

$$\text{Posición de plastificación} =$$

$$\text{posición de transferencia} + 95\% * \frac{1.27W}{\rho_d D^2}$$



Donde:

$\rho_d$  = densidad de descarga ( $\text{g/cm}^3$ )

$W$  = peso de las partes con la colada (g)

$D$  = diámetro del tornillo de inyección (cm)

Reología por potencia:

Potencia pico – la potencia máxima alcanzada por la unidad de inyección, normalmente al momento de la transferencia (cambio de inyección a empaque).

Potencia pico =  
flujo de inyección promedio x presión al momento de la transferencia

Flujo de inyección promedio – Este flujo es una función del volumen inyectado durante la etapa de inyección y del tiempo de inyección.

Flujo de inyección promedio =  
volumen de inyección / tiempo de inyección

Reología por viscosidad:

Cambio de velocidad  $V_x$  en la dirección  $Y$ ;

$$\text{Velocidad cambiante} = \dot{\delta} = \frac{\text{cambio de velocidad}}{\text{distancia}} = \frac{\Delta V_x}{\Delta y}$$

Esfuerzo cortante = viscosidad x velocidad cambiante  
 $\tau = \mu \times \dot{\delta}$

Viscosidad aparente = presión plástica x tiempo de inyección

$$\text{Velocidad cambiante aparente} = \frac{1}{\text{tiempo de inyección}}$$

Razón de intensificación,  $R_i$  =  
presión plástica,  $P_p$  / presión hidráulica,  $P_H$

$$\mu_R = P_H R_i T$$

$$\mu_R = P_P T$$

Reología aproximada:

**Inicio de meseta de tiempo de inyección**

$$T_{meseta} = T_{min} + (T_{max} - T_{min}) / 9$$

**Industrias de moldeo convencional**

$$T_{intermedio} = T_{min} + (T_{max} - T_{min}) / 18$$

**Industrias que moldean materiales sensitivos**

$$T_{mat. sensitivo} = T_{min} + (T_{max} - T_{min}) / 12$$

**Industrias de alto volumen de inyección**

$$T_{rápido} = T_{min} + (T_{max} - T_{min}) / 36$$

Donde:

$T_{min}$  = tiempo de inyección correspondiente a la velocidad máxima de inyección

$T_{max}$  = tiempo de inyección correspondiente a la velocidad mínima de inyección

$T_{meseta}$  = tiempo de inyección donde se inicia la meseta en la gráfica

Balance del llenado:

Suma del peso de todas las cavidades:

$$W_T = \sum_{i=1}^{\# cav.} W_i, i = 1 \text{ a } \# \text{ cavidades}$$

Desviación del volumen por cada cavidad,  $Vd_i$

$$Vd_i = \left[ \frac{W_i}{(W_T / \# cavities)} - 1 \right] 100\%, i = 1 \text{ a } \# \text{ cavidades}$$

% volumen inyectado por etapa:

$$\% \text{ volumen en la etapa de inyección} = \frac{\text{posición de plastificación} - \text{posición de transferencia}}{\text{posición de plastificación} - \text{posición del colchón}} * 100\%$$

En caso de que esté utilizando un control con parámetros *Universales* y trabaje con volumen en lugar de posición, aplique esta fórmula:

$$\frac{\% \text{ volumen en la etapa de inyección} = \text{volumen de plastificación} - \text{volumen de transferencia}}{\text{volumen de plastificación} - \text{volumen del colchón}} * 100\%$$

$$\% \text{ volumen en la etapa de empaque} = 100\% - \% \text{ volumen en la etapa de inyección}$$

## IV - Procedimiento General para *Moldeo Universal*<sup>TM</sup>

### I. Cálculos y Datos Iniciales

1. Determine fuerza cierre → \_\_\_\_\_
2. Determine volumen de inyección requerido → \_\_\_\_\_
3. Seleccione un ciclo aproximado total → \_\_\_\_\_
4. Determine consumo aproximado de resina por hora → \_\_\_\_\_
5. Marca y tipo de resina → \_\_\_\_\_
6. Marca y tipo de colorante → \_\_\_\_\_
7. % de colorante → \_\_\_\_\_
8. % de picado → \_\_\_\_\_

### II. Equipo Auxiliar

1. Control de temperatura de agua  
Determine los gpm de agua al molde → \_\_\_\_\_  
Seleccione una temperatura de agua inicial → \_\_\_\_\_
2. Secadora  
Determine el volumen de la tolva → \_\_\_\_\_  
Determine el flujo de aire seco → \_\_\_\_\_  
Temperatura de secado → \_\_\_\_\_
3. Dosificador de colorante  
% de pigmento requerido → \_\_\_\_\_  
Determine consumo de pigmento/hora → \_\_\_\_\_
4. Dosificador de picado  
% de picado requerido → \_\_\_\_\_  
Determine consumo de picado/hora → \_\_\_\_\_

