

Apéndices

I – Causas y Efectos

II - Datos Universales del Molde

III - Procedimiento General para *Moldeo UniversalTM*

IV - Términos en Inglés al Español

V - Términos en Español al Inglés

VI - 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 demasiada 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.

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 E .
8. Presión de empaque P_E .
9. Peso total o volumen total de inyección.
10. Tiempo de enfriamiento t_e .
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-Procedimiento General para *Moldeo Universal*TM

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 al molde 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/h → _____
4. Dosificador de picado
% de picado requerido → _____
Determine consumo de picado/h → _____

III. Datos del Molde y Máquina

1. Medida horizontal → _____ < _____ entre barras
2. Medida vertical → _____ < _____ entre barras
3. Medida cerrado → _____ > _____ apertura mín.
4. Medida abierto → _____ < _____ apertura máx.
5. Patrón de los expulsos → _____ = _____

IV. Verifique la Máquina Inyectora

1. Unidad de inyección
Determine el volumen de inyección utilizado en % ,
 $U_{\%}$ → _____
Determine la posición del cambio → _____

Determine el correspondiente perfil de temperatura →
____/____/____/____

Determine la contrapresión. Ej: 750 PSI plástica (máquina = plástica/R_i)

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 prepare los ajustes de los 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 limite → _____

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 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/h → _____

4. *Dosificador de picado % de picado* → _____

Consumo de picado/h → _____

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 del molde* → _____
6. *Inyección*
 - Volumen utilizado en %* → _____
 - Presión de inyección limite* → (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)_____

IV - 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
pack and hold	empaque y sostén
packing pressure	presión de empaque
packing time	tiempo de empaque
parting line	partición del molde
pellet	gránulo
plastic residence time	tiempo de residencia
plasticizing/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

V - 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
empaque y sostén	pack and 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	plasticizing/recovery
platos de expulsión	ejector plates
posición de transferencia	transfer point
presión de empaque	hold pressure
presión de empaque	packing 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 empaque	packing 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

VI - 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 mejoras en productividad, en US\$)

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

Básicos	Opcionales	Especiales
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
Hansjurgen 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, "Intruccion 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

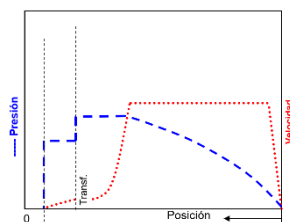
Contestaciones

II. Parámetros del proceso de inyección

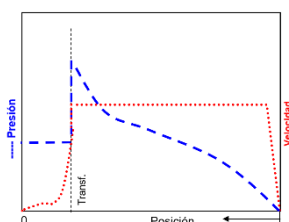
1) b. 2) b. 3) c. 4) b, c. 5) a. 6) b. 7) b, d. 8) a, d. 9) a. 10) b. 11) c, d. 12) b, c, d. 13) a. 14) b. 15) b. 16) b. 17) a. 18) b, c, d.

III. Gráficas del proceso

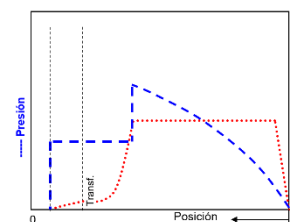
1) b. 2) b. 3) c. 4) b. 5) c. 6) a. 7) c. 8) c. 9) b. 10)



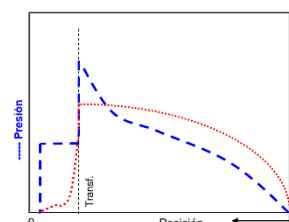
d) presión limitada



a) cero cojín



c) transferencia prematura



b) velocidad programada no fue alcanzada

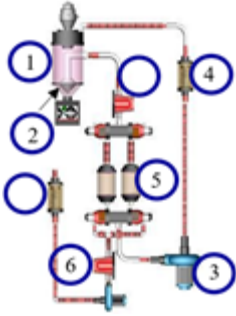
IV. Morfología de plásticos

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. 7) a.

