



REGIONAL VALLE

# INFORMADOR TECNICO

CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO CDT - ASTIN

SERVICIO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN TECNOLÓGICA EDICIÓN No. 60 - 2000 ISSN 0122-056X

## DEL PASADO AL FUTURO, UN MUNDO DE ENVASES

**Procedimiento de biorientación  
molecular soplado PVC-PAN**



*Tarifa Postal Reducida 1568 de Adpostal*





Valle

# INFORMADOR TÉCNICO

Edición 60 - 2 000

ISSN: 0122-056X

ESPERANZA ADRIANA RAMOS RODRÍGUEZ  
Directora Regional

MARIANO ANTONIO BENAVIDES CUÉLLAR  
Jefe CDT - ASTIN

## EDITOR

GERMÁN CIFUENTES CEBALLOS  
Técnico Especialista en Información  
y Divulgación Tecnológica

## COLABORADORES

ILSE KÖNIG DE LAVERDE  
LUIS ALVARO JARAMILLO  
HÉCTOR FABIO GARCÍA  
MILTON CÉSAR MERA  
JOSÉ SEIGUBBAR GÜIZA  
HAROLD DE LA CRUZ CALDERON

## DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

ALEJANDRA SUÁREZ R.  
GERMÁN CIFUENTES C.

## IMPRESIÓN

Publicaciones SENA - Cali

El INFORMADOR TÉCNICO es una publicación  
del Centro de Desarrollo Tecnológico de  
Asistencia Técnica a la Industria CDT-ASTIN,  
dirigida a las empresas del subsector de  
plásticos y metalmecánica para su  
actualización tecnológica.

Dirección: Calle 52 No. 2Bis-15  
Tels.: (092) 446 7182 - 447 6164 - 447 1075  
Fax: (092) 447 6166 - 446 7170  
Apartado Aéreo 8053 Cali - Colombia  
E-mail: astin@galileo.senavalle.edu.co  
senastin@andinet.com  
http://www.sena-astin.edu.co

Tarifa Postal Reducida 1568 de Adpostal -  
Vence diciembre / 2000

## CONTENIDO

|                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Proyecto de investigación aplicada:<br>Automatización vertical<br>Por: Ingeniero José Seigubbar Güiza                                        | 2  |
| Perfiles termoplásticos abiertos: Refuerzos<br>para aumentar su resistencia a la torsión<br>Por: BAYER, Alemania                             | 4  |
| Moldes electroformados para la industria de<br>los plásticos<br>Por: GALVANOFORM, Alemania                                                   | 9  |
| Jornadas tecnológicas: Una aproximación a<br>la innovación y al desarrollo tecnológico<br>Por: Economista Harold de la Cruz<br>Calderón, MBA | 20 |
| El procedimiento de biorientación molecular<br>soplado PVC-PAN<br>Por: BEKUM GMBH, Alemania                                                  | 22 |
| Prevención del desgaste en el moldeo por<br>inyección<br>Por: BAYER, Alemania                                                                | 36 |
| El contenido humanístico en la formación de<br>los ingenieros<br>Por: J. A. Martín-Pereda                                                    | 51 |
| Información Técnica<br>Nuevas adquisiciones en el SIDT-ASTIN                                                                                 | 57 |



# PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APLICADA: Automatización Vertical

Por: Ingeniero José Seigubbar Güiza, Director de Proyecto  
Profesional SENA/CDT-ASTIN

## OBJETIVO GENERAL

Asimilar la tecnología de buses de campo, redes de comunicación industrial y de gestión empresarial, mediante el diseño y desarrollo de un prototipo de arquitectura de control integrado para las máquinas de transformación de plásticos del taller del Centro de Desarrollo Tecnológico y Asistencia Técnica a la Industria CDT ASTIN, del SENA regional Valle. Este modelo se aplicará además a las máquinas de producción industrial de la empresa Resortes Hércules de la ciudad de Cali, y a la industria de las cadenas productivas metalme-cánica y petroquímica - plásticos - caucho y fibras sintéticas con el propósito de automatizar los procesos de manera económica y rentable y para el mejoramiento de su capacidad competitiva.

## DURACIÓN DEL PROYECTO

Tres años. En 1999 se inició el proyecto con el desarrollo de actividades de investigación genérica.

## EMPRESA PARTICIPANTE

RESORTES HÉRCULES de la ciudad de Cali

## INDICADORES DE GESTIÓN

E1. Documento escrito sobre

comunicación RS232 y RS485

E2. Tres tarjetas electrónicas elaboradas por microprocesador y su respectivo software por PC

E3. Documento: Tecnología actual de los sensores industriales

E4. Documento: Diagnóstico de la tecnología de control existente en el taller del CDT ASTIN y alternativas para cada uno

E5. Sistema de control programable funcionando, utilizando un PLC en la máquina inyectora ARBURG del taller del CDT ASTIN

E6. Documento: Características y sistemas de programación de los PLC y un diagnóstico particular del PLC de la máquina inyectora ARBURG del taller del CDT ASTIN

E7. Prototipo para el control y supervisión de la máquina inyectora DEMAG, del taller del CDT ASTIN utilizando un software scada lookout con su respectivo Run Time

E8. Documento: Sensores que contienen la caracterización, principios de funcionamiento y aplicación

E9. Documento: Caracterización y procedimientos de aplicación de la

tecnología de buses de campo en máquinas de producción industrial

E10. Prototipo de aplicación de red de bus de campo "PROFIBUS" instalado y funcionando en máquinas del taller de transformación de plásticos del CDT ASTIN

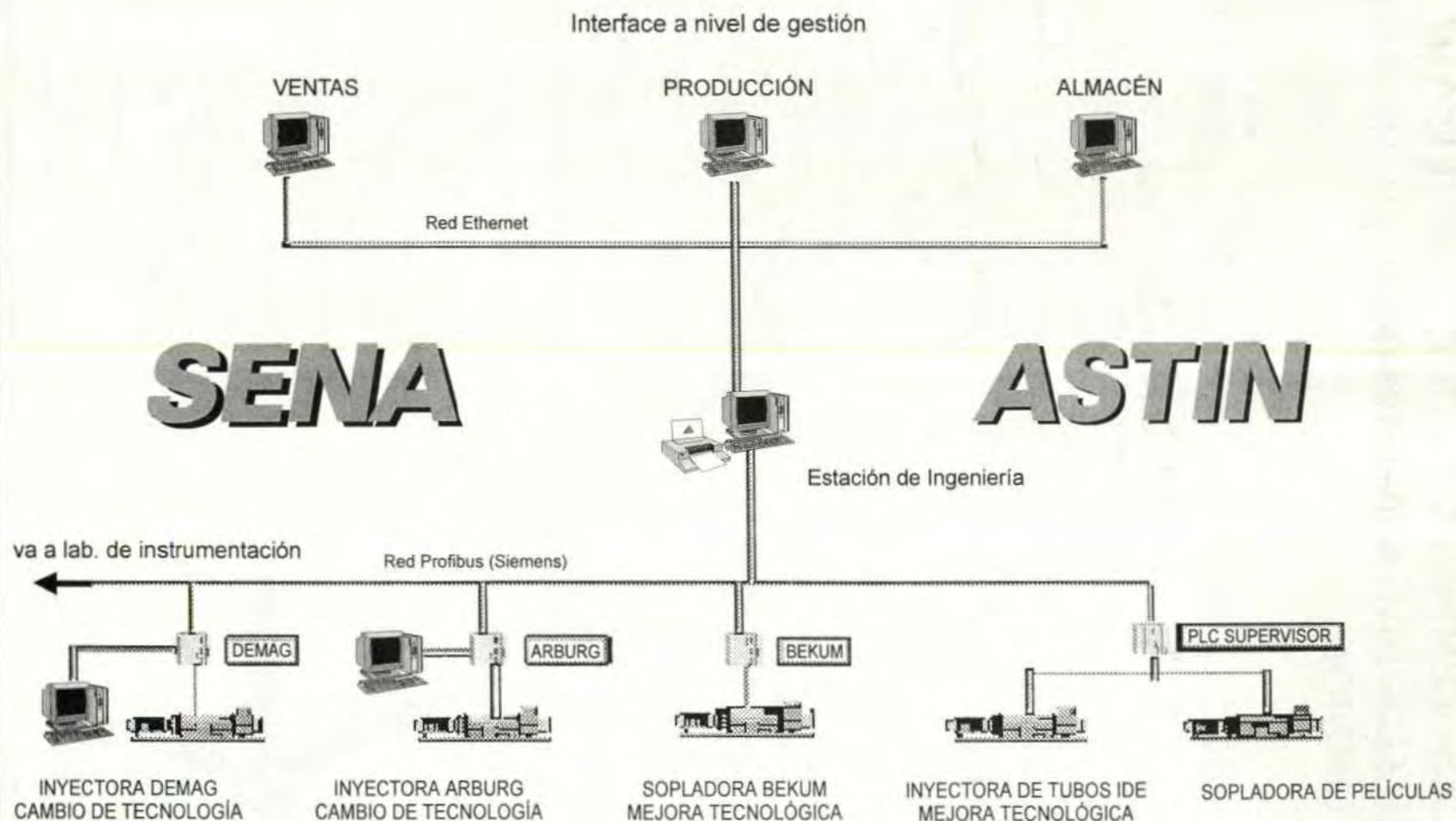
E11. Prototipo de red de comunicación ETHERNET en conexión con la red de bus de campo (PROFIBUS), instalado y funcionando

E12. Prototipo de red de comunicación intercomunicando tres máquinas del taller de producción de la empresa Resortes Hércules

E13. Informe presentado conjuntamente por Resortes Hércules y el CDT ASTIN, que evalúa los resultados y el comportamiento de los prototipos realizados en el proyecto, desde el punto de vista tecnológico, económico y social

E14. Programa de acción de divulgación realizado a seis técnicos y profesionales de Resortes Hércules, 20 instructores del SENA y tres jornadas de divulgación, con visita al CDT ASTIN de 20 empresarios de la ciudad de Cali, para dar a conocer prototipos instalados en el taller de transformación de plásticos y para medir las alternativas de transferencia de estas tecnologías a sus empresas.





# PERFILES TERMOPLÁSTICOS ABIERTOS: REFUERZOS PARA AUMENTAR SU RESISTENCIA A LA TORSIÓN

Por: **BAYER**, Sección de Marketing, Redacción Técnica  
Leverkusen - Alemania

Quien quiere dimensionar piezas funcionales que estarán expuestas a esfuerzos de torsión, necesita un sólido conocimiento de los medios disponibles para obtener la rigidez torsional requerida, especialmente cuando se trata de piezas plásticas. La evaluación de tales medidas es posible obtener empíricamente, mediante el ensayo de modelos funcionales o con el método de elementos finitos. Sin embargo, no todos los proyectistas tienen estas posibilidades, que además, cuestan tiempo y dinero. Por eso elaboramos una ayuda constructiva, que le permite al diseñador estimar, en forma rápida y descomplicada, el efecto de diferentes medidas para reforzar perfiles.

En la figura 1 se presenta un ejemplo de perfiles reforzados.



Figura 1. Base de silla de oficina

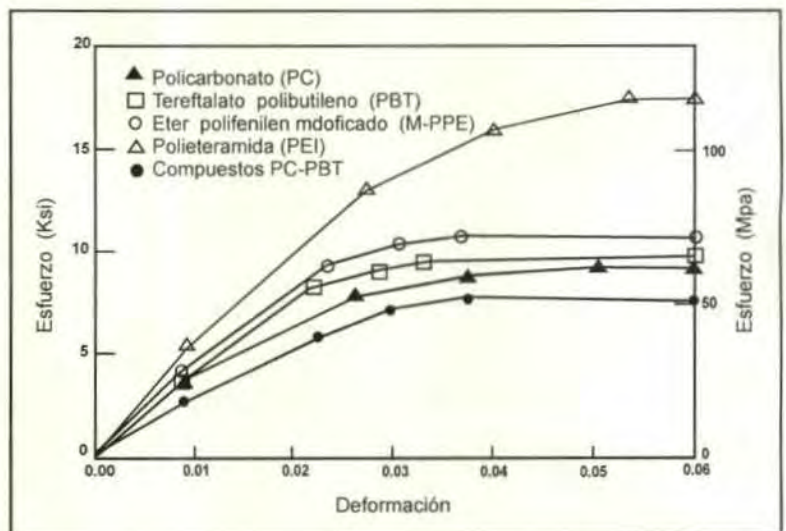


Figura 2. Curva esfuerzo deformación para termoplásticos de ingeniería típicos

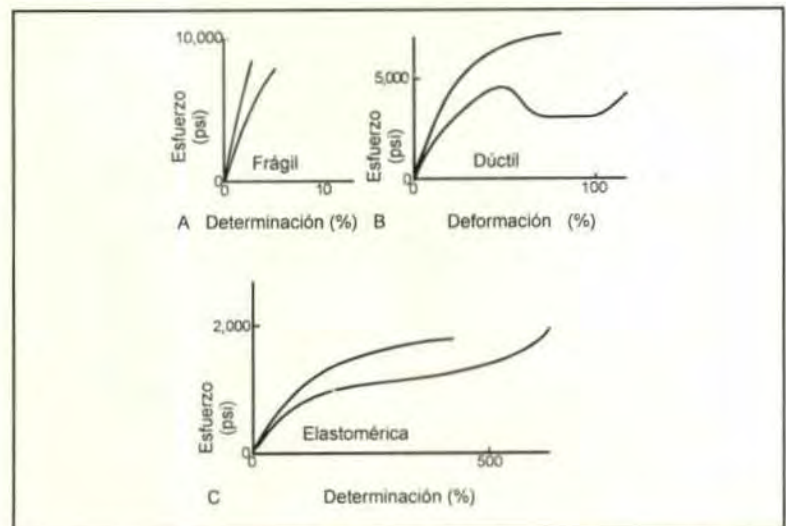


Figura 3. Tipo general de la curva esfuerzo - deformación



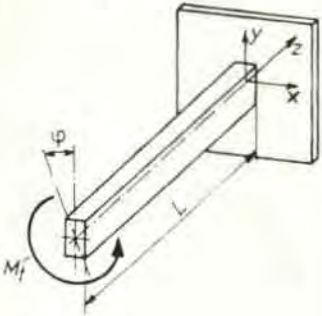
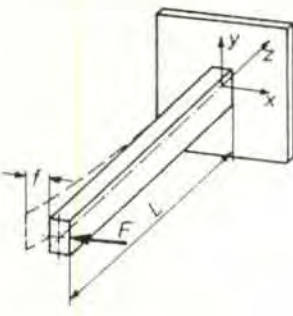
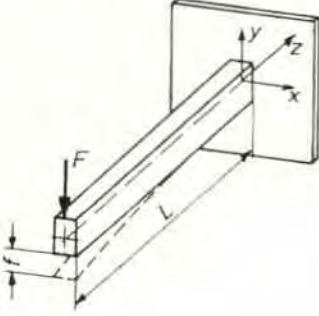
| <p>Torsión (Tz)</p>                                                                                                                                                                                                                               | <p>Flexión horizontal (By)</p>                                                                                                                                        | <p>Flexión vertical (Bx)</p>  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Torsión</p> $\varphi = \frac{180^\circ}{\pi} \cdot \frac{M_t \cdot L}{G \cdot I_p^*}$ <p>Tensión por cizalladura:</p> $\tau = \frac{M_t}{W_p}$                                                                                                                                                                                  | <p>Flexión</p> $f = \frac{F \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I}$ <p>Tensión por flexión:</p> $\sigma = \frac{F \cdot L}{W}$                                                                                                                                  |                                                                                                                  |
| <p>Símbolos:</p> <p>G = módulo de cizalladura</p> <p><math>I_p^*</math> = resistencia a la torsión</p> <p>L = largo del tramo portador</p> <p><math>M_t</math> = momento de torsión</p> <p><math>W_p</math> = resistencia polar</p> <p><math>\varphi</math> = ángulo de torsión</p> <p><math>\tau</math> = tensión por torsión</p> | <p>Símbolos:</p> <p>f = flexión</p> <p>E = módulo de elasticidad</p> <p>F = fuerza de flexión</p> <p>I = momento de inercia</p> <p>L = largo del tramo portador</p> <p>W = momento de resistencia</p> <p><math>\sigma</math> = tensión por flexión</p> |                                                                                                                  |

Tabla 1. Esfuerzos de torsión y flexión y bases para su cálculo analítico

Nuestra ayuda se basa en los resultados de análisis con elementos finitos, que examina el efecto de diferentes esfuerzos sobre la rigidez y la resistencia de perfiles abiertos, bajo esfuerzos de torsión y flexión. Estos resultados son presentados como valores relativos (factores) en una tabla, con sus respectivas figuras.

Con la ayuda de estos factores es posible evaluar la influencia cualitativa y, en forma limitada, cuantitativa sobre la rigidez a la torsión de:

- el tipo de nervadura (diagonal, cruzada, alveolar)
- el ángulo de la nervadura
- el espesor de los nervios
- la geometría del perfil básico (perfil en I, perfil en U)
- las medidas exteriores del perfil (relación alto: ancho).

La manera cómo se utilizan los factores mencionados para estimar la magnitud de la deformación torsional en perfiles similares, se mostrará a continuación mediante un ejemplo.