### III. Datos del Molde y Máquina

1. Medida horizontal → \_\_\_\_\_ < \_\_\_\_\_ entre barras
2. Medida vertical → \_\_\_\_\_ < \_\_\_\_\_ entre barras
3. Medida cerrado → \_\_\_\_\_ > \_\_\_\_\_ apertura mínima
4. Medida abierto → \_\_\_\_\_ < \_\_\_\_\_ apertura máxima
5. Patrón de los expulsores → \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_

### IV. Verifique la Capacidad de la Máquina Inyectora

1. Unidad de inyección  
Determine el % de utilización, %U → \_\_\_\_\_  
Determine la posición de transferencia → \_\_\_\_\_

Determine el correspondiente perfil de temperatura →

\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Determine la contrapresión. Ej: 750 psi plástica (máquina = plástica/R<sub>i</sub>)

Calcule la posición de plastificación aproximada →

\_\_\_\_\_

2. Boquilla

Largo → \_\_\_\_\_

Diámetro agujero → \_\_\_\_\_

Radio de contacto → \_\_\_\_\_

3. Casquillo

Diámetro agujero → \_\_\_\_\_

Radio de contacto → \_\_\_\_\_

## V. Ajustes Iniciales del Proceso

1. Encienda y ajuste los equipos auxiliares

Secadora

Controlador de temperatura de agua

Dosificador de colorante

Control de temperaturas de la colada caliente

2. Unidad de Inyección

Encienda y ajuste las temperaturas del barril

Ajuste la contrapresión

Ajuste la velocidad plastificación (ejemplo 30%)

Ajuste la posición de plastificación aproximada

Ajuste el tiempo de enfriamiento extendido

3. Ajustes de Platinas

Ajuste las posiciones y velocidades de apertura del molde

Ajuste la protección del molde

Ajuste los movimientos de los expulsores

Ajuste los movimientos de noyos si los tiene

## VI. Determinación de Parámetros de Máquina

(después que los equipos auxiliares estén listos y las temperaturas sean alcanzadas)

1. Llenado

Determine la presión de inyección límite → \_\_\_\_\_

Encuentre el tiempo de inyección ideal → \_\_\_\_\_

Reajuste la unidad de inyección a que llene cerca de un 95%

Anote la posición de plastificación final → \_\_\_\_\_

- Haga el balanceo del flujo
2. Empaque  
Encuentre la presión de empaque → \_\_\_\_\_  
Determine el tiempo de empaque → \_\_\_\_\_
  3. Enfriamiento  
Encuentre la temperatura de agua al molde  
Fijo/Movible → \_\_\_\_\_/ \_\_\_\_\_  
Encuentre el tiempo de enfriamiento → \_\_\_\_\_
  4. Plastificación  
Ajuste la velocidad de plastificación de acuerdo al tiempo de enfriamiento  
Anote el tiempo de plastificación → \_\_\_\_\_
  5. Recalcule los equipos auxiliares con el nuevo ciclo total encontrado

## VII. Convierta a Parámetros Universales

### Equipo Auxiliar

1. *Control de temperatura de agua (gpm/lpm) de agua al molde* → \_\_\_\_\_  
*Temperatura de agua al molde Fijo/Movible* → \_\_\_\_\_/ \_\_\_\_\_
2. *Secadora*  
*Volumen de la tolva* → \_\_\_\_\_  
*Flujo de aire seco* → \_\_\_\_\_  
*Temperatura de secado* → \_\_\_\_\_
3. *Dosificador de colorante, % de pigmento* → \_\_\_\_\_  
*Consumo de pigmento por hora* → \_\_\_\_\_
4. *Dosificador de picado, % de picado* → \_\_\_\_\_  
*Consumo de picado por hora* → \_\_\_\_\_

### Datos del molde

1. *Medida horizontal* → \_\_\_\_\_
2. *Medida vertical* → \_\_\_\_\_
3. *Medida cerrado* → \_\_\_\_\_
4. *Medida abierto* → \_\_\_\_\_
5. *Patrón expulsores* → \_\_\_\_\_
6. *Material* → \_\_\_\_\_
7. *Colorante* → \_\_\_\_\_