VI. Moldeo Desde el Escritorio

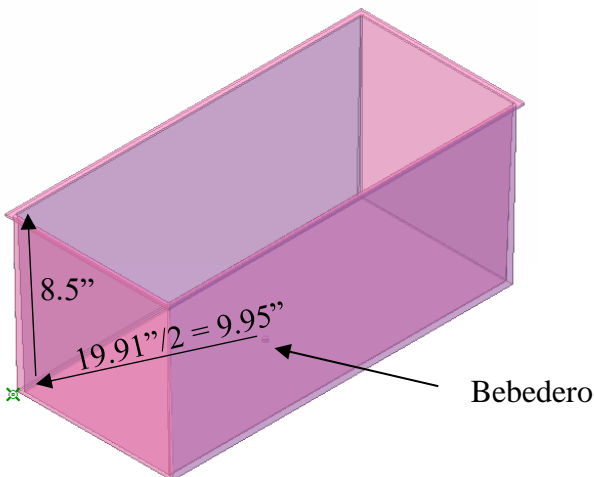
1) b. 2a) b. 2b) a. 2c) a. 3) d.

Tamaño de la unidad inyección

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

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

9b)



trayecto más distante = $8.5'' + 9.95'' = 18.45''$

grosor más estrecho en el trayecto = $0.08''$

Pared Fina = $18.45''/0.08'' = 230$

PF = $230 > 200$; el factor de fuerza sería **2.5 ton/in²**

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

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

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

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

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

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

9i) U% = 48% y está entre 35% y 65%.

La transferencia estaría entre 12mm y 25mm.

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

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

9k) Iniciar con un **700 psi (47 bar)** presión plástica.

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

9m) De la ficha técnica del material = **410°F**

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") = $(415^{\circ}\text{F} + 469^{\circ}\text{F})/2 = \mathbf{442^{\circ}\text{F}}$

9o)

U _{as}	T _r (# 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 = $174 \text{ lb/h} \times 2 \text{ horas} / 35 \text{ lb/ft}^3$
= 9.94 ft³ = 281.5 litros

9q) Flujo de aire seco = $174 \text{ lb/h} \times 0.75 \text{ cfm}/(\text{lb/h}) = \mathbf{130.5 \text{ cfm}}$

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.

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)

$$\frac{\overline{D_C} + \overline{\beta_0 T_M} + \overline{\beta_1 t} + \overline{\beta_2 T_F} + \overline{\beta_3 T_M t} + \overline{\beta_4 T_M T_F} + \overline{\beta_5 t T_F} + \overline{\beta_6 T_M T_F t}}{\begin{matrix} (1) & (5) & (2) & (4) & (3) \end{matrix}}$$

Glosario

A

agua entrando, 114
aire seco, 71, 90
aleatorio, 247
amorfo, 55, 240
anilla, 21
apertura máxima, 142
apertura mínima, 142
área proyectada, 125, 134

B

bebederos, 20, 30, 63, 239
bomba, 78
boquilla, 22, 150
burbujas, 69, 261

C

cálculos, 123, 145
calor removido, 103
cambio cortante (shear stress), 173
cargador de resina, 73, 77
casquillo, 147
cavidad, 108, 134, 220, 225
centro de mezclado, 101
chiller, 118
chorreo (jetting), 263
circuito de regeneración, 80
circuito de secado, 77
cojín, 31, 41, 45
colada, 20, 126, 224, 239
colada caliente (hot runner), 44
colchón, 31, 45, 156, 236
comité Universal, 14
consumo de material, 90, 103
contestaciones, 279
contrapresión, 23, 33, 157
core (noyo), 23, 36

D

datos Universales, 267

delaminación, 264
Delta T, 106
densidad, 153
densidad específica, 153
densidad granel, 75
desbalance, 224
descoloramiento, 262
descompresión, 23, 34
desplazamiento de inyección, 157
diagrama PVT, 50
dimensiones de masa, 20, 30, 45
dimensiones térmicas, 21
dosificación, 95, 164
dosificación directa, 95
dosificación gravimétrica, 98
dosificación volumétrica, 95
dosificador, 95

E

efecto fuente, 152
empaque, 204, 234, 267
empaque (pack/hold), 19, 29, 64, 200, 232, 236
encogimiento, 18, 20, 61, 266
endurecimiento de bebederos, 20, 45, 236, 240
enfriamiento, 21, 31, 113, 238, 252
esfuerzo, 150
esfuerzo cortante, 173, 174, 175
esfuerzo cortante (shear stress), 174, 179
espacio de la prensa, 139
espacio en platinas, 141
etapa de empaque, 29
etapa de enfriamiento, 20, 243
etapa de plastificación, 24
expulsores, 143