**Estimación de la deformación por torsión de un perfil nervado:**

Geometría del perfil:  
Perfil en U con nervadura diagonal de 45°

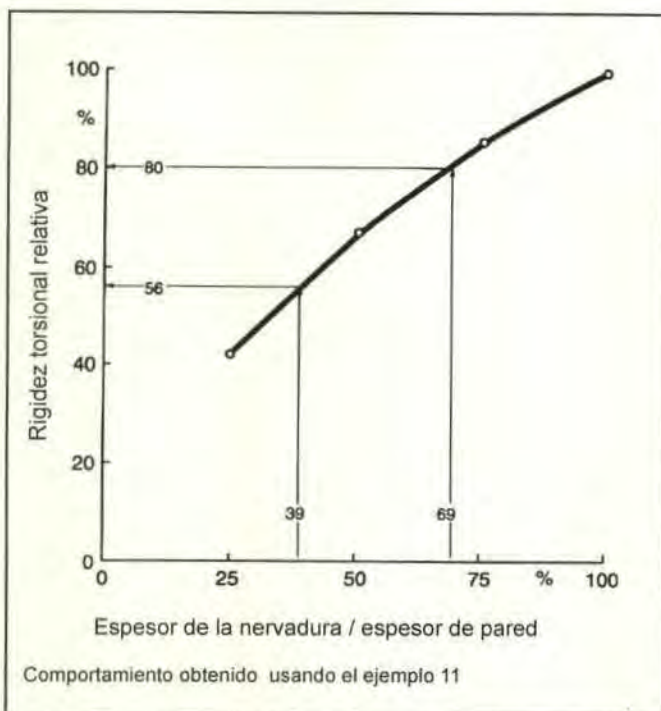


Figura 4. Influencia del grosor de la nervadura en la rigidez torsional (comportamiento tendencial)

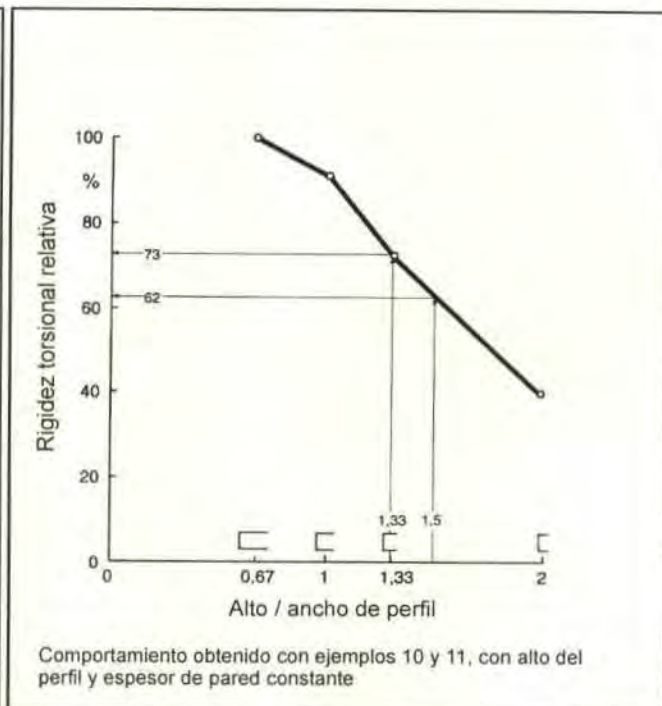


Figura 5. Influencia de las medidas exteriores del perfil en su refuerzo torsional mediante nervadura (comportamiento tendencial)

Esfuerzo:

Momento de torsión de  $M_t = 5 \text{ Nm}$  (ver tabla 1)

Buscado:

Grado de torsión ( $\varphi$ )

Material:

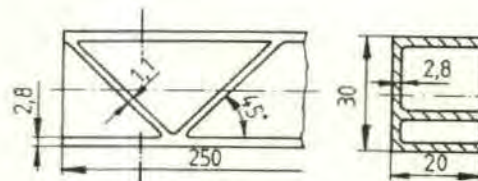
Termoplástico: Durethan BKV 130

Módulo de cizallamiento:

$G = 2200 \text{ N/mm}^2$

Procedimiento:

- Determinación de la resistencia a la torsión polar ( $I_p$ ) del perfil básico (perfil en U sin nervadura) según fórmulas analíticas:  
--->  $I_p^* = 418 \text{ mm}^4$
- Determinación de la torsión del perfil básico, según fórmulas analíticas (ver figura 1)  
--->  $\varphi_0 = 78^\circ$



### 3. Identificación de los factores de refuerzo (K)

#### a. Factor de refuerzo según el tipo de refuerzo ( $K_{VA}$ )

El efecto del tipo de refuerzo puede tomarse del cuadro 4 (factores A de  $T_z$ ). Debe compararse aquí el perfil número 11 con su perfil básico (= perfil número 10)

$$K_{VA} = T_{z11} / T_{z10} = 32 / 1 = 32$$

#### b. Factor de refuerzo según el espesor del nervio ( $K_{RD}$ )

El efecto de la relación espesor del nervio: espesor de pared sobre la rigidez torsional se observa en la figura 4. Para el perfil dado esta relación es de 39% y para el perfil a comparar (número 11) de 69%. El factor de refuerzo  $K_{RD}$  es determinado con la ayuda de los correspondientes valores de rigidez a la torsión de aproximadamente 56% y 80%  
 $K_{RD} = 56 / 80 = 0,70$

#### c. Factor de refuerzo según las medidas exteriores del perfil ( $K_{PA}$ )



La influencia de las medidas exteriores (alto: ancho) del perfil sobre su rigidez a la torsión está representada en la figura 5. Para el perfil dado la relación alto: ancho es de 1,5 y la del perfil de referencia (número 11) de 1,33. La relación de los correspondientes valores de rigidez a la torsión de unos 62% y 73% permite determinar el factor de refuerzo buscado.

$$K_{PA} = 62/73 = 0,85$$

4. Determinación de la torsión previsible ( $\varphi$ )

$$\varphi = \varphi / K_{VA} \cdot K_{RD} \cdot K_{PA}$$

$$\varphi = 78^{\circ} / (32 \times 0,70 \times 0,85) = 4,1^{\circ}$$

(según cálculo con elementos finitos  $\varphi = 4,6^{\circ}$ )

Observación:

La validez de este procedimiento se limita a geometrías similares (relación alto: ancho: espesor). Todos los valores presentados consideran exclusivamente las condiciones geométricas. Los efectos del proceso

de transformación (orientaciones, líneas de soldadura, rechupes, etc.) requieren de algunos factores de modificación según criterios propios.

Reproducido de:

BAYER Geschäftsbereich Kunststoffe. -- Torsionsversteifungsmassnahmen. Vergleich von Massnahmen zur Torsionsversteifung von offenen Profilen.

Konstruktionshilfe zur Abschätzung der Verformung und der Belastbarkeit

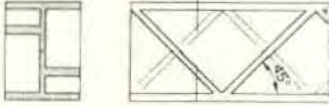
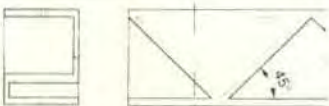
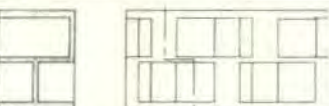
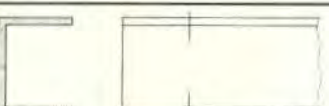
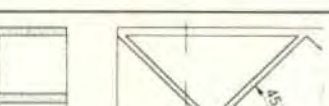
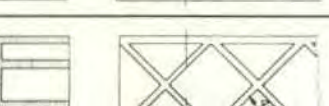
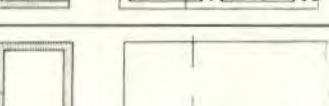
Cálculo comparativo de rigidez y resistencia de perfiles de diferentes geometrías

| Perfil | Forma del perfil |   | Factores de comparación |     |     |             |     |     | Índice de calidad |
|--------|------------------|---|-------------------------|-----|-----|-------------|-----|-----|-------------------|
|        |                  |   | Rigidez                 |     |     | Resistencia |     |     |                   |
|        |                  |   | Tz                      | By  | Bx  | Tz          | By  | Bx  |                   |
| 1      |                  |   | 1                       | 1.0 | 1.0 | 1.0         | 1.0 | 1.0 | XII.              |
| 2      |                  | A | 8                       | 1.1 | 1.1 | 1.6         | 1.2 | 1.1 | XI.               |
|        |                  | B | 7                       | 0.9 | 0.9 | 1.3         | 1.0 | 0.9 |                   |
| 3      |                  | A | 13                      | 1.0 | 1.1 | 2.1         | 1.1 | 1.1 | X                 |
|        |                  | B | 10                      | 0.8 | 0.9 | 1.6         | 0.8 | 0.9 |                   |
| 4      |                  | A | 15                      | 1.0 | 1.1 | 2.5         | 1.0 | 1.0 | IX.               |
|        |                  | B | 11                      | 0.7 | 0.8 | 1.8         | 0.7 | 0.7 |                   |
| 5      |                  | A | 28                      | 1.1 | 1.1 | 4.7         | 1.1 | 1.1 | V.                |
|        |                  | B | 18                      | 0.7 | 0.7 | 3.0         | 0.7 | 0.7 |                   |
| 6      |                  | A | 13                      | 1.0 | 0.8 | 2.1         | 1.1 | 0.8 | VI.               |
|        |                  | B | 14                      | 1.1 | 0.9 | 2.3         | 1.2 | 0.9 |                   |

Continúa ...



Continuación ...

| Cálculo comparativo de rigidez y resistencia de perfiles de diferentes geometrías                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                     |   |    |                         |     |      |             |     |       |                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---|----|-------------------------|-----|------|-------------|-----|-------|-------------------|
| Perfil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Forma del perfil                                                                    |   |    | Factores de comparación |     |      |             |     |       | Índice de calidad |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                     |   |    | Rigidez                 |     |      | Resistencia |     |       |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                     |   |    | Tz                      | By  | Bx   | Tz          | By  | Bx    |                   |
| 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    | A | 14 | 1.0                     | 1.0 | 2.1  | 0.9         | 1.0 | VIII. |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                     | B | 12 | 0.9                     | 0.9 | 1.8  | 0.8         | 0.9 |       |                   |
| 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    | A | 35 | 1.7                     | 1.0 | 6.6  | 1.4         | 1.0 | III.  |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                     | B | 27 | 1.3                     | 0.8 | 5.1  | 1.1         | 0.5 |       |                   |
| 9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    | A | 16 | 2.6                     | 1.1 | 4.1  | 1.7         | 0.6 | VII.  |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                     | B | 12 | 2.0                     | 0.9 | 3.2  | 1.3         | 0.5 |       |                   |
| 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   | A | 1  | 1.9                     | 1.0 | 1.0  | 1.4         | 1.0 | XIII. |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                     | B | 1  | 1.9                     | 1.0 | 1.0  | 1.4         | 1.0 |       |                   |
| 11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | A | 32 | 2.0                     | 1.0 | 3.3  | 1.5         | 1.0 | IV.   |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                     | B | 25 | 1.6                     | 0.8 | 2.6  | 1.2         | 0.8 |       |                   |
| 12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | A | 54 | 2.0                     | 1.0 | 6.6  | 1.6         | 1.1 | II.   |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                     | B | 35 | 1.3                     | 0.7 | 4.2  | 1.0         | 0.7 |       |                   |
| 13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | A | 73 | 3.7                     | 1.1 | 13.5 | 3.8         | 1.1 | I.    |                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                     | B | 54 | 2.7                     | 0.8 | 10.0 | 2.8         | 0.8 |       |                   |
| <div><div><div>Rigidez: resistencia a la deformación</div><div>Resistencia: sollicitación hasta la rotura</div><div>Factores A: con referencia al perfil 1</div><div>Factores B: como A, referido al volumen</div></div><div>Todos los valores consideran sólo las geometrías<br/>Índice de calidad: orden de la rigidez torsional específica<br/>(factores B de Tz)</div></div> |                                                                                     |   |    |                         |     |      |             |     |       |                   |

von torsionsve-stärkten Profilen =  
Refuerzos en perfiles termoplásticos  
abiertos para aumentar su rigidez a la  
torsión.

**Traducido para el Informador  
Técnico, por la señora Ilse  
Koenig de Laverde, instructora  
CDT ASTIN.**

**BAYER AG  
Leverkusen, Alemania  
Anwendungstechnische  
Information ATI 786**

Anwendungstechnische Information  
ATI 786, Leverkusen 1992





# MOLDES ELECTROFORMADOS PARA LA INDUSTRIA DE LOS PLÁSTICOS

Por: **GALVANOFORM,**  
Lahr - Alemania

## Aplicaciones de la galvanoplastia

Partiendo de desarrollos tecnológicos de los años 50, la galvanoplastia cuenta hoy entre los métodos clásicos para la fabricación de moldes, en todas las áreas de la transformación de los plásticos. Ofrece amplias posibilidades para diseñadores y constructores de moldes, acelerando con ello la introducción de nuevos productos. Eleva además la calidad y la economía de los artículos plásticos, especialmente en las siguientes aplicaciones:

- moldes de inyección y de soplado
- moldes para la inyección por rotación de PVC, PA, PE y policarbonato
- la transformación de plásticos reforzados con fibra de vidrio
- moldes de compresión para la fabricación de dientes postizos
- plantillas de pintura con gran exactitud de ajuste
- moldes de gran tamaño para piezas de resinas epóxicas y de poliéster insaturado, que se usan en la construcción de aviones y automóviles
- la transformación de espumados de PUR

- matrices para el proceso de moldeo slush
- artículos técnicos, por ejemplo componentes para naves espaciales
- y electrodos para el electroerosionado.

## El principio de la galvanoplastia

Entre las diversas tecnologías para

fabricar moldes de precisión, la galvanoplastia ocupa un lugar especial, pues en el electromoldeo se deposita níquel y cobre a modelos positivos, sin producir contracción. Siempre que se disponga de los correspondientes modelos positivos, es posible fabricar moldes prácticamente en todos los tamaños, de cualquier contorno, con la superficie deseada y con absoluta estabilidad dimensional.

La figura 1 ilustra la fabricación por galvanoplastia del inserto para un

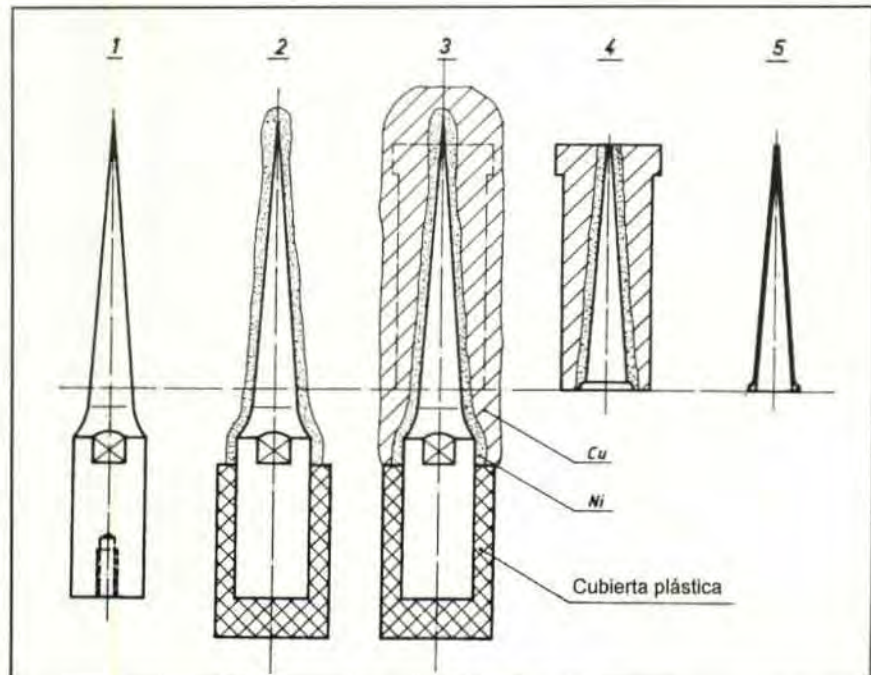


Figura 1. Galvanoplastia del inserto para un molde de inyección



molde de inyección (producto: micropipetas).

1. Modelo positivo de acero V2a
2. Capa de níquel (espesor de pared: 2 – 4 mm)
3. Refuerzo de cobre duro (según geometría de la superficie 5 – 20 mm o más)
4. Inserto para el molde de inyección listo para el montaje (después de las operaciones de acabado y de separación del modelo positivo)
5. La pieza a elaborar (micropipeta).

**Materiales para moldes / matrices electroformados – valores y propiedades tecnológicas**

Los materiales que más se aplican son, por orden de frecuencia, cobalto de níquel duro, cobre duro, níquel de sulfamato y cobre dulce.