### Máquina inyectora – (m) máquina / (u) *Universal*

1. *Fuerza cierre* → \_\_\_\_\_

2. *Ciclo total* → \_\_\_\_\_
3. *Consumo de resina por hora* → \_\_\_\_\_
4. *Platinas de la prensa*
  - Espacio horizontal entre barras* → \_\_\_\_\_
  - Espacio vertical entre barras* → \_\_\_\_\_
  - Verifique el patrón de expulsores* → \_\_\_\_\_
  - Apertura máxima* → \_\_\_\_\_
  - Apertura mínima* → \_\_\_\_\_
5. *Ajustes de Platinas*
  - Posición de apertura del molde* → \_\_\_\_\_
  - Tiempo de apertura y cierre del molde* → \_\_\_\_\_
6. *Inyección*
  - % de utilización* → \_\_\_\_\_
  - Presión de inyección límite* → (m)\_\_\_\_\_ (u)\_\_\_\_\_
  - Velocidad de inyección ideal* → (m)\_\_\_\_\_ (u)\_\_\_\_\_
  - Posición del cambio* → (m)\_\_\_\_\_ (u)\_\_\_\_\_
  - Posición de plastificación* → (m)\_\_\_\_\_ (u)\_\_\_\_\_
  - Perfil de temperatura* → \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_
7. *Empaque*
  - Presión de empaque* → (m)\_\_\_\_\_ (u)\_\_\_\_\_
  - Tiempo de empaque* → \_\_\_\_\_
8. *Enfriamiento*
  - Temperatura de agua al molde Fijo/Movible* → \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_
  - Tiempo de enfriamiento* → \_\_\_\_\_
9. *Plastificación*
  - Velocidad de plastificación* → \_\_\_\_\_
  - Tiempo de plastificación* → \_\_\_\_\_
  - Contrapresión* → (m)\_\_\_\_\_ (u)\_\_\_\_\_

## V - Términos en Inglés al Español

auger	tornillo sin fin
backpressure	contrapresión
barrel	barril
barrier screw	tornillo con barrera
blower	bomba
boost to hold	de inyección a empaque
cavity	cavidad
check ring	anilla
chiller	equipo de refrigeración
cold slugs	pedazos fríos
cores	noyos
cushion	colchón
dew point	temperatura de condensación/ temperatura de rocío
discharge factor	densidad de plastificación
drying hopper	tolva de secado
eject-on-the-fly	expulsión mientras el molde abre
ejector pins	botadores
ejector plates	platos de expulsión
fill time	tiempo de inyección
flash	rebaba
gate	bebedero
gate freeze	endurecimiento de bebederos
hold	empaque
hold pressure	presión de empaque
hold time	tiempo de empaque
hot runner	colada caliente
hot drop/hot tip	punta caliente
injection rate	flujo de llenado
injection screw	tornillo de inyección
injection speed	velocidad de llenado
jetting	chorreo
manifold	distribuidor
melt flow	flujo del fundido
melt flow number	índice de fluidez
melt pressure	presión del fundido
melt temperature	temperatura del fundido



mold protect	protección del cierre del molde
molecular weight	peso molecular
nozzle	boquilla
nozzle tip	punta de la boquilla
parting line	partición del molde
pellet	gránulo
plastic residence time	tiempo de residencia
recovery	plastificación
robot	brazo mecánico
runners	coladas
shear rate	cambio cortante/ velocidad cambiante
shear stress	esfuerzo cortante
shear thinning	licuar por fricción
shot size	volumen de llenado/volumen de la unidad de inyección
sprue	palo
sprue bushing	casquillo
stack mold	molde doble
stress	esfuerzo
suck-back	rechupe
tie bars	máquina con barras
tiebarless	máquina sin barras
transfer point	posición de transferencia
transfer pressure	presión de transferencia
valve gate	válvulas de bebederos
vents	ventosas

## VI - Términos en Español al Inglés

anilla	check ring
barril	barrel
bebedero	gate
bomba	blower
boquilla	nozzle
botadores	ejector pins
brazo mecánico	robot
cambio cortante/ velocidad cambiante	shear rate
casquillo	sprue bushing
cavidad	cavity
chorreo	jetting
colada caliente	hot runner
coladas	runners
colchón	cushion
contrapresión	backpressure
de inyección a empaque	boost to hold
densidad de plastificación	discharge factor
distribuidor	manifold
empaque	hold
endurecimiento de bebederos	gate freeze
equipo de refrigeración	chiller
esfuerzo	stress
esfuerzo cortante	shear stress
expulsión mientras el molde abre	eject-on-the-fly
flujo de llenado	injection rate
flujo del fundido	melt flow
gránulo	pellet
índice de fluidez	melt flow number
licuar por fricción	shear thinning
máquina con barras	tie bars
máquina sin barras	tiebarless
molde doble	stack mold
noyos	cores
palo	sprue
partición del molde	parting line
pedazos fríos	cold slugs
peso molecular	molecular weight
plastificación	recovery
platos de expulsión	ejector plates

posición de transferencia	transfer point
presión de empaque	hold pressure
presión de transferencia	transfer pressure
presión del fundido	melt pressure
protección del cierre del molde	mold protect
punta caliente	hot drop/hot tip
punta de la boquilla	nozzle tip
rebaba	flash
rechupe	suck-back
temperatura de condensación/ temperatura de rocío	dew point
temperatura del fundido	melt temperature
tiempo de empaque	hold time
tiempo de inyección	fill time
tiempo de residencia	plastic residence time
tolva de secado	drying hopper
tornillo con barrera	barrier screw
tornillo de inyección	injection screw
tornillo sin fin	auger
válvulas de bebederos	valve gate
velocidad de llenado	injection speed
ventosas	vents
volumen de llenado/volumen de la unidad de inyección	shot size