F

filtro, 78
flujo de agua, 106
flujo de inyección, 17, 43, 154, 177, 184
flujo del fundido, 263
fuerza de cierre, 23, 36, 124, 134, 281

fuerza lateral, 135
fuerza resultante, 136

G

gasificación, 266

H

hold (empaques/pack), 19, 29, 64, 200, 232, 236
hot drops, 226
hot runner, 226
hot runner (colada caliente), 44
humedad, 71
hundimientos, 265

I

Inyección, 17, 32

J

jetting (chorreo), 263

L

laboratorio de **Moldeo Universal™**, 198, 220, 231, 253
líneas de flujo, 17, 263
llenado, 156, 203, 220

M

molde doble (stack mold), 138
moldear con gráficas, 41
moldeo desde el escritorio, 137, 166
Moldeo Universal™, 14, 62, 183, 196, 244
moldes de tres platos, 137
movimientos de la prensa, 35
MU™, 14, 189

N

nebulosidad, 263
normalizar, 190
noyo (core), 23, 35

P

pack (empaques/hold), 19, 29, 64, 200, 232, 236
pandeamiento, 266
parámetros de inyección, 27
parámetros de máquina, 26
parámetros Universales, 14, 26, 154
paredes, 132
patrón de expulsores, 139, 143
perfil de temperaturas, 164
plastificación, 22, 33, 145
posición de plastificación, 23, 158
posición de transferencia, 28, 41, 158, 162, 200
potencia, 15, 177, 207, 209, 210
potencia pico, 177, 184, 211
preguntas, 37, 52, 66, 91, 102, 120, 144, 169, 193, 217, 228, 241, 257
presión de empaque, 20, 231, 267
presión de transferencia, 28, 182
presión del fundido, 21, 34, 124, 134
presión limitada, 46
presión límite, 17
punta de la boquilla, 147

Q

quebradizas, 261
quemaduras, 17, 198, 262

R

razón de intensificación, 166
rebaba, 18, 47, 263
recámara secante, 79
rechupe, 18
regeneración, 80
reología aproximada, 16, 183, 207, 210
reología completa, 16, 207, 212
reología en máquina, 15, 177
residencia, 159
resistencia de calor, 80, 116
rigidez, 22, 56

S

secado, 69, 71, 86
secadora, 73, 77, 85
secante, 78
semi-cristalinos, 55, 240

shear stress (esfuerzo cortante), 174, 179
sistema gravimétrico, 98
sistemas de secado, 82
stack mold (molde doble), 138

T

tamaño de la unidad de inyección, 145
TCU, 113
temperatura de condensación, 70, 81
temperatura de secado, 70
temperatura del fundido, 23, 50
temperatura del molde, 247
termoestables, 55
termoplásticos, 55, 147
Tg, 56
tiempo de empaque, 239
Tiempo de empaque, 267
tiempo de enfriamiento, 111, 232, 245, 255
tiempo de inyección, 15, 65, 177, 182, 203
tiempo de residencia, 75, 158
tiempo de secado, 72, 75
tiro incompleto, 264
tolva secadora, 73, 85
torcimiento, 266
tornillo, 17, 21, 159
transferencia por posición, 28
transferencia prematura, 47

U

unidad integrada, 84
unidad inyección, 15
unidad portátil, 82
unión de flujos, 262
utilización del barril, 155, 166

V

válvula proporcional neumática, 100
velocidad, 17, 23, 49, 175, 221
velocidad cambiante, 15, 175, 188
velocidad de inyección, 17, 154, 209, 221
velocidad de plastificación, 23, 158
viscosidad, 15, 17, 173, 179
viscosidad aparente, 181, 188
volumen de inyección, 177

Z

zona de control de velocidad, 43
zona de empaque, 43
zona de plastificación, 46
zonas de calor del barril, 164

Opiniones de Expertos

“*Moldeo Universal™* 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™*** 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™*** 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™* 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™*** 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™*** 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 **MUTM** 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 **MUTM** 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 UniversalTM** cuando apenas comenzaba mi carrera profesional. Gracias a Héctor y al **Moldeo UniversalTM** 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 UniversalTM**, 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 UniversalTM** 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***