**Níquel duro**

Dureza:

HRc = 47 – 51 = 4500 – 5400 N/mm<sup>2</sup>

Resistencia a la tracción:

1400 N/mm<sup>2</sup>

Máxima estabilidad térmica: hasta 310 °C

**Cobre duro**

Dureza:

H<sub>B</sub> 2000 – 2200 N/mm<sup>2</sup> (equivalente a un acero con  $\delta_B = 600 - 800 \text{ N/mm}^2$ )

Máxima estabilidad térmica: 300 °C

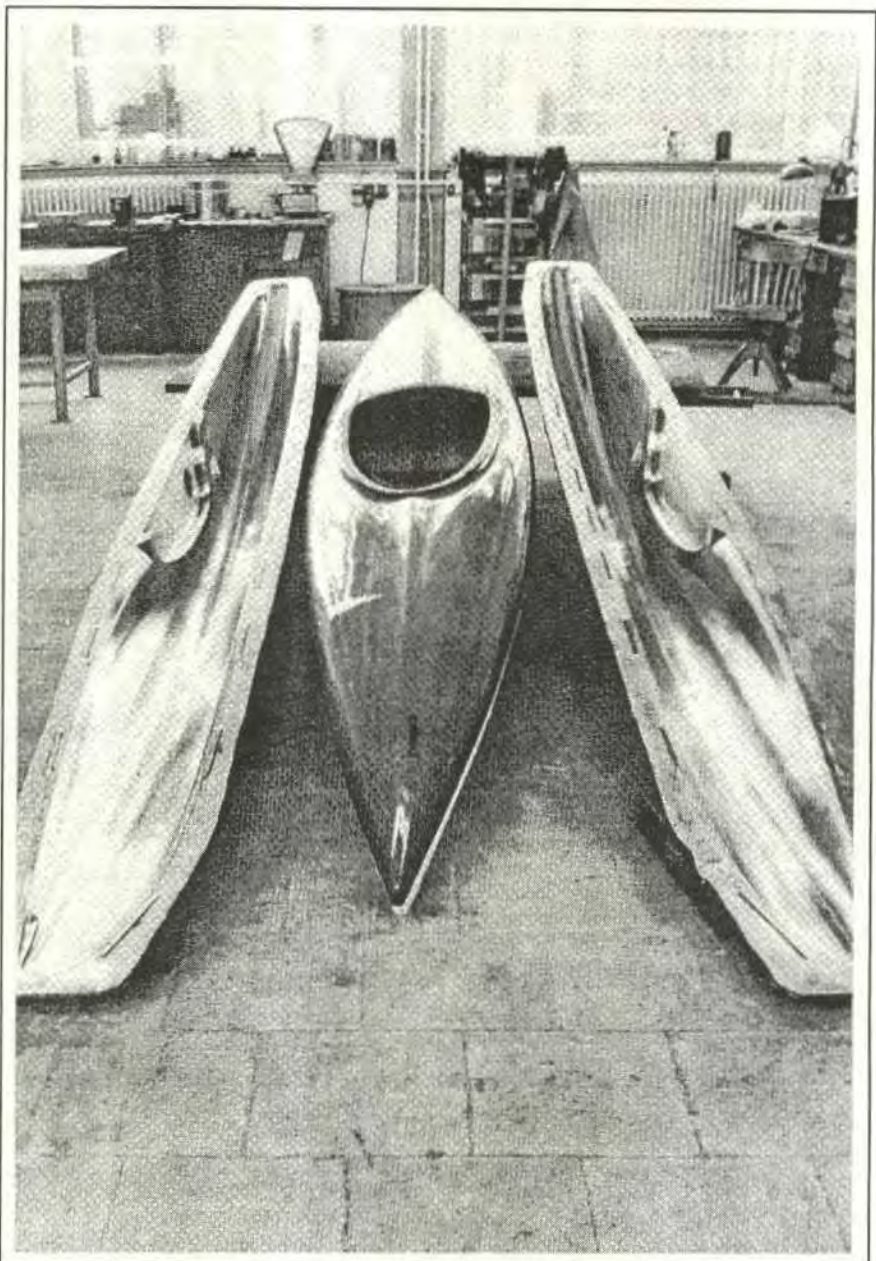
**Níquel de sulfamato**

Soldable

Los dos tipos de níquel, el duro y el de sulfamato, se caracterizan por buena resistencia a la corrosión y al desgaste y por estructuras dúctiles y de grano fino.

**Cobre dulce**

Soldable



**Figura 2.** Molde de inyección por rotación para un cano (kayac) de 4.600 mm de longitud.

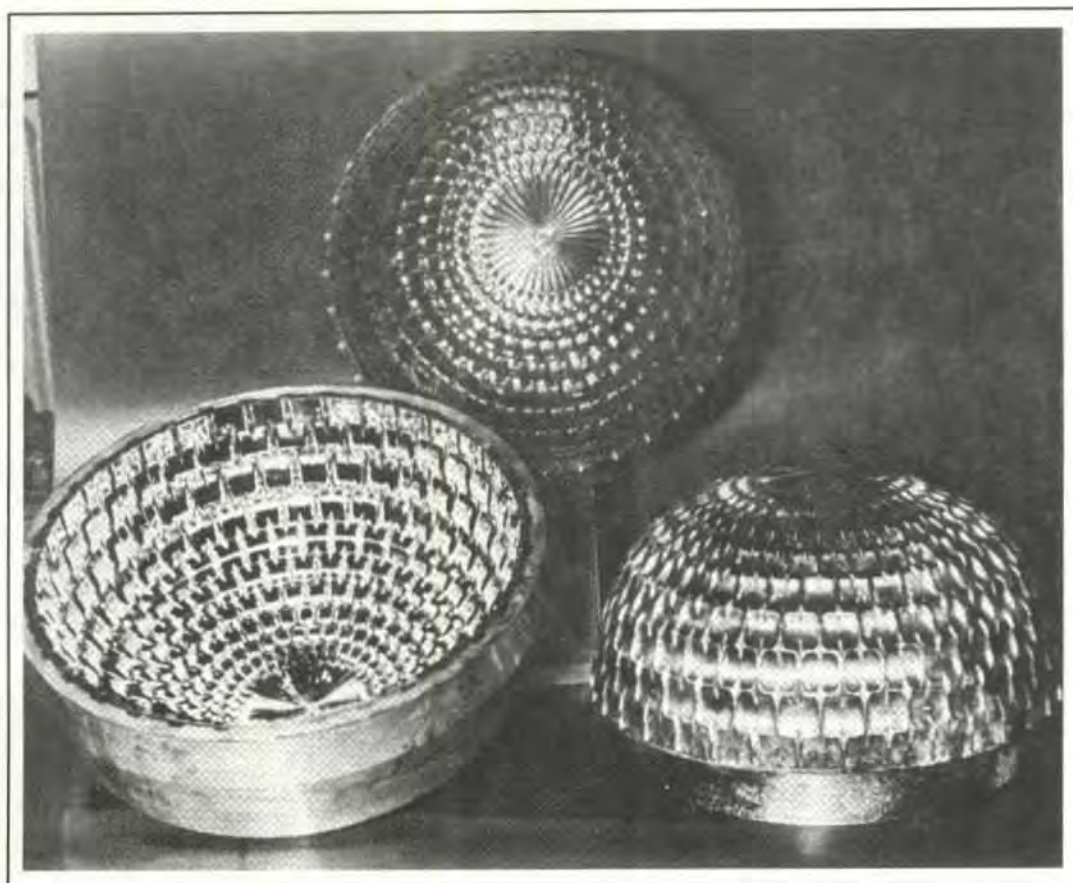
La buena conductividad térmica de los dos tipos de cobre produce un intenso enfriamiento.

**Rentabilidad de los moldes electroformados**

Las ventajas económicas en el uso de moldes formados por

electrodeposición se hacen evidentes en los casos donde contornos y superficies sólo podrían ser elaborados en moldes de acero, con gran inversión de tiempo y tecnología. En cambio, los modelos positivos que se requiere en la galvanoplastia para construcción de moldes, son a menudo más fáciles y económicos de fabricar.





*Figura 3. Inserto galvánico para un molde de inyección. A la derecha: el modelo positivo con efecto de cristal, arriba la pieza inyectada.*

La construcción de moldes por galvanoplastia reduce además los costos del molde. En comparación con moldes contruidos en otros materiales presenta una vida útil igual o mayor, permitiendo a menudo ciclos más cortos, al tiempo que proporciona superficies de mejor calidad y una mayor exactitud dimensional.

Podríamos resumir las ventajas de la galvanoplastia así:

- gran exactitud dimensional y alta calidad de superficies, puesto que la fabricación de los modelos permite un minucioso control.
- se evita la deformación de temple.
- excelente resistencia de la capa

de níquel a la corrosión por materiales plásticos agresivos.

- rápidos ciclos de inyección, debido a la buena disipación del calor a través de la capa de cobre.
- posibilidad de fabricar insertos para moldes, idénticos hasta en los más mínimos detalles, a partir de un modelo metálico.
- y reducción del tiempo de mecanización del molde.

#### **Requerimientos para los modelos positivos**

Requisito indispensable para la fabricación de moldes galvanoplásticos

es la correcta construcción de los modelos y la selección del material apropiado, porque la calidad superficial y exactitud dimensional determina en forma decisiva la calidad de los moldes galvánicos.

(La firma alemana Galvanoform ofrece asistencia técnica a los talleres de matricería que desean iniciarse en la fabricación de modelos, resinas de colada, y en la reproducción de modelos).

Antes de empezar con la fabricación de un modelo, hay que considerar los siguientes requerimientos:

1. Debe calcularse la contracción del plástico que se va a transformar



2. Debe determinarse la calidad de la superficie y las tolerancias de medida según especificación en el dibujo del artículo

3. Debe seleccionarse el material para el modelo.

Se pueden usar materiales conductivos y no conductivos; los más usuales son:

- Latón agrio, con 58 – 62% de cobre
- Acero inoxidable
- Acero para herramientas
- Plexiglas, resina epóxica y de poliéster
- PVC y otros plásticos, con estabilidad dimensional mínima hasta de 60 °C

- En casos excepcionales piezas moldeadas por inyección.

Al escoger el material, hay que tener en cuenta, que con modelos metálicos se producen insertos de mejores superficies y mayor exactitud dimensional, que pueden ser utilizados varias veces para la elaboración de moldes totalmente idénticos.

Los modelos plásticos sirven especialmente para piezas con destalonados y de difícil desmoldeo, como por ejemplo el plexiglás que se usa para modelar roscas, ruedas helicoidales y elementos similares con diámetros hasta de 15 mm.

Las resinas de colada son usadas en la reproducción de modelos, grandes o donde sea necesario fabricar modelos maestros en materiales que, como la madera, el yeso o el cuero, son inestables en el baño de galvanizado. En este caso, la capa

que cubre los modelos debe ser de una resina no porosa, de color oscuro. Se recomienda la resina SV 410, coloreada con pasta DW07 y cargada (por una cara) con resina de colada CW 2215 (productor Ciba Geigy, Wehr) o productos equivalentes de otros proveedores. Bajo ningún concepto puede usarse resinas de colada con carga metálica, porque cargas de aluminio o hierro interfieren en la conformación galvánica.

### Ejecución de los modelos

A continuación, se especifican los requerimientos a cumplir:

#### a. Modelos para la fabricación de insertos redondos:

Figura 4. / a-d

1. Siguiendo el contorno de la pieza, aumento por  $v = 5 \text{ mm}$

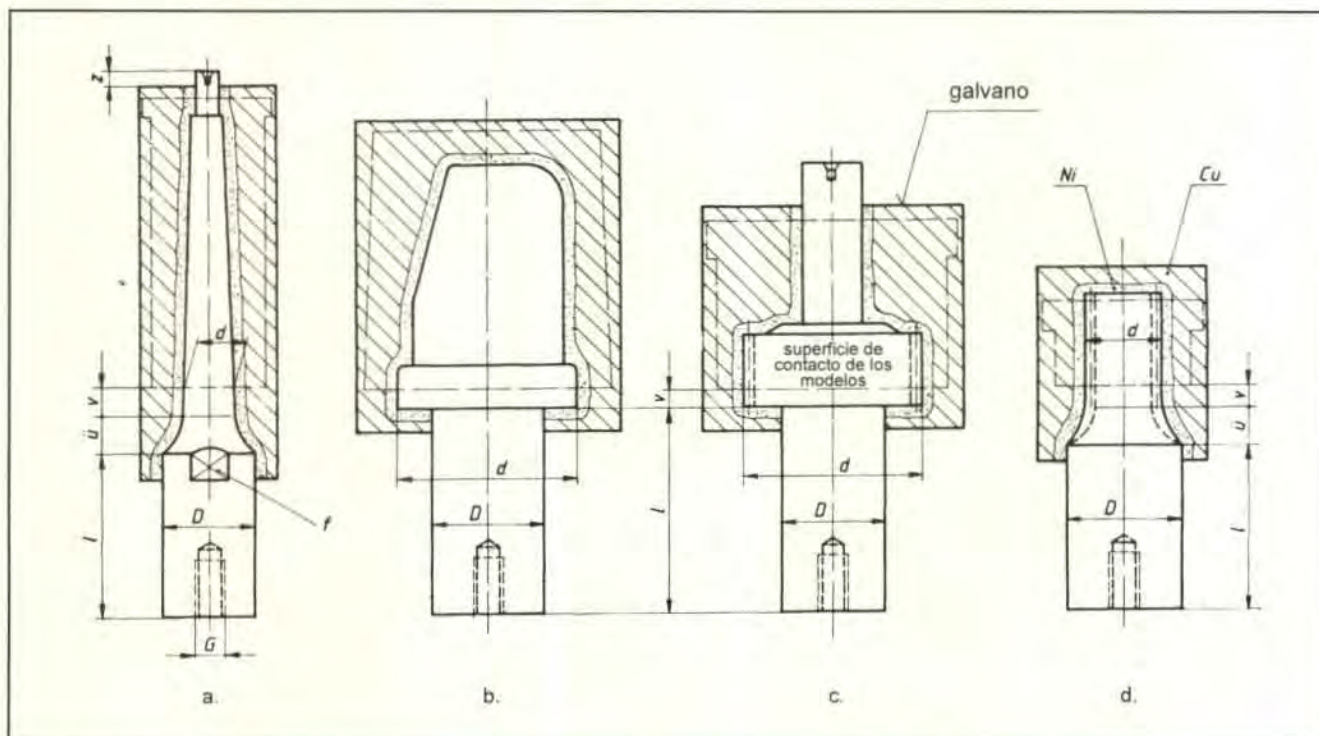


Figura 4. Modelos para insertos redondos



2. Zona de transición redondeada "ü" entre modelo y vástago de sujeción
3. El vástago "D" sirve para la sujeción y el ajuste durante el acabado y debe tener las dimensiones necesarias para estas funciones. La longitud "l" ha de medir entre 40 y 80 mm, según el tamaño del modelo
4. En insertos electroformados con perforaciones (4/1 y 3), el vástago requiere de un alargamiento "z" de mínimo 8 mm y una perforación con broca centro.
5. El vástago de sujeción necesita un agujero para rosca interior "G" M5 x 15 mm de profundidad.

v = aumento

d = diámetro nominal

D = diámetro del vástago

ü = zona de transición entre modelo y vástago

z = alargamiento del vástago

l = longitud del vástago

G = perforación para rosca

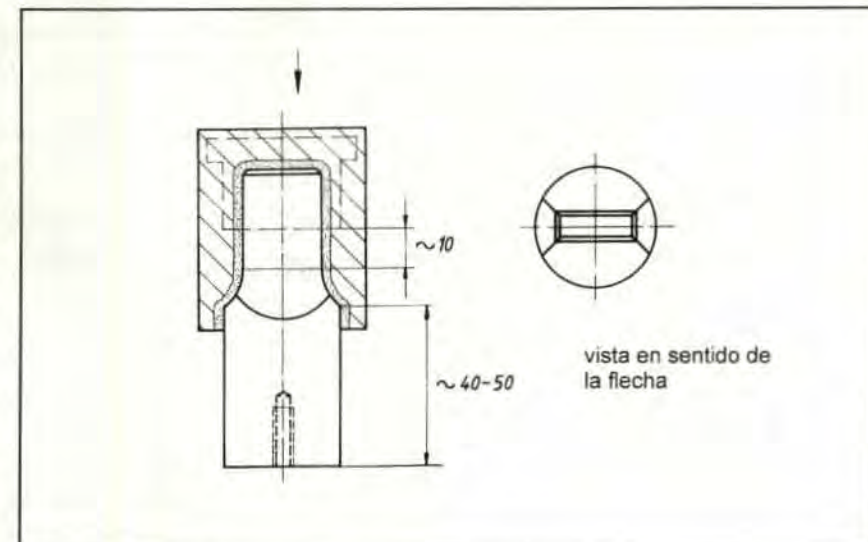


Figura 5. Modelo especial para teclas / pulsadores

f = superficie de arrastre

#### b. Modelos para la fabricación de insertos rectangulares Figuras 6-7

1. Siguiendo el contorno de la pieza, aumento "v" = mínimo 5 mm

2. Los modelos con longitud  $L \geq 60$  mm requieren de una ranura alrededor de la superficie de referencia.

3. La altura mínima del modelo "h" debe ser de 30 mm. Para  $L \geq 100$  mm hay que elegir una altura según el diagrama de la figura 8

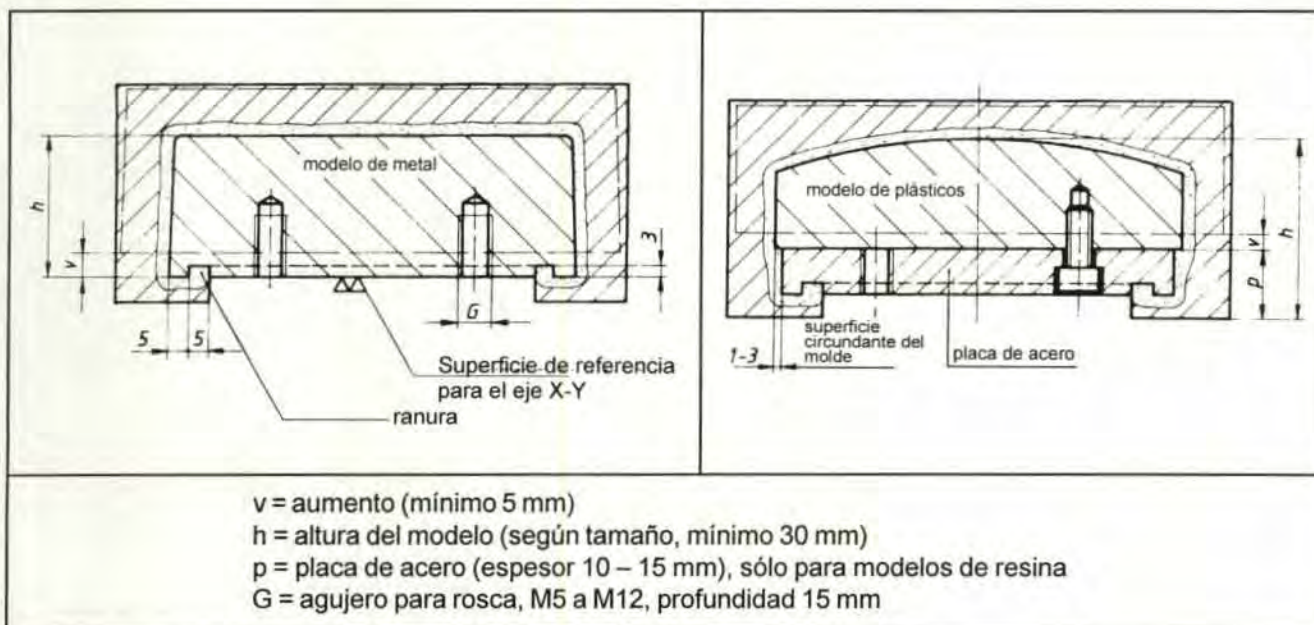


Figura 6. Modelo metálico

Figura 7. Modelo de resina



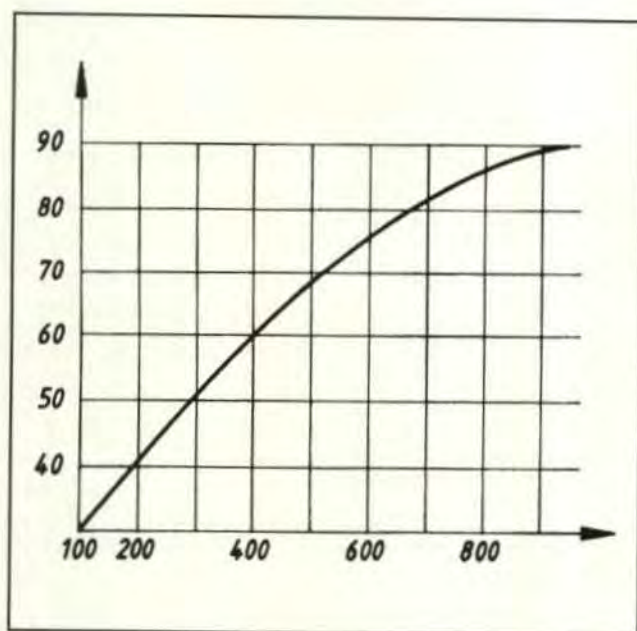


Figura 8. Diagrama : altura del modelo en función de su longitud (en mm)

(Para modelos con  $L \geq 800$  mm, consultar a la firma Galvanoform GmbH)

- Modelos de resina plástica requieren de una placa de acero paralela "p" de 10 mm de espesor (ver figura 7)
- La superficie de referencia necesita perforaciones roscadas, según el tamaño del modelo.