## VII - Costos Operacionales

Costo operacional por hora, con operador más ganancia (moldeadores Norteamericanos)										
Fuerza en toneladas Norte Americanas	<.50	50-99	100-299	300-499	500-749	750-999	1000-1499	1500-1999	2000-2999	3000+
Promedio (US\$/hr)	\$33.31	\$35.24	\$41.92	\$52.13	\$68.14	\$83.22	\$110.28	\$119.95	\$181.68	\$230.00
Promedio (US\$/seg.)	\$0.009	\$0.010	\$0.012	\$0.014	\$0.019	\$0.023	\$0.031	\$0.033	\$0.050	\$0.064

Nota: - valores son una referencia, para valores más exactos consulte a su departamento de finanzas.  
- se presume que de un 10 a 15% en ganancias está incluido.

(Utilizar únicamente para estimar mejorías en productividad, en US\$)

*Nota:* El costo se podría dividir en tres partidas, Básicos, Opcionales y Especiales.

<b>Básicos</b>	<b>Opcionales</b>	<b>Especiales</b>
Depreciación	Robot	Cuarto limpio clase 8
Edificio	TCU	Inspección o QC
Intereses	Equipo de empaque	Asistencia ingenieril
Mantenimiento	Inyectora especial; LIM, dos colores, alta velocidad, ...	Soporte en herramental
Electricidad	Grúa	Pruebas de material
Agua	Cambio de molde rápido	Equipo de empaque y etiquetado
Misceláneos	Tornillo especial	Manejador de producto especial
Labor	Dosificador	Almacenamiento de molde
Beneficios marginales		Mantenimiento de moldes
Inspección y QC		
Material		
Desperdicios		
Servicios secundarios		
Molde		
“Overhead”		
Ganancia		

## Bibliografía

A. Brent Strong, 2000, "Plastics Materials and Processing", ISBN: 0-13-021626-7
Application Engineering, 1981, "Application Manual Water Group Products"
Douglas C. Montgomery, 2001, "Design and Analysis of Experiment", Arizona State University, ISBN 0-471-31649-0
Georg Menges and Paul Moren, 1993, "How to Make Injection Molds", Society of Plastics Engineers, ISBN 3-446-16305-0
Hansjürgen Saechtling , 1992, "Saechtling International Plastic Handbook", Society of Plastics Engineers, ISBN 3-46-14924-4
Jay Carender, 1997, "Injection Molding Reference Guide", Advance Process Engineering
John Bozzelli, Jan 1998, "Process Optimization and Setup-card Data Requirements", Cycleset
John Bozzelli, Jan. 1997, "How to Set First-Stage Pressure", Plastics World
Lawrence E. Nielsen and Robert F. Landel, 1994, "Mechanical Properties of Polymers and Composites", ISBN 0-8247-8964-4
Peter Kennedy, 1995 "Flow Analysis of Injection Molds", ISBN:1-56990-181-3
R. J. Young and P. A. Lovell, 1991, "Intruction to Polymers", ISBN: 0-412-30640-9
Shiro Matsuoka, 1992, "Relaxation Phenomena in Polymers", Society of Plastics Engineers
Thermoplastic Troubleshooting Guide, 2000, Ashland Distribution Company
Thomas Pyzdek and Roger W. Berger, 1992, "Quality Engineering Handbook", ISBN: 0-8247-8132-5
Tony Whealan and John Goff, 1994, "The Dynisco Injection Molders Hand Book", Dynisco Instruments
ULF W. Gedde, 1995, "Polymer Physics", ISBN 0-412-62640-3

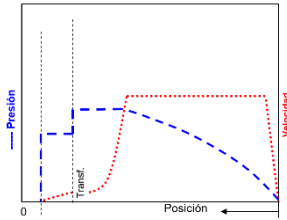
# Contestaciones

## II. Parámetros del proceso de inyección

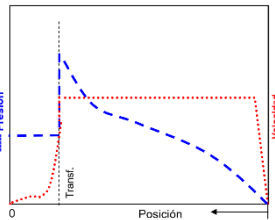
- 1) b. 2) b. 3) c. 4) b, c. 5) a. 6) b. 7) b, d. 8) a, d. 9) a. 10) b. 11) c, d. 12) b, c, d. 13) a. 14) b. 15) b. 16) b. 17) a. 18) b, c, d.

## III. Gráficas del proceso

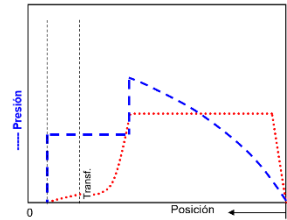
- 1) b. 2) b. 3) c. 4) b. 5) c. 6) a. 7) c. 8) c. 9) b. 10)



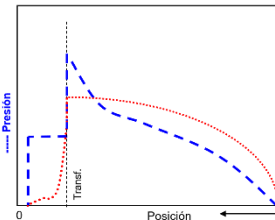
d) *presión limitada*



a) *cero cojín*



c) *transferencia prematura*



b) *velocidad programada no fue alcanzada*

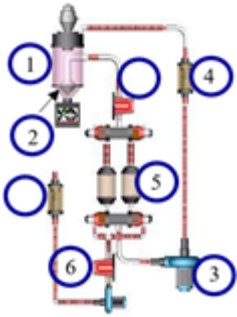
## IV. Morfología de plásticos

- 1) b. 2) c. 3) c. 4) a. 5) c. 6) c. 7) c.

## V. Equipos Auxiliares

- 1) b. 2) c. 3) a, c, e. 4) b. 5) a. 6) b. 7) c. 8) b. 9) b. 10) a. 11) a. 12) b. 13) b. 14) a.

15)



### Dosificación y manejo se materiales

1) b. 2) a.

### Control de temperatura de agua al molde

1) b. 2) b. 3) c. 4) a. 5) b. 6) a.

### VI. Moldeo Desde el Escritorio

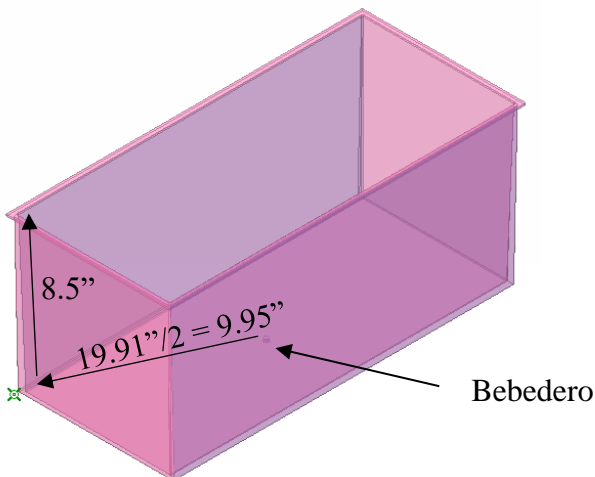
1) b. 2a) b. 2b) a. 2c) a. 3) d.

### Tamaño de la unidad inyección

1) b. 2) a. 3) a. 4) a. 5) a. 6) c. 7) a. 8) d.

9a) Area =  $19.4\text{in} \times 8.9\text{in} = 173 \text{ pulg}^2$

9b)





$$\text{Trayecto más distante} = 8.5'' + 9.95'' = \mathbf{18.45''}$$

$$\text{Grosor más estrecho en el trayecto} = \mathbf{0.08''}$$

$$\text{Pared Fina} = 18.45''/0.08'' = \mathbf{230}$$

$$\text{PF} = 230 > 200; \text{ el factor de fuerza sería } \mathbf{2.5 \text{ ton/pulg}^2}$$

$$\mathbf{9c)} \text{ Fuerza de cierre requerida} = 173\text{pulg}^2 \times 2.5 \text{ ton/pulg}^2 \\ = \mathbf{433 \text{ toneladas de fuerza USA}} \text{ (1 ton = 2000 lb)}$$

$$\mathbf{9d)} \text{ Consumo} = 1100/50\text{s} \times 3600\text{s}/1\text{h} \times 1 \text{ lb}/454 \text{ gr} = \mathbf{174 \text{ lb/h}}$$

$$\mathbf{9e)} \text{ Volumen requerido} = 1100\text{gr}/0.92\text{gr/cc} = \mathbf{1196 \text{ cc}}$$

$$\mathbf{9f)} \%U = 1196\text{cc}/2480\text{cc} = \mathbf{48\%}$$

$$\mathbf{9g)} \text{ ton}_{\text{enf.}} = 174 \text{ lb/h} / 50 \text{ lb/h/ton} = \mathbf{3.5 \text{ ton}_{\text{enf}}}$$

$$\mathbf{9h)} \text{ gpm} = 3.5 \text{ ton}_{\text{enf}} \times 24 / 3^\circ\text{F} = \mathbf{28\text{gpm}}$$

$$\mathbf{9i)} \%U = 48\% \text{ y está entre } 35\% \text{ y } 65\%.$$

La trasferencia estaría entre 12mm y 25mm.

$$\text{Transferencia} = 25\text{mm} - 13\text{mm} (0.48-0.65)/0.3 = \mathbf{17.6\text{mm} = 0.69\text{in}}$$

$$\mathbf{9j)} \text{ Posición de plastificación} = 1.27W / \delta D^2 + \text{transferencia} \\ = 1.27 * 1100\text{gr} / [0.92\text{gr/cc} * (9\text{cm})^2] + 1.76\text{cm} = \mathbf{20.51\text{cm} = 8.07\text{in}}$$