### Modelos especiales

La reproducción de nervaduras o vástagos delgados presenta dificultades, cuando  $t > b$ , o cuando las nervaduras deben tener contacto con el núcleo. Se puede superar estos problemas, insertando trozos de acero bonificado o templado en los modelos que, provistos de destalonamientos, se fijan en el galvano.

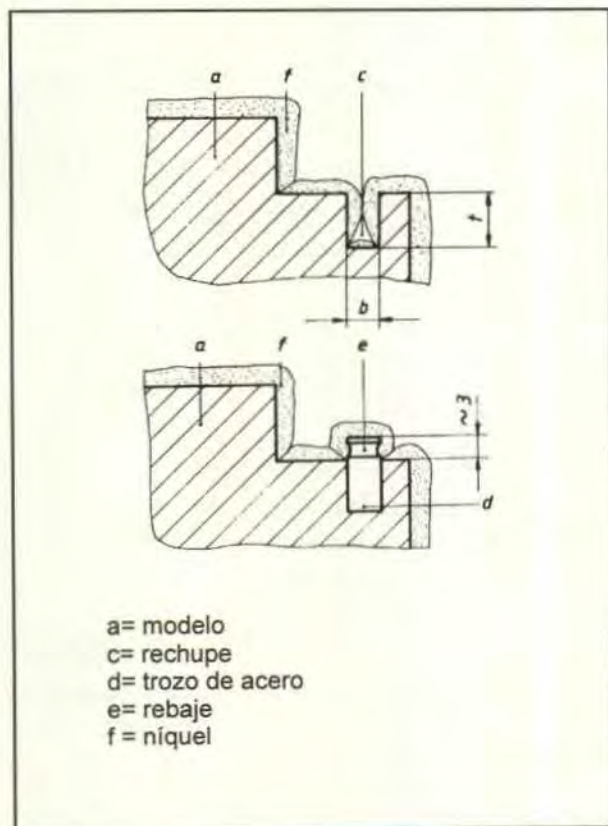


Figura 9. Modelo con trozos de acero

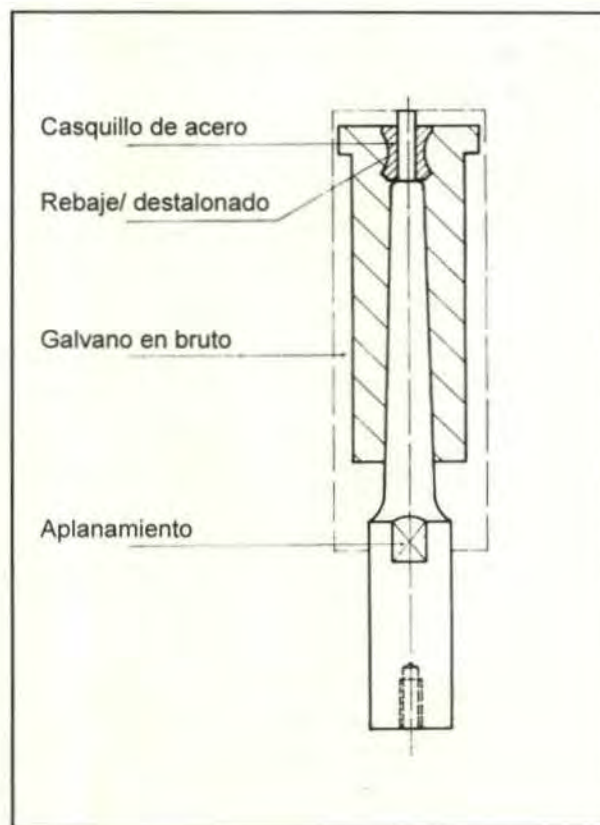


Figura 10. Modelo con casquillo de acero



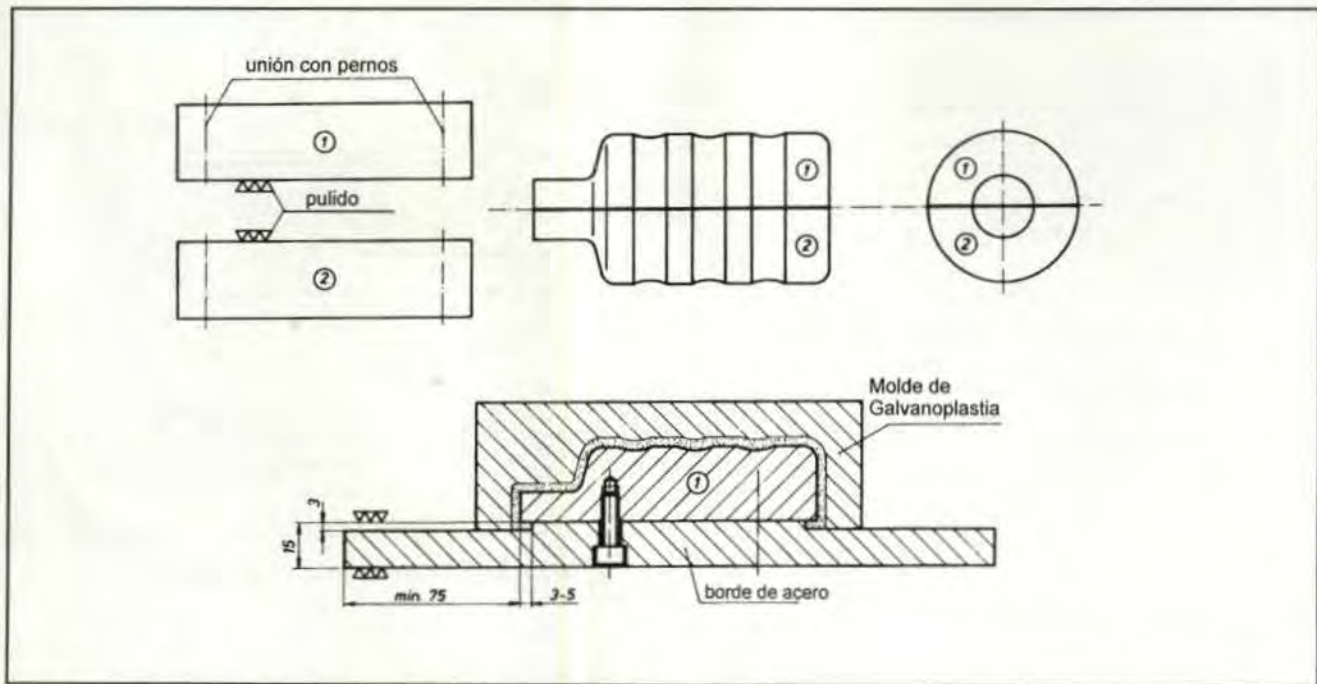


Figura 11. Principio de la fabricación de modelos para moldes partidos

Como guía para los núcleos pueden montarse sobre los modelos casquillos de acero templado (con rebaje), que se fijan en el casquillo del molde mediante galvanoplastia.

Modelos cilíndricos o con nervaduras delgadas necesitan un aplanamiento en el vástago para permitir la absorción del momento de giro durante el mecanizado y la extracción del modelo positivo.

Los modelos para moldes partidos se elaboran en tres pasos:

1. Las placas de metal o plástico son mecanizadas y enclavijadas
2. Se elabora el contorno del molde conjuntamente para las dos partes
3. Se monta parte 1 y 2 cada una sobre una cara de la placa de acero, dejando los bordes de metal 1 mm menor que los modelos, a lo largo del contorno, excepto por los lados frontales.

### Sugerencias para el matricero

#### a. Trabajos de mecanizado

Los parámetros de corte para el mecanizado simultáneo de níquel y cobre en la superficie de separación son los siguientes:

### Herramientas:

Torneado: cuchillas de torno de metal duro P30

Fresado: fresas de mango (diámetro: 20 mm) de aleación con cobalto

Velocidad máxima de corte:  $v$

$v = 10 \text{ mm/min}$

Velocidad máxima de

avance:  $s = 100 \text{ mm/min}$

Profundidad máxima de

corte: 3 mm

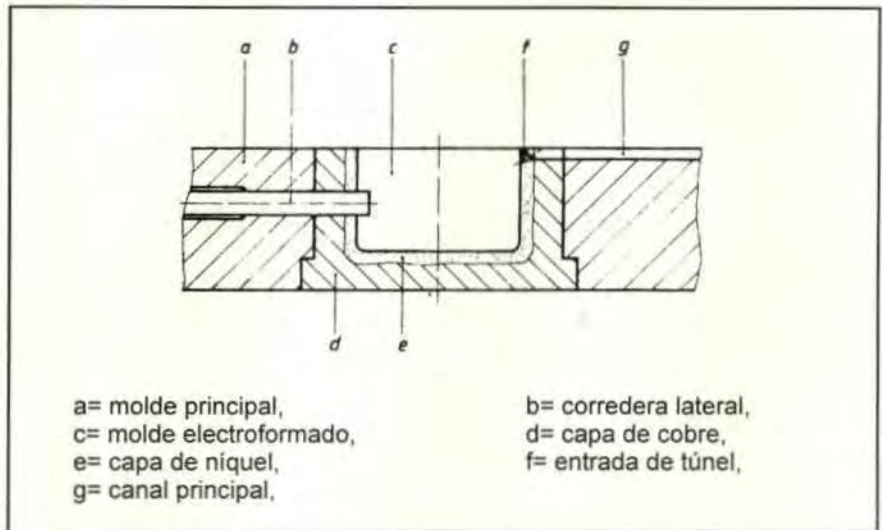


Figura 12. Movimientos del fresado



**b. Recomendaciones generales**

1. Para obtener moldes electroformados de larga vida útil, es necesario incorporar posteriormente canales de inyección (bebederos) y perforaciones para corredera y expulsores.
2. Es posible erosionar moldes fabricados por galvanoplastia con electrodos de carbón o cobre.
3. Moldes partidos con superficies de separación onduladas pueden ser corregidos mediante erosionado de retoque.
4. Moldes electroformados defectuosos no pueden ser soldados (temperatura máxima 300 °C). Eventuales reparaciones deben realizarse con métodos galvanoplásticos.
5. Condición básica para todo tipo de montaje es que los moldes electroformados deben ser ajustados sin juego, para que la presión de inyección sea absorbida por el molde principal.



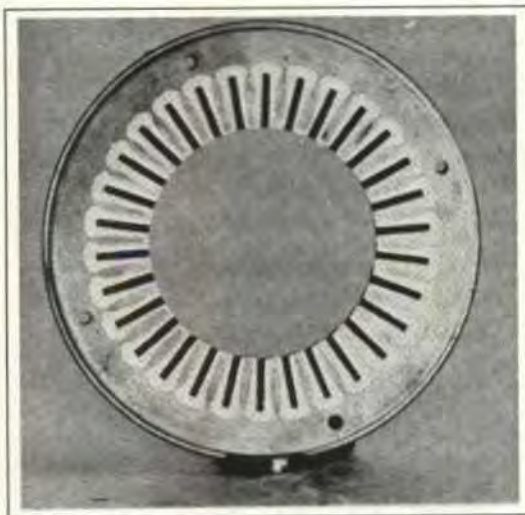
**Figura 13.** Molde fabricado por galvanoplastia con perforación para la corredera y canal de inyección

**Aplicaciones típicas de moldes fabricados por galvanoplastia**

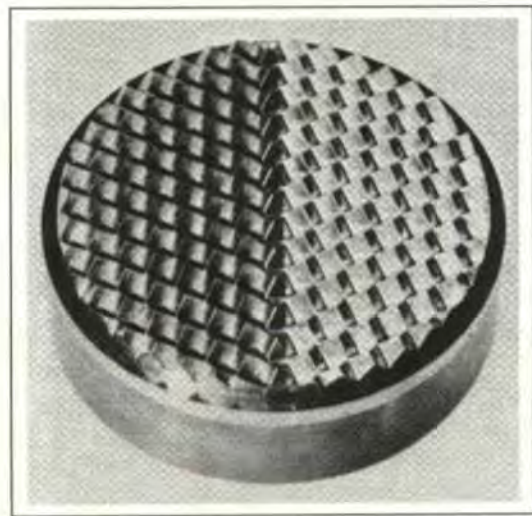
**a. Insertos para moldes de inyección**

A continuación se nombran algunos del gran número de productos que pueden fabricarse usando insertos elaborados por galvanoplastia en moldes de inyección:

- Ruedas dentadas, ruedas cónicas, dentados inclinados y tornillos sin fin.
- Piezas con letras en bajo relieve, como escalas, rotuladores, tableros y teclas.



**Figura 14.**



**Figura 15.**





Figura 16.

Las figuras 14 a 16 muestran diferentes insertos obtenidos por galvanoplastia para moldes de inyección, destinados a la fabricación de componentes técnicos.



Figura 17. Matriz galvánica de níquel de sulfamato parcialmente reforzada por cobre

- Artículos con superficies en relieve, por ejemplo estructuras de cristal.
- Artículos que deben presentar superficies exactas de madera o cuero, imposibles de obtenerse con técnicas modernas de grabado.
- Partes delgadas, largas, simétricas o asimétricas, como bolígrafos, capas, casquillos, puntas de pipetas.
- Rodetes de ventiladores, caperuzas, partes de maletas en las más diversas dimensiones.
- Figuras plásticas con líneas irregulares de separación.
- Reflectores y luces traseras de automóviles.

#### b. Moldes de vacío para la industria del caucho

La figura 17 muestra una matriz galvánica de níquel de sulfamato, parcialmente reforzada por cobre, para la fabricación de consolas para automóviles. Este molde transforma fieltro de caucho virgen en piezas de revestimiento, reproduciendo a la vez el diseño de su superficie. Una particularidad es la cámara de vacío, que se obtiene uniendo por soldadura un cuerpo de chapa con la cáscara de níquel y cobre.