$\mathbf{9k)}$  Iniciar con un **700 psi (47 bar)** presión plástica.

$$\mathbf{9l)} 5\% \text{ del llenado} = 0.05 * 8.07\text{in} = \mathbf{0.4 \text{ in}}$$

$$\mathbf{9m)} \text{ De la ficha técnica del material} = \mathbf{410^\circ\text{F}}$$

$\mathbf{9n)}$  De una ficha técnica de un PS genérico:

Injection	Nominal Value	Unit
Rear Temperature	424 to 480	°F
Middle Temperature	424 to 480	°F
Front Temperature	390 to 415	°F
Nozzle Temperature	415 to 469	°F
Mold Temperature	60 to 150	°F

Dado a que el %U es casi 50% utilizar el promedio.

zona de dosificación = zona de compresión = zona de alimentación = **452°F**

boquilla (“nozzle”) =  $(415^{\circ}\text{F} + 469^{\circ}\text{F})/2 = 442^{\circ}\text{F}$

9o)

U <sub>s</sub>	T <sub>r</sub> (# ciclos)
1%	140
2%	70
3%	47
4%	35
5%	28
6%	24
7%	20
8%	18
9%	16
10%	14
11%	13
12%	12
13%	11
14% - 15%	10
16% - 17%	9
18% - 19%	8
20% - 23%	7
24% - 27%	6
28% - 34%	5
35% - 46%	4
47% - 69%	3
>70%	2

Tiempo de residencia (ciclos) = **3 ciclos**

Tiempo de residencia (s) = 3 ciclos x 50s/ciclos = **150 segundos**

9p) Consumo = 174 lb/h

Volumen tolva secadora = 174 lb/h x 2 horas / 35 lb/pies<sup>3</sup>  
= **9.94 pies<sup>3</sup> = 281.5 litros**

9q) Flujo de aire seco = 174lb/h x 0.75 cfm/(lb/h) = **130.5 cfm**

10) c.

### VII. Reología en máquina

1) b. 2) c. 3) c. 4) b. 5) c. 6) a. 7) a.

### VIII. Determinación de la Velocidad de Inyección

1) a. 2) b. 3) b. 4) a. 5) b. 6) a, c. 7) b. 8) b, c. 9) c. 10) d.

### IX. Verificación del Balance del Llenado

1) c. 2) b. 3) a. 4) a. 5) d. 6) b. 7) a. 8) b.

### X. Determinación de Parámetros en la Etapa de Empaque

1) a. 2) b. 3) b. 4) c. 5) a. 6) a, c. 7) b. 8) a. 9) c. 10) a.

## XI. Determinación de Parámetros en la Etapa de Enfriamiento

1) b. 2) b. 3) d. 4) a. 5) a. 6) a. 7) d. 8) b.

9)

$$\frac{\overline{D}_C}{(1)} + \frac{\beta_0 T_M}{(5)} + \frac{\beta_1 t}{(2)} + \frac{\beta_2 T_F}{(4)} + \frac{\beta_3 T_M t + \beta_4 T_M T_F + \beta_5 t T_F + \beta_6 T_M T_F t}{(3)}$$

## XII. Límites del Proceso

1) a. 2) b. 3) a. 4) a. 5) b.

# Índice

## A

agua entrando, 119  
aire seco, 76, 95  
aleatorio, 264  
amorfos, 59  
anilla, 23  
apertura máxima, 145  
apertura mínima, 145  
área proyectada, 129

## B

bebederos, 22, 32, 67, 254  
bomba, 82  
boquilla, 25, 153  
burbujas, 73, 285

## C

cálculos, 127, 148  
calor removido, 109  
cambio cortante (*shear stress*), 182  
cargador de resina, 81  
casquillo, 150  
cavidad, 113, 138, 231  
centro de mezclado, 106  
chiller, 123  
chorreo (*jetting*), 287  
circuito de regeneración, 84  
circuito de secado, 82  
cojín, 33, 44  
colada, 22, 130, 236, 254  
colada caliente (*hot runner*), 48  
colchón, 33, 49, 159, 251  
comité Universal, 16  
consumo de material, 95, 108  
contestaciones, 314  
contrapresión, 25, 36, 160, 174  
core (noyo), 25, 38

## D

datos Universales, 292  
delaminación, 288  
Delta T, 111  
densidad, 156, 297  
densidad específica, 156, 297  
densidad granel, 79  
densidades, 93  
desbalance, 235  
descoloramiento, 286  
descompresión, 25  
desplazamiento, 160, 298  
diagrama PVT, 54  
dimensiones de masa, 22, 32, 49  
dimensiones térmicas, 24  
dosificación, 100, 171  
dosificación directa, 100  
dosificación gravimétrica, 103  
dosificación volumétrica, 100  
dosificador, 100

## E

efecto fuente, 155  
empaque (*pack*), 21, 68, 210, 244, 252, 292  
encogimiento, 20, 65, 290  
endurecimiento de bebederos, 22, 49, 252  
enfriamiento, 24, 34, 118, 253, 270  
esfuerzo, 153  
esfuerzo cortante, 182, 300  
esfuerzo cortante (*shear stress*), 183  
espacio de la prensa, 143  
espacio en platinas, 144  
etapa de empaque, 31  
etapa de enfriamiento, 22, 260  
etapa de plastificación, 26  
expulsores, 146

## F

factores, 128, 271  
filtro, 82  
flujo de agua, 111

flujo de aire, 75, 95  
flujo de inyección, 19, 46, 156, 186, 300  
flujo del fundido, 287  
fuerza de cierre, 25, 39, 128, 296, 316  
fuerza lateral, 139  
fuerza resultante, 140, 297

## G

gasificación, 290

## H

*hot drops*, 238  
*hot runner*, 238  
*hot runner (colada caliente)*, 48  
humedad, 75, 76  
hundimientos, 289

## I

**Inyección**, 19

## J

jetting (chorreo), 287

## L

laboratorio de **Moldeo Universal™**, 208, 231, 243, 270  
límite  
  alto del cojín, 279  
  bajo del colchón, 278  
  contrapresión, 279  
  presión máxima de inyección, 278  
  tiempo de plastificación, 279  
líneas de flujo, 19, 287  
llenado, 159, 213, 231

## M

molde doble (*stack mold*), 142  
Moldear con gráficas, 44  
moldeo desde el escritorio, 141  
**Moldeo Universal™**, 16, 66, 192, 206, 261  
moldes de tres platos, 141  
movimientos de la prensa, 38

## N

nebulosidad, 287  
normalizar, 199  
noyo (core), 25, 38

## P

pack (empaque/*hold*), 21, 31, 68, 210, 244  
pandeamiento, 290  
parámetros de inyección, 29  
parámetros de máquina, 28  
parámetros Universales, 16, 28, 156  
paredes, 136  
patrón de expulsores, 143  
perfil de temperaturas, 171  
plastificación, 24, 35, 148  
posición de plastificación, 25, 161  
posición de transferencia, 30, 44, 161, 210, 298  
potencia, 17, 186, 218, 220  
potencia pico, 186, 193, 222, 300  
preguntas, 40, 56, 70, 96, 107, 125, 147, 177, 203, 228, 240, 256, 274  
presión de empaque, 23, 243  
Presión de empaque, 292  
presión de transferencia, 30, 192  
presión del fundido, 23, 36, 128, 138  
presión limitada, 51  
presión límite, 19  
punta de la boquilla, 150

## Q

quebradizas, 285  
quemaduras, 19, 208, 286

## R

razón de intensificación, 175  
rebaba, 19, 51, 287  
recámara secante, 83  
rechupe, 20  
regeneración, 85  
reología aproximada, 18, 192, 218  
reología completa, 18, 218  
reología en máquina, 17, 186  
residencia, 164  
resistencia de calor, 84, 121  
rigidez, 24, 60

## S

secado, 73, 91  
secadora, 77  
secante, 82  
semi-cristalinos, 59  
shear stress (esfuerzo cortante), 183  
sistema gravimétrico, 103  
sistemas de secado, 87  
stack mold (molde doble), 142

## T

tamaño de la unidad de inyección, 148  
TCU, 118  
temperatura de condensación, 74, 86  
temperatura de secado, 74  
temperatura del fundido, 25, 54  
temperatura del molde, 264  
termoestables, 59  
termoplásticos, 59, 150  
 $T_g$ , 60  
tiempo de empaque, 254  
Tiempo de empaque, 292  
tiempo de enfriamiento, 116, 244  
tiempo de inyección, 17, 69, 186, 200, 213  
tiempo de residencia, 79, 164  
tiempo de secado, 76  
tiro incompleto, 288  
tolva secadora, 77, 90  
torcimiento, 290

tornillo, 19, 164  
transferencia por posición, 30  
transferencia prematura, 51

## U

unidad integrada, 88  
unidad inyección, 17  
unidad portátil, 87  
unión de flujos, 286  
utilización del barril, 158, 298

## V

válvula proporcional neumática, 105  
velocidad, 19, 25, 53, 184, 232  
velocidad cambiante, 184, 198  
velocidad de inyección, 19, 156, 220, 232  
velocidad de plastificación, 25  
viscosidad, 19, 182, 191  
viscosidad aparente, 191, 300  
volumen de inyección, 186

## Z

zona de control de velocidad, 46  
zona de empaque, 47  
zona de plastificación, 50  
zonas de calor del barril, 171

## Opiniones de Expertos

“*Moldeo Universal<sup>TM</sup>* es en República Dominicana una plataforma esencial para el desarrollo de los moldeadores dominicanos y la industrial local se hace eco cada vez más aplicando los conocimientos en el mejoramiento de sus procesos.”