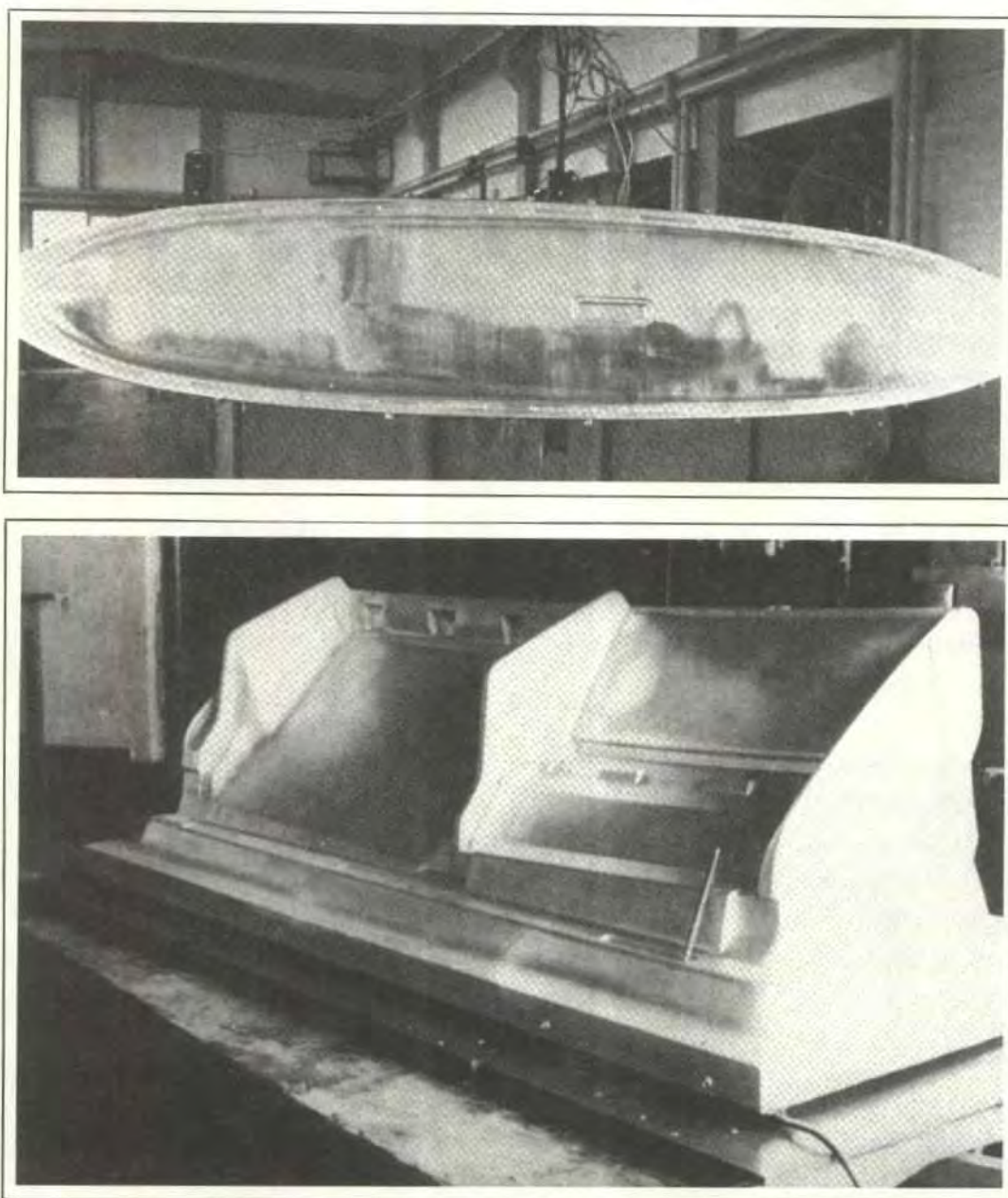
#### c. Moldes para procesos rotativos

Para la fabricación de cuerpos huecos de PVC, PA o PE se usan moldes electroformados de paredes delgadas, que constan de una capa de níquel de 1 mm de espesor y una capa de cobre de hasta 5 mm, según aplicación. Para su montaje en la máquina, los moldes están provistos de bridas de sujeción, incorporadas por galvanizado o por un procedimiento especial de soldadura amarilla. Las bridas para moldes grandes son fabricadas por galvanoplastia. Ejemplos típicos de aplicación son muñecas y partes de juguetes, tableros y descansabrazos para autos, sillas, botes, surfidores a vela y otros.

#### d. Moldes para la fabricación de piezas reforzadas con fibra de vidrio

Para series menores, se usan por lo general moldes de resinas epóxicas o de poliéster insaturado, con las desventajas conocidas. Pero series más grandes requieren de moldes de vida útil prolongada y calidad de superficies constante. En este caso, los moldes





*Figura 18. Modelo de doble cara, de un surfidor a vela preparado para la galvanoplastia de los dos semimoldes.*

elaborados por galvanoplastia son definitivamente ventajosos.

Para el moldeo en frío, las cáscaras del molde (1–2mm de níquel, 2–5mm de cobre) son fabricadas con base en modelos de resina de colada. Antes de separarlos de los modelos, los

moldes son forrados con resina de poliéster insaturado, procedimiento que permite incorporar bulones de guía, serpentinas de atemperado y otros elementos. Se obtiene un molde económico con superficies de alta calidad y elevada resistencia al desgaste y la corrosión, sin

desaprovechar del todo las ventajas de un molde de resina UP.

La figura 19 presenta una matriz para el moldeo de una pieza de plástico reforzado con fibra de vidrio.



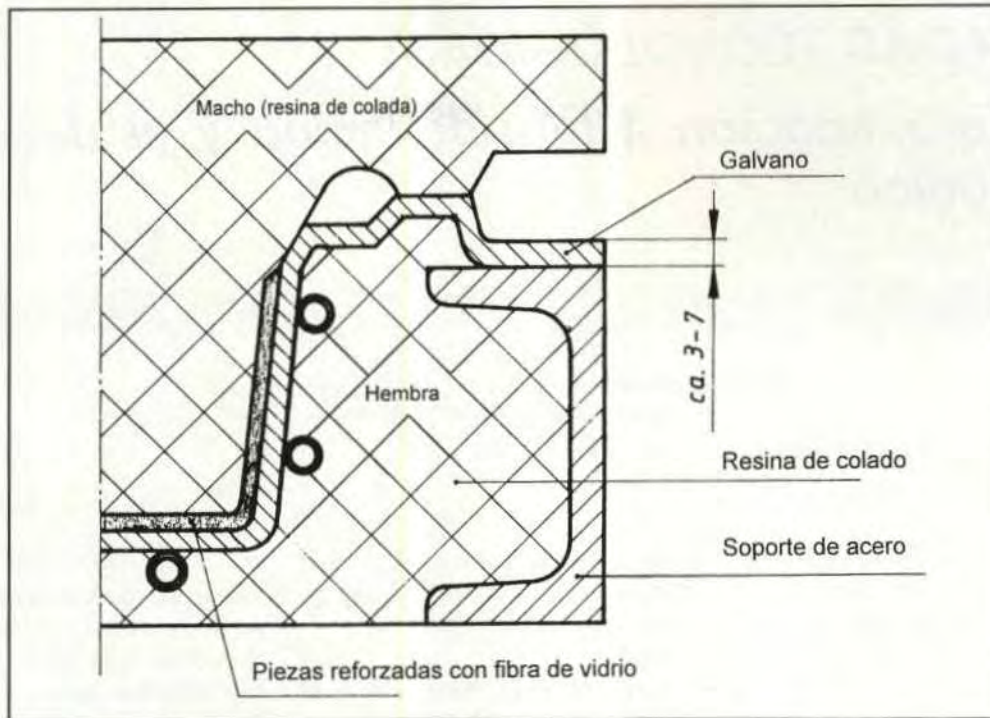


Figura 19. Matriz para una pieza de plástico reforzado con fibra de vidrio

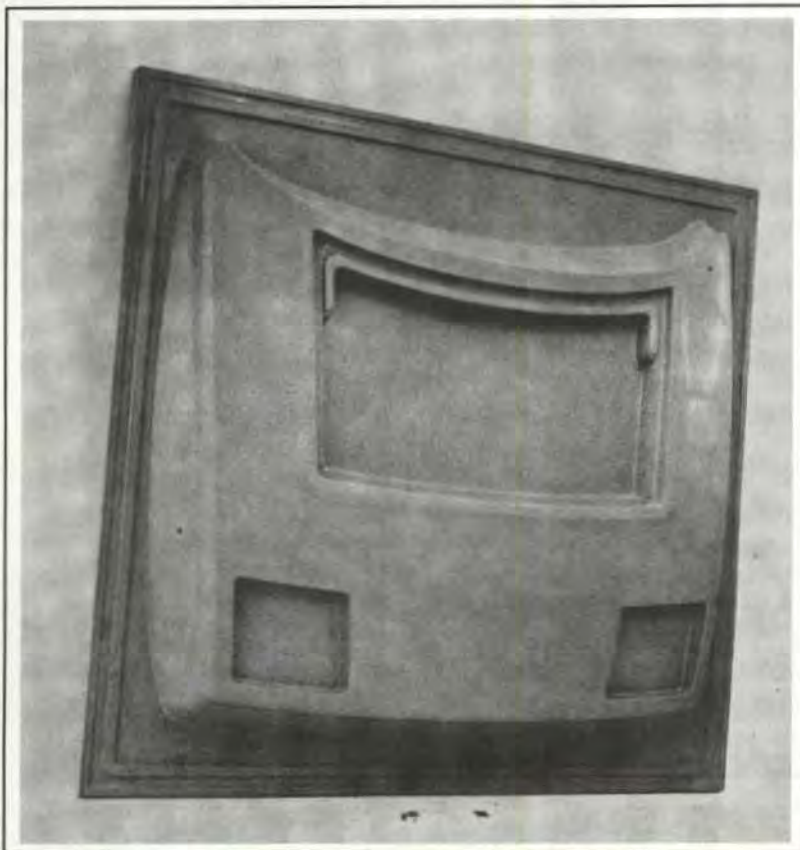


Figura 20. Modelo de resina epoxica de la carrocería de un auto deportivo francés

*Traducción realizada para el Informador Técnico, por la señora Ilse Koenig de Laverde, instructora del CDT ASTIN.*

Tomado de: GALVANOFORM. – Seit 1995 Entwicklung und produktion von galvanoformen fur alle bereiche der kunststoffverarbeitung

**Vertrieb und Fertigung**  
**Raiffeisen-Strasse 8**  
**D-7630 Lahr**  
**Industriegebiet West**  
**Telefon 07821 / 24081 oder 43777**  
**Telex Chemie Lahr 75 4941**





## JORNADAS TECNOLÓGICAS:

### *Una aproximación a la innovación y al desarrollo tecnológico*

*Por: Economista Harold De la Cruz Calderón, MBA  
Profesional SENA/CDT-ASTIN*

El CDT ASTIN del SENA, regional Valle del Cauca, es un Centro de Desarrollo Tecnológico y Asistencia Técnica a la Industria que tiene como objetivo fundamental apoyar al sector industrial de Colombia en la Innovación y el Desarrollo Tecnológico para crear y mejorar productos, procesos y gestión empresarial. El Centro posee equipos con suficiente calidad para ofrecer altos porcentajes de éxito en los proyectos de desarrollo tecnológico que realiza.

Como es de amplio conocimiento la permanencia de una organización en el mercado depende de la competitividad que posea y esta a su vez depende en buena parte de su permanente innovación y mejoramiento tecnológico. Una empresa por sí sola, tiene muchas dificultades para lograr avances técnicos, pero si establece alianzas con Centros de Desarrollo Tecnológico (CDTs) como es el ASTIN, sus dificultades se reducen.

Además queremos recordarles que el Gobierno ha creado una serie de sistemas de financiamiento y de deducciones fiscales para aquellas empresas

que inviertan en investigaciones o desarrollo científico o tecnológico, como por ejemplo:

- Ley 344 – Determina que el 20% del presupuesto del SENA, se orientará a la realización de Proyectos de Innovación y Desarrollo Tecnológico.
- Las personas jurídicas que hagan inversiones o donaciones para un proyecto de investigación o desarrollo científico o tecnológico podrá deducir el 125% del valor invertido o donado, previa certificación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Estas y otras leyes, existen en Colombia y le facilitan al empresario el poder desarrollar tecnología y sobrevivir a esta época difícil.

El CDT ASTIN se está preparando en este sentido y como parte de sus objetivos, adelanta nueve Proyectos de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Los avances y resultados que vamos logrando en estos proyectos, los queremos compartir con el sector empresarial del país, dando a

conocer las condiciones y requisitos que exige la institución para acceder a los recursos, mediante una serie de jornadas tecnológicas donde esperamos la participación de los empresarios que desean aplicar tecnología competitiva a sus organizaciones.

La programación para una primera presentación general se describe en la página siguiente.

Este ciclo de jornadas tecnológicas se realizan en el Auditorio del CDT-ASTIN en las fechas y horarios descritos en la siguiente dirección:

CDT - ASTIN  
Calle 52 2Bis-15  
A.A. 8053  
Cali, Valle - Colombia  
Tel: 092- 4471075, 4476164, 4467182  
Fax: 092-4476166, 4467170  
E-mail: senastin@andinet.com  
astin@galileo.senavalle.edu.co  
sidta@galileo.senavalle.edu.co  
<http://www.sena-astin.edu.co>



## JORNADAS TECNOLÓGICAS

Programación año 2000

| FECHA      | PROYECTO - GENERALIDADES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | HORA DE INICIO |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 15-03-2000 | <b>Recubrimientos Duros de Herramientas de Producción en Serie por Medio de Deposición Física de Vapor PVD, Asistida por Plasma.</b> Mejora la calidad, dureza y costos de las herramientas utilizadas en la fabricación de productos                                                                                                                       | 14:00          |
|            | <b>Cambio Rápido de Moldes</b> – Desarrollar y construir sistemas que permitan hacer una rápida sujeción del molde a la máquina inyectora de plástico. Se reduce el tiempo de sujeción en un 30%.                                                                                                                                                           |                |
|            | <b>Desarrollo de un Sistema de Calentamiento por Gas que Sustituye el Calentamiento por Resistencias Eléctricas para Máquinas de Transformación de Plásticos.</b> Reduce considerablemente los costos de energía.                                                                                                                                           |                |
| 12-04-2000 | <b>Automatización Vertical</b> – Automatización de procesos industriales y actualización tecnológica de maquinaria incluyendo sistema de supervisión y software para la generación de información de la productividad de las máquinas, lo cual redundará en la competitividad de la empresa, disminuyendo los costos de producción y aumentando la calidad. | 14:00          |
|            | <b>Adaptar Máquina Convencional de Soplado (Extrusión-Soplado)</b> con un equipo de transporte, calentamiento y alimentación de pre-formas. Mejora la calidad y reduce costos de envases soplados.                                                                                                                                                          | 15:30          |
| 17-05-2000 | <b>Conocer Tecnología de la Fabricación de Impresora Flexográfica para Incorporarla a la Formación Profesional y Prestar Servicios Tecnológicos en Impresión, Sellado y Troquelado de Película Plástica.</b>                                                                                                                                                | 14:00          |
|            | <b>Construir Modelo de Prueba que Permita Correlacionar las Principales Variables de Proceso que Afectan la Calidad de las Piezas Elaboradas con Polipropileno Homopolímero.</b> Esto permite disminuir los costos y mejorar la calidad de productos inyectados en ese material.                                                                            | 15:30          |
| 14-06-2000 | <b>Optimizar la Obtención de Material Reciclado de Desechos Sólidos, Mediante Mezclas, Procesos y Desarrollo de Productos Metodología de Diseño y Fabricación de Moldes y Troqueles Utilizando</b>                                                                                                                                                          | 16:00          |
| 16-08-2000 | <b>Tecnología Avanzada de CAD/CAM/CAE, Digitalización y Prototipado Rápido.</b> Optimiza el diseño y desarrollo de productos.                                                                                                                                                                                                                               | 16:00          |





# EL PROCEDIMIENTO DE BIORIENTACIÓN MOLECULAR SOPLADO PVC-PAN

Por: BEKUM Maschinen-Export GmbH

## LA PRODUCCIÓN DE BOTELLAS DE PVC EN UNA ENCRUCIJADA

Gracias a las nuevas tecnologías de fabricación, los envases de plástico conquistan a diario mayor importancia en el mercado.

El procedimiento de biorientación molecular-soplado de la firma BEKUM y el concepto de la maquinaria BMO para la transformación de cloruro de polivinilo, constituyen una tecnología acreditada en la práctica y abre los caminos del futuro. Esta tecnología permite la producción de productos de calidad que satisfacen completamente las cada vez mayores exigencias de la industria y del sector doméstico.

Los estudios comparativos efectuados por BEKUM con botellas fabricadas por extrusión-soplado y por biorientación molecular-soplado, muestran claramente los puntos positivos de carácter económico y cualitativo que este nuevo sistema puede anotar a su favor. La transformación de PVC en la producción de botellas exige en la actualidad una revisión en todo el mundo, a través de la incorporación del procedimiento de biorientación molecular-soplado y de las máquinas acreditadas en la práctica de los tipos

BMO2, BMO4 y BOM 4D.

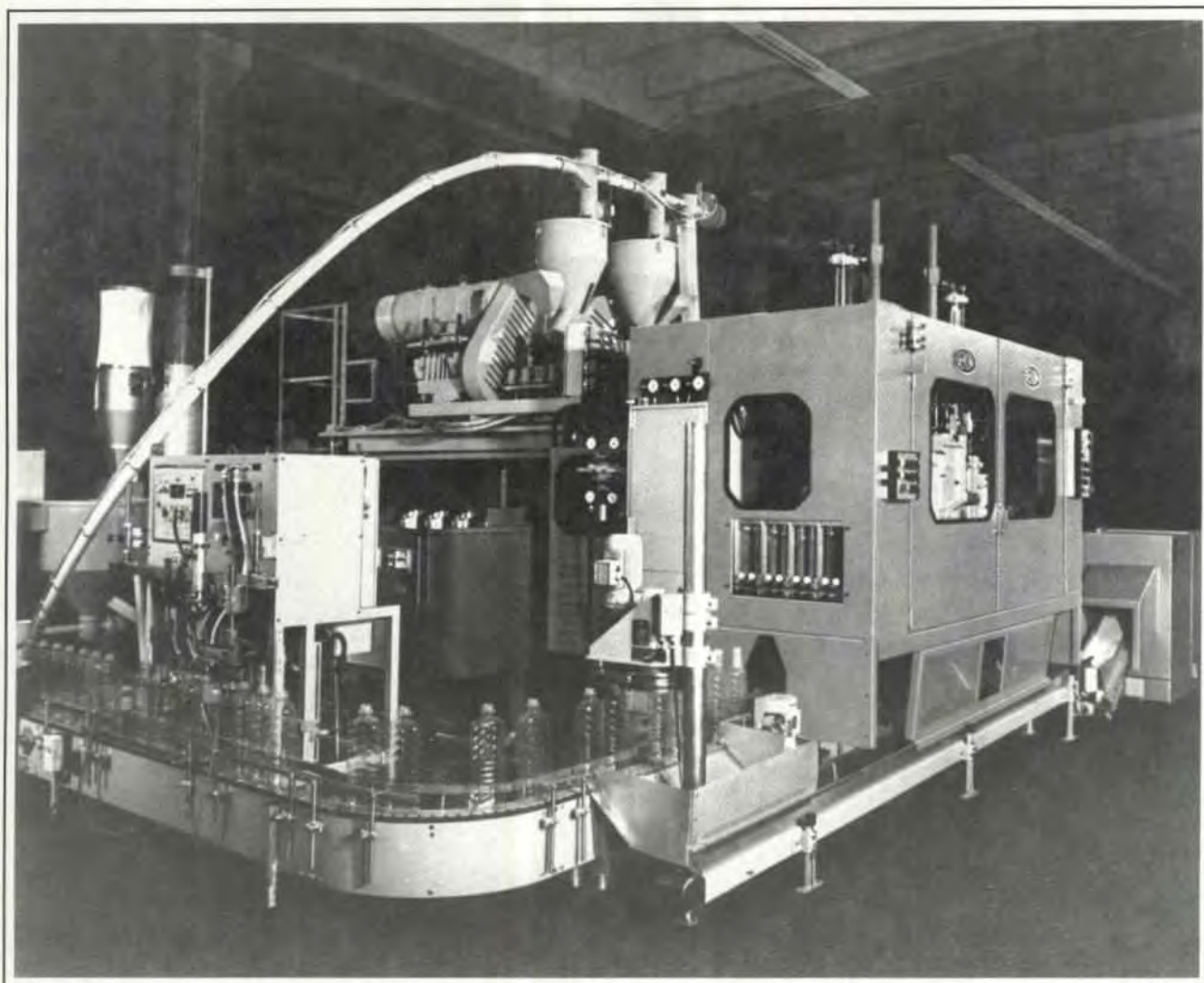
Actualmente se abren posibilidades para nuevas concepciones del mercado mediante la posible penetración en nuevos mercados, también para bebidas conteniendo  $\text{CO}_2$ .