*Miguel Calcaño, Plastics Consultant  
HDI Inc., Republica Dominicana*

-----

“Uno de los placeres más grandes de Wallyco siempre fue la investigación y desarrollo profesional de jóvenes puertorriqueños. Si no me equivoco fue para el año 2000 que proveímos resina y tiempo de maquina a estudiantes del Phd. Ivan Baiges entre los que recuerdo a Roberto Pastor. Días de más preguntas que respuestas, que sentaron las bases para corroborar o desmentir cuentos de moldeadores y entender la ciencia detrás de la técnica. Si ciencia, no magia, caja negra o arte oscuro. Una vez verificada la técnica, gracias a la ayuda de personas como los PhD. Gregorio Velez e Ivan, se reduce a su esencia mínima y se desarrollaba un proceso, verificado, de mejores prácticas. Escrito al nivel de su usuario, la persona que tiene que mejorar el proceso sin educación formal. Son muchos los cambios del 2000 al día de hoy y seguirán pues *Moldeo Universal<sup>TM</sup>* todavía tiene mucho que descubrir y enseñar. Es para mí un gran orgullo haber estado en su inicio, haber usado sus procesos y entrenarme como instructor y le deseo a Héctor y a *Moldeo Universal<sup>TM</sup>* que continúen ayudando a la industria del plástico y a todo aquel joven puertorriqueño que quiera mejorarse y hacer “patria” con su desempeño.”

*J. Wally Cruz, Empresario e Ingeniero Especialista en Plásticos*

-----

“*Moldeo Universal<sup>TM</sup>* es una excelente herramienta, no solo para comprender el proceso de moldeo por inyección, sino también para entender el comportamiento de los diferentes tipos de plásticos de una manera sencilla pero siempre con una base científica. Como estudiante de *MU<sup>TM</sup>* y sin ninguna experiencia en el mundo del plástico, logré sentar las bases y fundamentos de moldeo por inyección. Luego como instructor, pude ver como *MU<sup>TM</sup>* ayudaba a tantas personas e industrias a optimizar sus procesos de moldeo con resultados asombrosos, no solo en calidad si no también en economía.”

*Laureano J. Rodríguez, Sr. Account Manager  
West Contract Manufacturing*

“A inicios de la primera década del 2000, fui partícipe de la revolución que apenas se gestaba en Costa Rica acerca de cómo establecer proceso científicamente durante mi período laboral en Abbott Laboratories, que luego llegó a ser Hospira, hoy en día ICU Medical. Fue ahí donde se hizo el primer ejercicio de **MU<sup>TM</sup>** fuera de Puerto Rico, totalmente en español y por primera vez en Costa Rica, encontrando una mejor manera de obtener evidencia objetiva acerca de dónde venían los parámetros validados en el proceso de moldeo por inyección, convirtiendo a **MU<sup>TM</sup>** como el pionero de esta revolución en CR. Después de ahí se abrió el curso a otras compañías de la industria en Costa Rica el cual se ha impartido año tras año hasta el día de hoy. Posteriormente, del 2008 al 2014 tuve el privilegio y placer como miembro de HDI Inc de ser partícipe de seminarios y conferencias al lado de Héctor Dilán como expositor.”

***Harold Gamboa Calderón, Sr. Account Manager - Distribution  
PolyOne Corporation (Central America and Andean Region)***  
-----

“Conocí el **Moldeo Universal<sup>TM</sup>** cuando apenas comenzaba mi carrera profesional. Gracias a Héctor y al **Moldeo Universal<sup>TM</sup>** logre que mi curva de aprendizaje en el campo del moldeo por inyección fuera una exponencial. Éste me dio las herramientas necesarias para aplicar la ciencia durante el desarrollo de diferentes procesos de moldeo y fue mi base para el futuro de mi carrera en la ingeniería del plástico.

Durante esos primeros pasos con el **Moldeo Universal<sup>TM</sup>**, junto a Héctor, logramos desarrollar la Reología por Potencia, la cual se alejaba de la teología por viscosidad, pero a su vez obtenía resultados específicos y en menor tiempo. La Reología por Potencia nos ayuda grandemente a optimizar la etapa de inyección de una manera simple, corta y precisa.

Ya, después de sobre 15 años trabajando en la industria del moldeo por inyección puedo decir que el **Moldeo Universal<sup>TM</sup>** es la base y la herramienta de aprendizaje más útil para cualquier persona trabajando en esto.

Héctor, gracias por la confianza y la oportunidad de trabajar contigo cuando apenas comenzaba en la industria.”

***Billy Torres, Technical Services Manager  
Microsystems UK***