En este sector en especial, está ganando cada vez mayor importancia en el mercado el PVC, con envases fabricados por biorientación molecular-soplado para bebidas con un contenido de hasta 5 g de  $\text{CO}_2$ . Una botella para agua mineral de 65 g, con una capacidad de 1,25 litros, con una



Ejemplos de producción





*Máquina automática de estirado-soplado de alto rendimiento BMO 4D con aparato comprobador de botellas y molino*

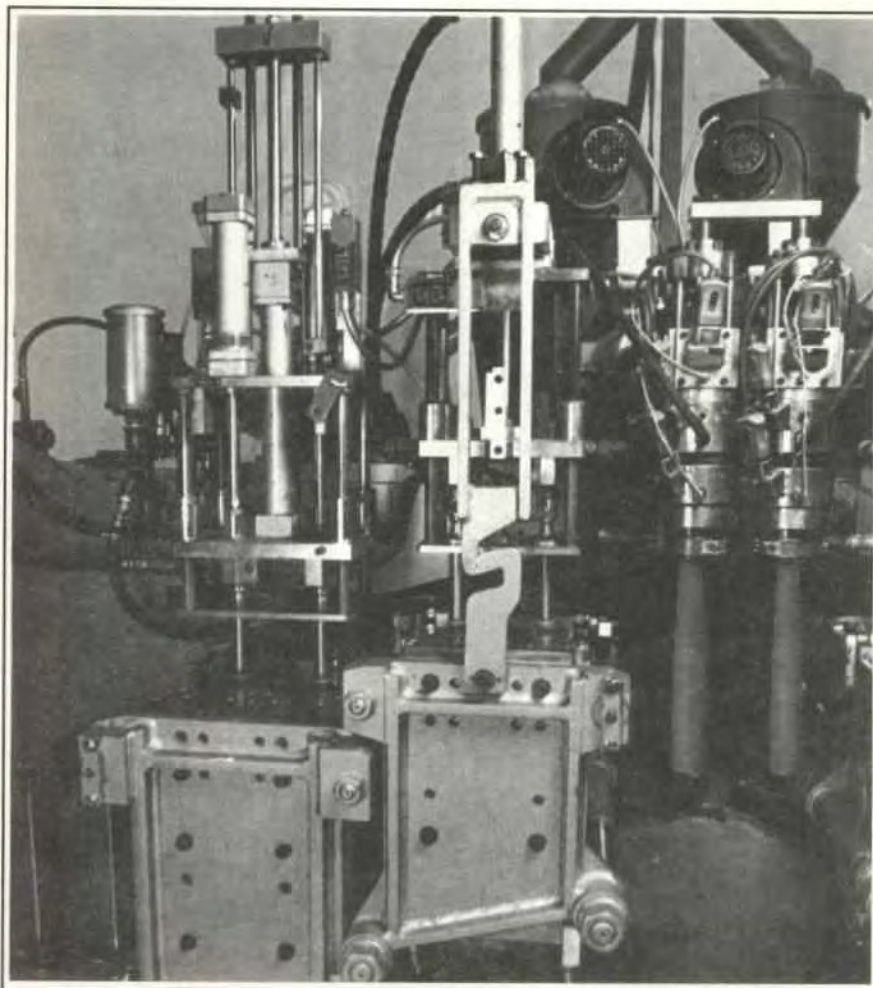


*Ejemplos de producción*

altura de caída ( $H_{50}$ ) de 1,20 m, una resistencia a la carga superior de 500 N, una pérdida de  $\text{CO}_2$  de tan sólo un 4% después de 14 días ( $20^\circ\text{C}$ ) y un incremento volumétrico del 2,6% como consecuencia de la deformación en frío tras 7 días ( $20^\circ\text{C}$ ), constituye un impresionante ejemplo de las posibilidades de la tecnología de la biorientación molecular-soplado que abre los caminos del futuro. Gracias a un ahorro de materia prima de hasta el 25% y a la aplicación de económicas materias primas de PVC, sin o con bastante menos agente modificador de la resistencia al impacto, se consigue, en comparación con la botella de PVC normal, una reducción de hasta el 15% en los costos de fabricación.

A todo esto, se trabaja con un PVC perfeccionado y compatible con el medio ambiente, cuyas características



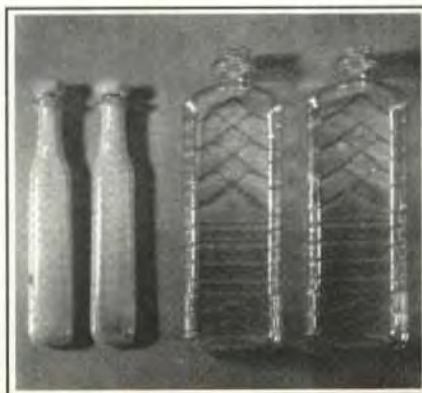


BMO 4D

### LA TÉCNICA DEL ESTIRAJE Y SOPLADO POR EXTRUSIÓN

químicas como materia prima con respecto al contenido de cloruro de vinilo dan satisfacción más que completa a las estrictas exigencias del consumidor.

Aquellos que intentan hallar nuevas soluciones para la transformación de PVC en la producción de botellas y buscan al mismo tiempo innovaciones que produzcan beneficios, deben familiarizarse con el procedimiento de biorientación molecular-soplado BEKUM.

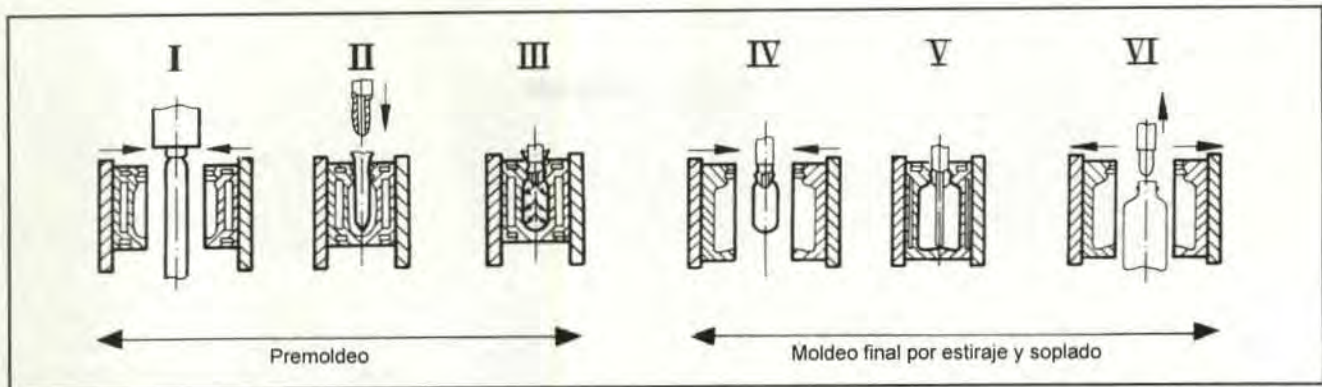


Piezas premoldeadas y botellas fabricadas por biorientación molecular-soplado



Orientación de las moléculas en una botella BMO





I Manga extrusionada

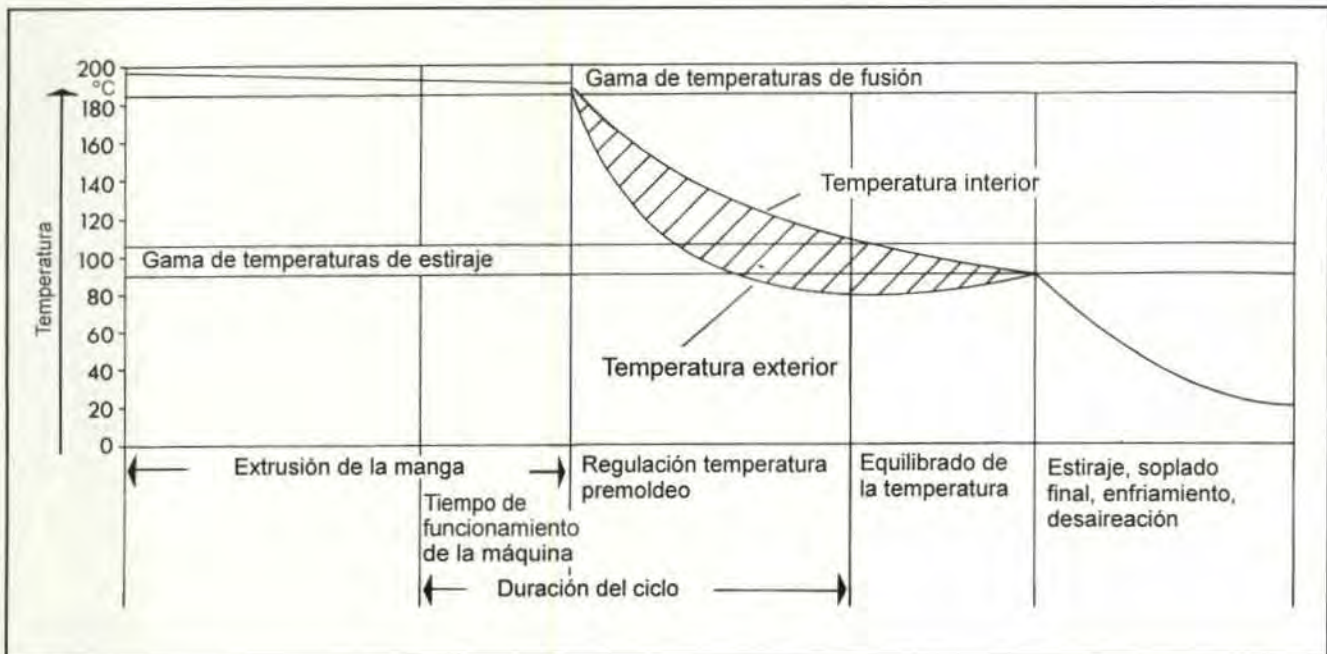
II Primer moldeo de la manga, pinzado y soldadura del fondo

III Calibración y soplado de la preforma

IV Transferencia de la preforma a la estación de soplado final

V Estiraje y soplado de la preforma para formar la botella definitiva

VI Desmoldeo de la botella acabada por biorientación molecular-soplado



Todo soplador de botellas se familiariza rápidamente con el procedimiento de biorientación molecular-soplado BEKUM, porque se deriva de la técnica de soplado por extrusión normal. Las diversas estaciones del procedimiento están ilustradas en el esquema contiguo.

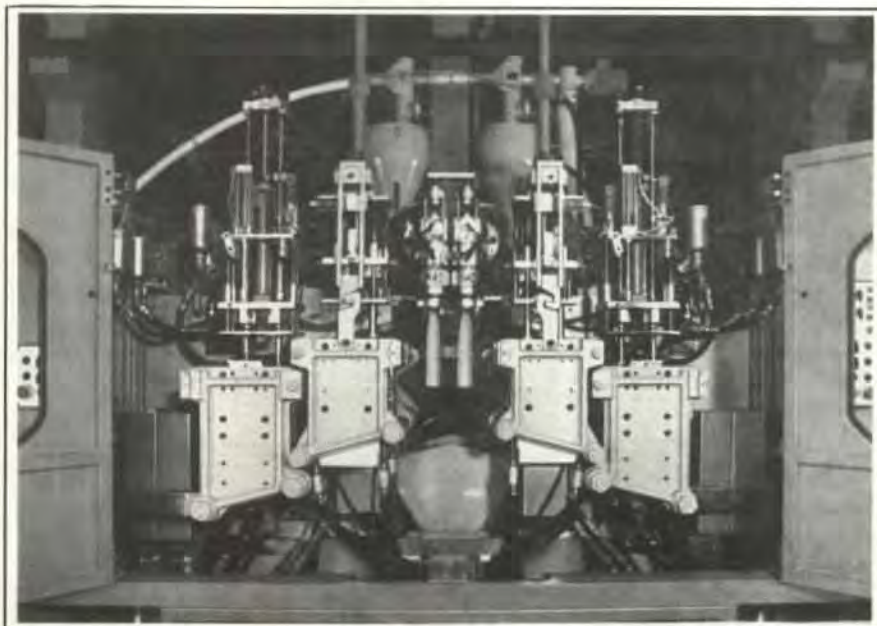
#### Control de temperatura

El principio BMO lleva a la práctica un proceso de biorientación molecular-soplado de una sola etapa para la producción de envases. El proceso de conformación se produce

- en un flujo de calor,
- en tres escalonamientos de temperatura,
- en un ritmo cadencial continuo



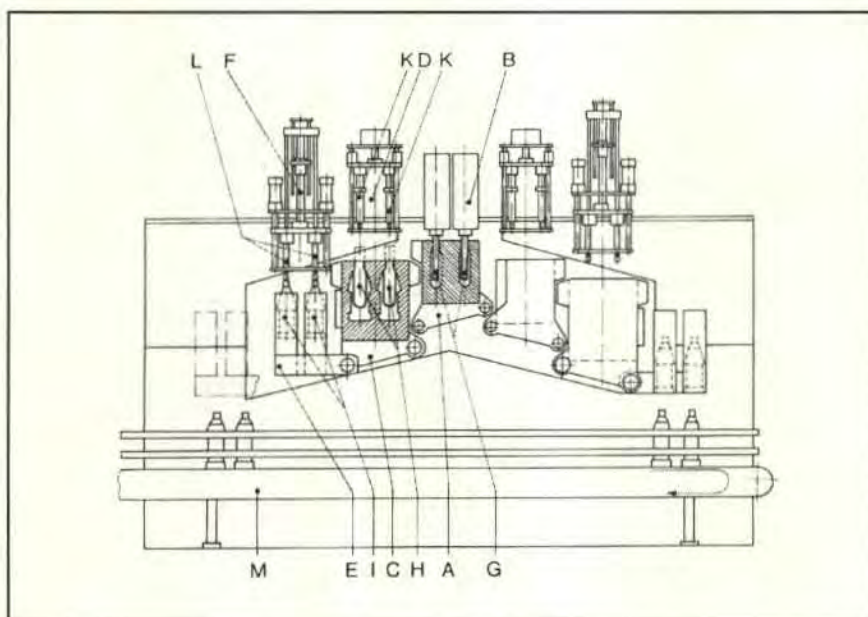
# LA TÉCNICA DE MAQUINARIA BMO



El principio de la técnica de maquinaria BMO se ha derivado de la tecnología de las acreditadas máquinas BEKUM.

Todas las máquinas van equipadas de serie, con hidráulica proporcional para los movimientos del carro y del molde. Trabajan con separación y eliminación completa de residuos y están previstas para la entrega ordenada y posicionada de las botellas acabadas.

En la tabla de la página 35 refleja una sinopsis de las posibilidades de producción con cada tipo de máquina. De las hojas de datos técnicos se toma las especificaciones: conexión eléctrica, espacio requerido, etc.



## La forma de trabajo de la BMO 4D

A través de dos extrusionadoras (B) con cabezal portasoplador sencillo, la manga es extrusionada en continuo.

Las unidades:

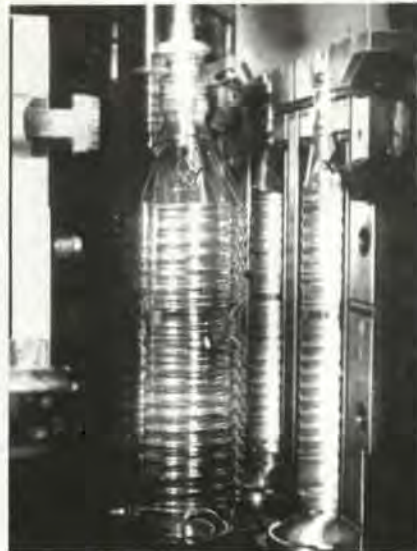
- A – estación de cierre para el “pre-molde”
  - B – estación de cierre para el “molde de acabado”
  - E – estación de transferencia para pasar la “botella acabada” a la cinta transportadora
- están montadas en un bastidor de

carro con la misma distancia entre centros como las estaciones de calibración superiores. Este bastidor de carro se mueve hidráulicamente en sentido lineal a un ángulo de unos 15 °C en un plano inclinado, para que la manga extrusionada (G) pueda ser cogida limpiamente de arriba abajo





La tecnología BMO: premolde abierto con preforma



La tecnología BMO: molde abierto con botella acabada

## ¿POR QUÉ EL ESTIRAJE Y SOPLADO POR EXTRUSIÓN Y NO ESTIRAJE Y SOPLADO POR INYECCIÓN?

El estiraje y soplado por extrusión es una técnica más sencilla en comparación con el estiraje y soplado por inyección. El estiraje y soplado por extrusión es más flexible de cara a la optimización de una nueva botella, sin que para ello deban modificarse los premoldes. Esto es válido tanto para botellas de peso ligero, como también para botellas para líquidos gaseosos, con respecto a la minimización del peso de la botella (pues la preforma es una manga), así como respecto al control del espesor de pared y del estado de orientación en la botella acabada a base de una adecuada graduación de la temperatura de la preforma (longitudinalmente) en el premolde.

por el premolde. Ambos carros con bastidores de cierre se utilizan alternativamente.

| En las posiciones de carro superiores se produce                                                                             | en la posición |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| La recogida de la manga por parte del premolde, con el pinzado y la soldadura .....                                          | B              |
| El agarre de las preformas (H) por los sopladores-calibradores (K) a través del molde de acabado (C) que se cierra .....     | D              |
| La recogida de las botellas acabadas (I) por parte del recogedor de botellas (E) a partir del soplador de estiraje (L) ..... | F              |

| En las posiciones de carro inferiores se produce                                                                                                                                                                                                                             | en la posición |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| La calibración final (hidráulicamente), el soplado y la graduación de la temperatura de la preforma<br>El estiraje longitudinal mecánico por parte del macho de estiraje accionado hidráulicamente, así como el soplado de acabado de la botella (I) (estiraje radial) ..... | F              |
| La entrega de la botella acabada (I) a la cinta transportadora (M) al abrirse la transferencia (E) .....                                                                                                                                                                     | M              |

Por regla general aquí ya no es necesaria una programación para la regulación del espesor de pared de la manga. El estiraje y soplado por extrusión permite más libertad en la configuración del artículo, como por ejemplo en el dimensionado del diámetro del cuello de botella calibrado, especialmente en el caso de las botellas grandes de 1 a 2 litros. En el estiraje y soplado por inyección, el cuello de la botella determina el diámetro del mandril de inyección. Los diámetros de mandril de inyección demasiado pequeños originan diferencias en el espesor de pared, porque el mandril de inyección "oscila". Con ayuda del estiraje y soplado por extrusión pueden fabricarse también botellas con formas "exóticas", como por ejemplo botellas de fino talle.

El estiraje y soplado por extrusión garantiza una mayor productividad (número de botellas en relación con el capital invertido) gracias a la acreditada técnica BEKUM con molde de dos cavidades.



No hay problemas para la transformación de PVC con elevados valores K (hasta 63) para botellas con resistencias mecánicas aún más elevadas o pesos inferiores.

### INDICACIONES GENERALES SOBRE APLICACIÓN

El estiraje y soplado de PVC proporciona considerables ventajas económicas en comparación con el soplado por extrusión de PVC convencional:

- porque puede ahorrarse hasta un 25% en el peso,
- porque pueden aplicarse materias primas de PVC económicas sin o con bastante menos agente modificador de la resistencia al impacto (con un ahorro del 10% de agente modificador de la resistencia al impacto por término medio),
- porque a pesar de ello se consiguen iguales o superiores valores de resistencia a la caída en comparación con las botellas fabricadas a base de material altamente resistente al impacto,
- porque la superficie mejor y brillante, en el sentido de una superior calidad del producto, da a las botellas un aspecto que promueve las ventas.

El estiraje y soplado de PVC abre nuevos caminos para la racionalización, a base de reducir al mínimo los costes de fabricación para botellas de peso ligero para el envasado de por ejemplo:

- aguas minerales sin gas,
- aceites de cocina,
- jabones líquidos,
- detergentes domésticos.

El estiraje y soplado de PVC apunta además al mercado de las botellas para líquidos gaseosos de 0,33 litros

– 1 litro – 1,5 litros para bebidas con contenido de CO<sub>2</sub>. Las botellas de PVC fabricadas por estiraje y soplado están aquí en competencia con la botella de vidrio y con la lata. A largo plazo, la botella de plástico para líquidos gaseosos conquistará considerables parcelas del mercado, pues es:

- de precio económico,
- seguro contra accidentes,
- superligera,
- de gran brillo y transparencia,
- atractiva para el consumidor y publicitariamente eficaz.

La producción de botellas de PVC fabricadas por estiraje y soplado puede efectuarse directamente en la industria del envasador. BEKUM proyecta y suministra la instalación de producción completa en equipos y programas.

Cuando se trata de hacer nuevas inversiones o inversiones para reposición de máquinas de soplado de PVC, la mayor racionalización que se consigue resulta convincente de cara a la aplicación de esta nueva técnica.

Por término medio, por ejemplo, para botellas de 1 litro se consigue ahorrar

hasta un 15% en los costos de fabricación.

Observación: La técnica del estiraje y soplado no puede aplicarse para la fabricación de botellas con asa.

### TENDENCIAS DEL MERCADO

#### La botella de peso superligero

El resultado de la técnica de alto rendimiento BMO es el bajísimo peso neto de las botellas. Una botella de PVC de 1 litro tiene por ejemplo un peso neto de 28 ± 1g.

Con ello, en tanto que no se deseen unas barreras a la permeación de O<sub>2</sub> extremadamente importantes, la botella de PVC fabricada por estiraje y soplado es de fabricación más económica en comparación con la botella de PET biorientada. Esto es debido a que los costos de la maquinaria y de los moldes son menores en comparación con el estiraje y soplado por inyección de PET.

Naturalmente, tomando en consideración la superior resistencia a la tracción del poliéster, la botella





Ejemplos: datos técnicos y económicos

| Aplicación                                             | Volumen (cm <sup>3</sup> ) | Resistencia a la caída (m) | Presión de aplastamiento botella llena (kp) | Peso (g/neto)      |                       | Ahorro de material (g) | Ahorro de agentes modificantes (g) |
|--------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|------------------------------------|
|                                                        |                            |                            |                                             | Estiraje y soplado | Soplado por extrusión |                        |                                    |
| 1 Botella para aceite de cocina                        | 1000                       | 1,5                        | 55                                          | 29                 | 39                    | 10                     | aprox. 3,8                         |
| 2 Botella para zumos de frutas                         | 2000                       | 1,0                        | 70                                          | 60                 | 75                    | 15                     | aprox. 7,5                         |
| 3 Botella para aceite de cocina                        | 1400                       | 1,0                        | 42                                          | 67                 | 78                    | 11                     | aprox. 7,8                         |
| 4 Botella para agua mineral                            | 1500                       | 1,0                        | 75                                          | 40                 | 48                    | 8                      | aprox. 4,8                         |
| 5 Botella para detergentes                             | 500                        | 1,2                        | 50                                          | 33                 | 42                    | 9                      | aprox. 4,2                         |
| 6 Botella para agua mineral (5,1 g CO <sub>2</sub> /l) | 1250                       | 1,2                        | 50                                          | 64                 | 82                    | 18                     | aprox. 8,2                         |

podría hacerse más ligera, pero, en el caso tanto del PVC como del PET, la resistencia a la presión de aplastamiento no permite reducir más el peso.

La "botella de peso superligero" exige configurar el artículo de forma adecuada al procedimiento. El Know-how de BEKUM sirve también aquí de gran ayuda.

### **La botella de PVC para líquidos con CO<sub>2</sub>**

Por tests de los consumidores efectuados en los Estados Unidos de América se ha comprobado que la botella de plástico de un solo uso es preferida a la botella de vidrio. La botella de plástico es más vendible por ser de peso más ligero y más

segura contra la explosión en caso de caída desde la altura de la mesa.

El campo de aplicación de la botella de PVC para líquidos gaseosos no se ve limitado por su resistencia a la presión reventón, sino antes bien por la impresión subjetiva que se produce debido al comportamiento de deformación dependiente del tiempo bajo la acción de la presión interna.

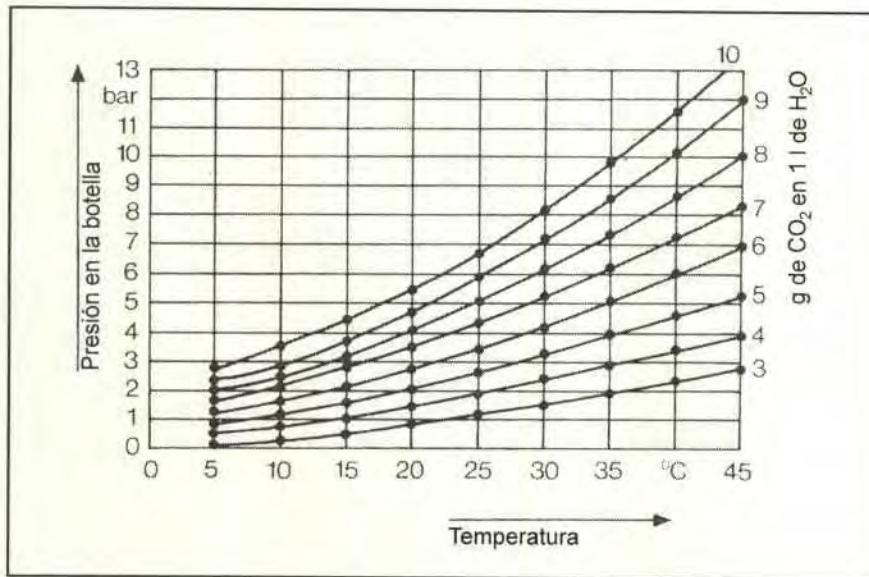


0,33 l  
Botellas para bebidas con contenido de CO<sub>2</sub>



1,25 l





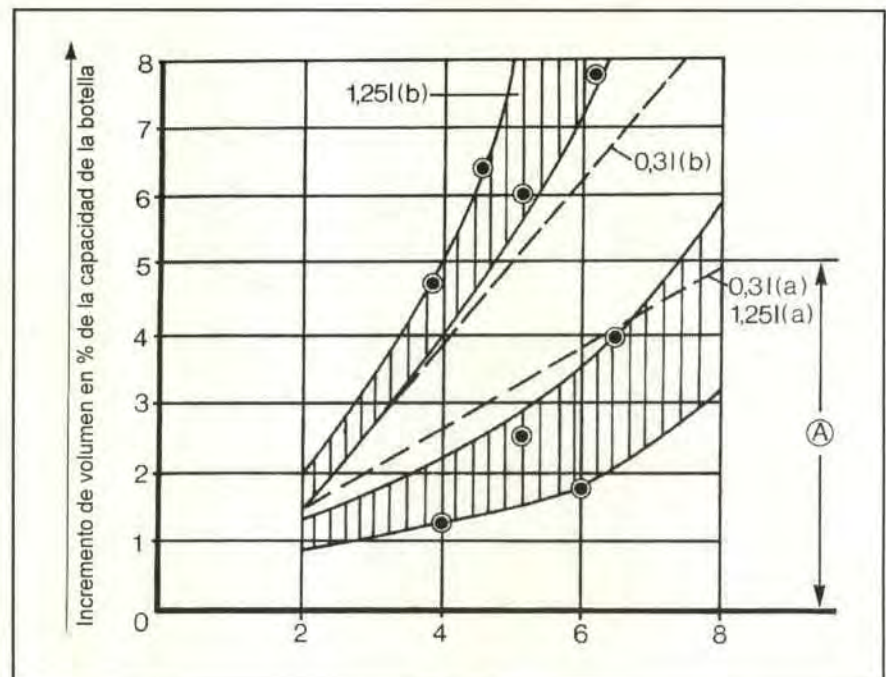
En la figura se observan las curvas de la presión en agua mineral con contenido de CO<sub>2</sub> en una botella de vidrio (según tablas de la revista "Der Naturbrunnen", 9/55).

Comportamiento bajo carga de las botellas a presión en PVC, de 0,33 litros y 1,25 litros, bajo la acción de la presión del gas CO<sub>2</sub>.

En la figura se muestran los resultados de ensayo con respecto al incremento de volumen porcentual en dependencia del contenido de CO<sub>2</sub> (g/l) y de la temperatura de almacenamiento de 28°C y 38°C.

Duración del ensayo: 48 horas

- ▣ Los valores son dependientes del compuesto de PVC.
- A Valores aceptados en general por el envasador.



|                               |                      |                      |
|-------------------------------|----------------------|----------------------|
| Peso de la botella            | 26 g                 | 64 g                 |
| Volumen                       | 0,33 l               | 1,25 l               |
| Fondo de la botella           | De tipo champán      | Con 6 pies           |
| Temperatura de almacenamiento | 28 ± 1°C<br>38 ± 1°C | 28 ± 1°C<br>38 ± 1°C |

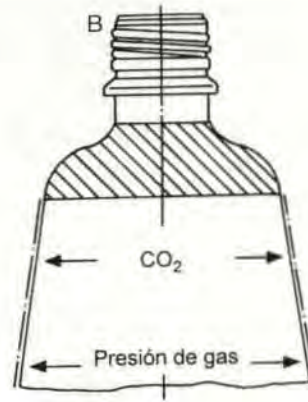
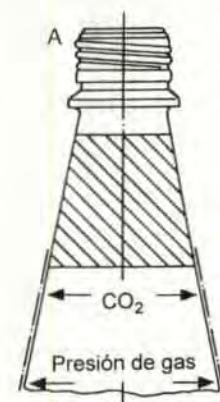


La cuantía de la presión interna depende del contenido de  $\text{CO}_2$  del líquido envasado, y de la temperatura de almacenamiento. La gráfica contigua muestra las curvas de la presión en el caso del agua mineral con contenido de  $\text{CO}_2$  envasada en una botella de vidrio.

Puesto que el  $\text{CO}_2$ , a la temperatura ambiente normal de  $20^\circ\text{C}$  aproximadamente, está disuelto en el mismo líquido y tan sólo al subir la temperatura se libera en forma de (presión de) gas, hemos estudiado la influencia del incremento de volumen bajo el efecto de la presión del gas  $\text{CO}_2$ , así como de la temperatura de almacenamiento y del tiempo.

Sobre la base de los datos de medición obtenidos, respecto a la aplicación y a la capacidad de carga mecánica de una botella de PVC de un solo uso para líquidos gaseosos puede decirse en general lo siguiente:

- En comparación con las botellas de PVC sopladas por extrusión y fabricadas a base de compuestos de PVC con elevada resistencia al impacto, la botella de PVC



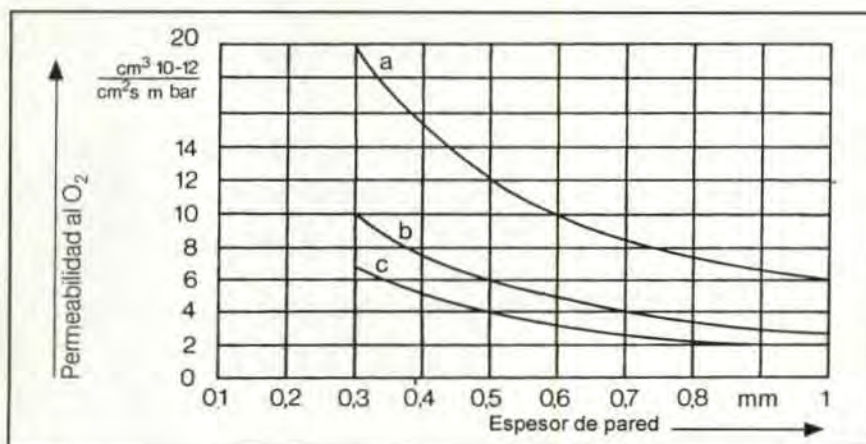
Puesto que el incremento del volumen origina un descenso del nivel del líquido, esto exige un diseño de la botella adaptado al procedimiento para botellas de PVC para líquidos gaseosos fabricadas por el procedimiento de biorientación molecular-soplado. En el esquema se muestran dos botellas A y B con igual aumento de volumen. El cuello estrecho de la botella A origina un claro descenso del nivel del líquido. El diseño de la botella B, más atractivo para la venta, hace que el descenso del nivel del líquido aparezca muy inferior.

fabricada por biorientación molecular-soplado trae consigo una reducción de los valores de permeabilidad a los gases.

- Las botellas de PVC de 0,33 litros para líquidos gaseosos

pueden llenarse con hasta 6g de  $\text{CO}_2/\text{l}$ , en tanto en cuanto que las botellas llenadas no sean sometidas a temperaturas superiores a  $35-40^\circ\text{C}$  durante el transporte y el almacenamiento en los centros de distribución. A esta temperatura no es subjetivamente manifiesto para el consumidor el aumento del volumen y con él el descenso del nivel del líquido.

- Para la misma temperatura exterior ( $35-40^\circ\text{C}$ ), las botellas de PVC de 1 litro para líquidos gaseosos puede llenarse tan sólo con unos 3 g de  $\text{CO}_2/\text{l}$ .
- Es necesaria una reducción de la deformación dependiente del tiempo y el incremento de volumen derivado de ella, a base de incrementar el peso de la botella, pasando por ejemplo de 52 g a 60 g en una botella de PVC de 1 litro para líquidos gaseosos, y de 26 g a 30 g en la botella de 0,33 litros.



Relación entre la permeabilidad al  $\text{O}_2$  y el espesor de pared en el caso del PVC

- a - Altamente resistente al impacto
- b - Normalmente resistente al impacto
- c - Normalmente resistente al impacto, con biorientación molecular

Bibliografía: G. Aumann, El cloruro de Polivinilo para Envases, Tendencias del Desarrollo y Situación del Mercado (Verpackungsrundschau, 11/79)

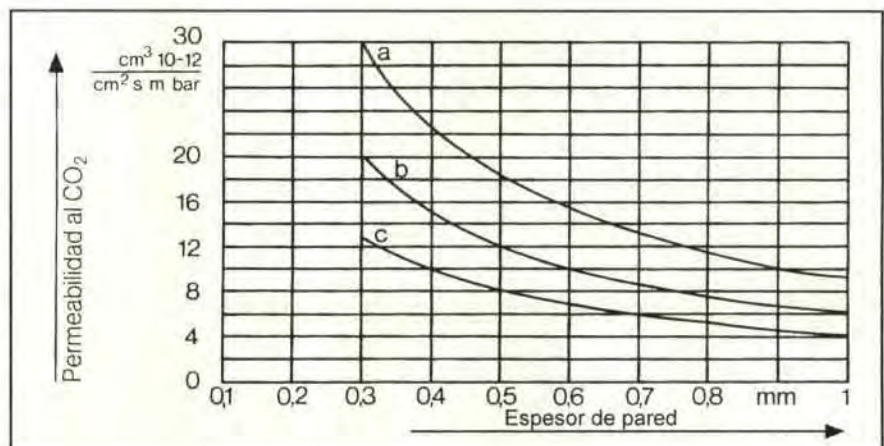


El departamento de ensayos de BEKUM está a disposición de ustedes con todo su know-how para los nuevos campos de aplicación.

### Seguridad de uso para el consumidor

Respecto a la seguridad contra la caída y contra la presión de reventón en comparación con la botella de vidrio, la botella de PVC para líquidos gaseosos llama la atención en cuanto se refiere a su capacidad de resistencia.

- La botella de PVC para líquidos gaseosos tiene una elevada seguridad contra la caída. En el ensayo de caída (y llenada con agua sin gas), esta botella resiste una altura de caída de 1,20 m y más, según el compuesto de PVC aplicado.
- La botella de PVC para líquidos gaseosos presenta una gran seguridad contra la presión de reventón a altas temperaturas ambientales. En un ensayo de la presión de reventón orientado de cara a la práctica, por ejemplo una botella de 0,33 litros para



**Relación entre la permeabilidad al CO<sub>2</sub> y el espesor de pared en el caso del PVC**

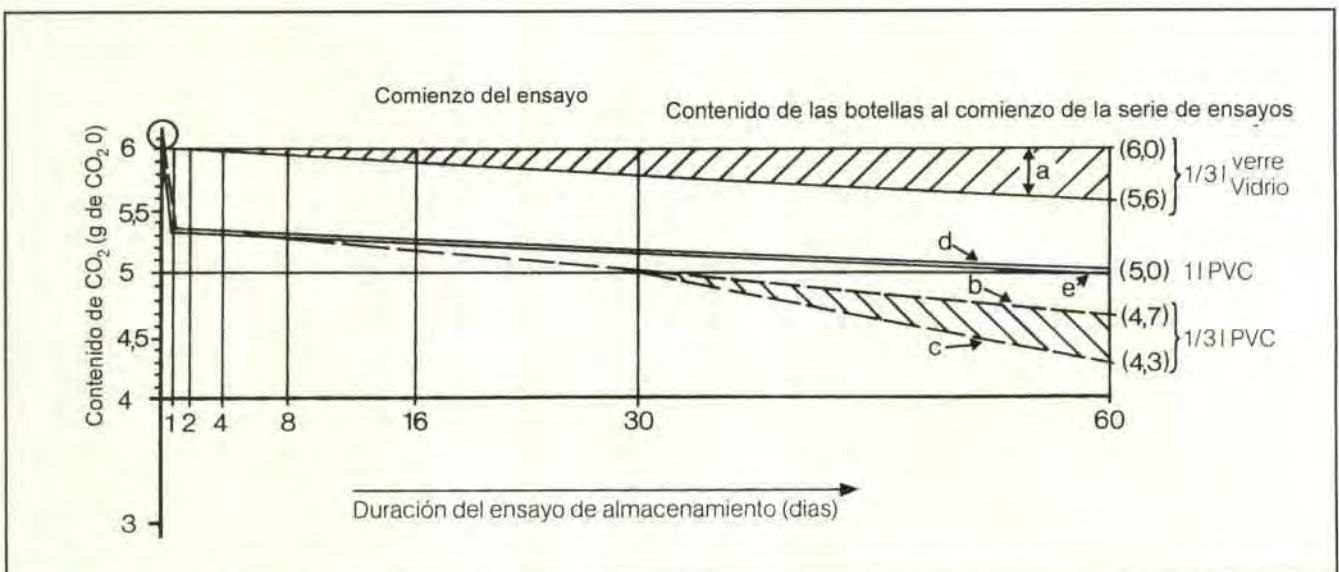
- a - Altamente resistente al impacto
- b - Normalmente resistente al impacto
- c - Normalmente resistente al impacto, con biorientación molecular

Bibliografía: G. Aumann, El cloruro de Polivinilo para Envases, Tendencias del Desarrollo y Situación del Mercado (Verpackungs Rundschau, 11/79)

líquidos gaseosos llenada para la prueba con 8 g de CO<sub>2</sub>/l resistió un ensayo de calor correspondiente a una exposición de 50 °C durante 48 horas. La botella se deformó abombándose considerablemente, pero no reventó gracias a la seguridad contra la presión de reventón 12-15 bars medidos a 20 °C.

### La permeabilidad al CO<sub>2</sub> en las botellas de PVC para líquidos gaseosos

Con el fin de poder enjuiciar como desde el punto de vista del consumidor la botella de PVC BEKUM para líquidos gaseosos en comparación con la botella de vidrio con respecto a la resistencia a la permeación de CO<sub>2</sub>, hemos realizado un ensayo de almacenamiento y de larga duración





| Curva | Contenido | Material | Clase de tapón | Peso de la botella (g) | Temperatura de ensayo (°C) | Prueba de CO <sub>2</sub> /mes |
|-------|-----------|----------|----------------|------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| a     | 0,33 l    | Vidrio   | Tapón corona   | -                      | 21 + 25                    | 0 - 3,3 *                      |
| b     | 0,33 l    | PVC      | Tapón corona   | 26                     | 21                         | ca. aprox. 7,0 **              |
| c     | 0,33 l    | PVC      | Tapón corona   | 26                     | 25                         | ca. aprox. 8,5 ***             |
| d     | 1,25 l    | PVC      | Tapón de rosca | 64                     | 20                         | ca. aprox. 4,0                 |
| e     | 1,0 l     | PVC      | Tapón de rosca | 52                     | 25                         | ca. aprox. 3,7                 |

con CO<sub>2</sub> en el "Instituto Berlínés de Ensayos y de Enseñanza de la Cervecería" (ensayo de reacción química).

El ensayo máximo de larga duración se realizó con botellas de vidrio de 0,33 litros con tapón de corona, botellas de PVC de 0,33 litros (con un peso neto de botella de 26 g) con tapón corona, y botellas de PVC de 1 litro (con un peso neto de botella de 52 g) con tapón de rosca.

Ambas figuras muestran los resultados de este ensayo de larga duración. Estos resultados pueden comentarse como sigue:

- En comparación con el envasado en botella de vidrio, las botellas de PVC para líquidos gaseosos deberían llenarse siempre con 0,5 a 1,0 g de CO<sub>2</sub>/l más que la cantidad de llenado teórica. Esta cantidad de CO<sub>2</sub> es absorbida por las paredes de la botella de PVC dentro de las primeras 24 a 48 horas. Esto lo muestra la gráfica del ensayo.
- En el caso de la botella de vidrio, la falta de estanqueidad en el tapón origina pequeñas pérdidas de CO<sub>2</sub>. Esto es por lo demás también válido los tapones de las botellas de PVC (\*).

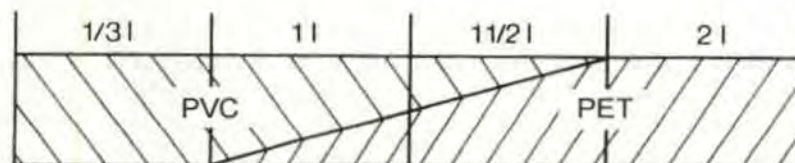
- En comparación con la botella de 1 litro para líquidos gaseosos, la permeación de CO<sub>2</sub> de la botella de 0,33 litros para líquidos gaseosos es correspondientemente mayor, debido al menor contenido en relación con la superficie de la botella (\*\*).
- Debido a esto, a temperaturas de almacenamiento más elevadas la permeación se hace más perceptible (\*\*\*).

Por consiguiente, las botellas de PVC con capacidades menores son en especial adecuadas para aquellos casos de aplicación en los que está garantizada una rápida rotación de la mercancía, o en los que el sabor del artículo no resulta considerablemente perjudicado.

### ¿Botellas de PVC o de PET?

Considerando el peso de la botella que puede por una parte conseguirse a base de estiraje y soplado, pero que por otra parte está limitado hacia abajo por la resistencia a la presión de aplastamiento prescrita, pueden hacerse con referencia al tamaño de la botella 2 afirmaciones:

- Para el sector de las botellas de PVC para líquidos gaseosos, la gama de aplicaciones rentable está entre los 0,33 y los 1,5 litros de capacidad
- Para el sector de las botellas de peso ligero, apenas si se dan diferencias de peso dignas de mención.



Datos orientativos sobre la posible competencia entre los plásticos susceptibles de estiraje y soplado



| Material<br>(estirado y soplado)                                       | Permeación específica |                 | Peso<br>específico | Botella para<br>líquidos gaseosos |      | Botella de peso ligero<br>1 l | Precio del<br>material  |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------|--------------------|-----------------------------------|------|-------------------------------|-------------------------|
|                                                                        | O <sub>2</sub>        | CO <sub>2</sub> |                    | 0,33 l                            | 1 l  |                               |                         |
| PET                                                                    | 0,7                   | 0,5 - 0,7       | 1                  | 0,75                              | 0,87 | 0,95 - 1,0                    | 1 - 1,4<br>USA - Europa |
| PVC<br>(sin agente modifi-<br>cante de la resis-<br>tencia al impacto) | 1                     | 1               | 1                  | 1                                 | 1    | 1                             | 1                       |

¿Qué significan las cifras de las tablas para el fabricante?

- Los índices específicos de la tabla comparativa entre PET y PVC están basados en PVC = 1; es decir, que los valores correspondientes al PET están correspondientemente por debajo o por encima del 1 del PVC.
- Para limonadas y naranjadas, que están mezcladas con CO<sub>2</sub> a niveles que van de bajos (2-3 g/l) a medianos (4-6 g/l), el PVC es el material que nos interesa. Esto es igualmente válido para el agua mineral con contenido de CO<sub>2</sub>.
- En el caso de las botellas de peso ligero, debido a la resistencia al aplastamiento exigida, los pesos pueden minimizarse tan sólo un poco o apenas, a pesar de la resistencia a la tracción mecánica un poco más alta del PET en comparación con las botellas de PVC.

Los materiales de PVC estabilizados con calcio-cinc están probados para el estiraje y soplado; pues fueron desarrollados por la industria química de las materias primas para el sector del agua mineral.

En las botellas para líquidos gaseosos, los materiales de PVC con valores K más altos —estabilizados

con cinc— proporcionan superiores resistencias de la botella y un acabado superficial aún mejor.

### NOTAS PARA LOS TRANSFORMADORES

El procedimiento de biorientación molecular-soplado BEKUM y la maquinaria desarrollada para el mismo permiten fabricar productos de calidad.

Con excelentes resultados, existen en la práctica, instalaciones de estirado-soplado que pueden ser equipadas como máquina individual o doble y cada una según el modelo con una extrusora y un cabezal unitario, con 2 extrusoras y 2 cabezales unitarios, y con 3 extrusoras y 3 cabezales unitarios. Los valores máximos de producción alcanzables, dependen del diseño y del peso de la botella.

En la máquina de una estación BMO 2 el sistema de cierre oscilante lleva tanto el molde para la pieza premoldeada como también el molde para la biorientación molecular-soplado. La máquina BMO 2 se aplica esencialmente para la producción de series de prueba, en laboratorios o para la fabricación de pequeñas series.

La máquina BMO 4 se aplica especialmente para la fabricación de

pequeñas o medianas series.

La máquina BMO 4D está destinada a la producción de grandes series. Estas máquinas pueden ser aplicadas directamente en la industria del envasador dentro del marco de una producción integrada en su totalidad.

En todas las máquinas, las botellas fabricadas por biorientación molecular-soplado y ya calibradas abandonan la máquina exentas de rebabas y listas para el llenado. Las botellas se transfieren ordenadamente a cintas transportadoras, con lo que puede efectuarse de inmediato su transporte a las estaciones situadas a continuación, tales como las de comprobación, llenado o embalaje.

BEKUM suministra todos los componentes para una producción completa, o sea la máquina con juegos de moldes completos, así como con el correspondiente know-how de producción, en especial para el diseño de los moldes y la manipulación de todo el ciclo de producción.

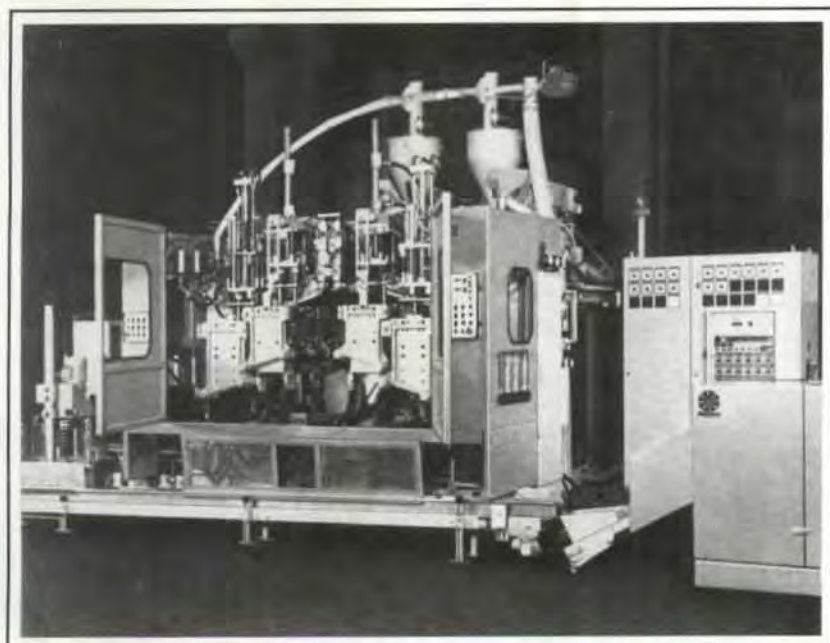
Nuestros ingenieros BEKUM asesorarán a los usuarios en todo momento con respecto al diseño de las botellas y a sus aplicaciones.



Características de botellas de PVC biorientadas y producción en las máquinas BMO

|                                   |       | Botellas cilíndricas para líquidos con CO <sub>2</sub> |      |        |         |           | Botellas cilíndricas de peso ligero |      |      |        |
|-----------------------------------|-------|--------------------------------------------------------|------|--------|---------|-----------|-------------------------------------|------|------|--------|
| Volumen                           | (l)   | 0,25                                                   | 0,35 | 0,50   | 1,25    | 1,50      | 0,50                                | 1,00 | 1,50 | 2,00   |
| Peso                              | (g)   | 30                                                     | 34   | 39     | 65 (+2) | 52-75     | 26                                  | 29   | 38   | 60     |
| Resistencia a carga vertical (Kp) |       | 50                                                     | 65   | 80     | 80      | 95        | 50                                  | 55   | 55   | 65     |
| Contenido de CO <sub>2</sub>      | (g/l) | 6                                                      | 4-6  | 5      | 5       | 2-5       | -                                   | -    | -    | -      |
| Rendimiento (piezas/h)            |       |                                                        |      |        |         |           |                                     |      |      |        |
| BMO 2 1 cavidad                   |       | 500                                                    | 500  | 500    | 430     | 480-380   | 850                                 | 850  | 850  | -      |
| BMO 4 2 cavidades                 |       | 900                                                    | 900  | 900    | 800     | 900-720   | 1400                                | 1400 | 1400 | 870*)  |
| BMO 4 3 cavidades                 |       | 1350                                                   | 1350 | 1350   | -       | -         | 2100                                | -    | -    | -      |
| BMO 4D 4 cavidades                |       | 1600                                                   | 1600 | 1600   | 1700    | 1800-1440 | 2400                                | 2400 | 2400 | 1750*) |
| BMO 4D 6 cavidades                |       | 2200                                                   | 2200 | 2200*) | -       | -         | 3400*)                              | -    | -    | -      |

\*) limitado por la producción de la extrusionadora



Máquina de dos estaciones BMO 4D

**BIBLIOGRAFÍA**

BEKUM. -- El procedimiento de biorientación molecular-soplado PVC-PAN. -- Berlin: BEKUM, 23 p. il.

**AGRADECIMIENTOS:**

A la firma BEKUM, por permitirnos reproducir este material.





# PREVENCIÓN DEL DESGASTE EN EL MOLDEO POR INYECCIÓN

Por: **Axel Kaminski**  
**BAYER**

Hoy en día, el moldeo de piezas a partir de granulado termoplástico se realiza casi exclusivamente en máquinas inyectoras con husillo de émbolo, el cual se encarga de la plastificación homogénea del fundido y de su transporte a la cavidad del molde. Como todo elemento de máquina, también las partes funcionales de la inyectora están sujetas a desgaste, que puede afectar no sólo la máquina sino también las piezas que se están fabricando.

El desgaste no es nada nuevo en la inyección de termoplásticos; mirándolo bien, siempre hubo problemas de desgaste, pero se hicieron notorios apenas a mediados de los sesenta, cuando se comenzó a usar los materiales de carga y de refuerzo para modificar las propiedades de los plásticos de moldeo. La figura 1 ilustra un ejemplo: el aumento del módulo de elasticidad en función del contenido de vidrio en algunos materiales de construcción.

El desarrollo de estos materiales que se caracterizan por una gran resistencia a la deformación, buena aptitud para aplicaciones a elevadas temperaturas y tolerancias estrechas, gran libertad en el diseño de piezas y métodos económicos para su transformación, permitió sustituir, en muchos campos, los materiales convencionales como chapa de acero o fundición metálica, por piezas termoplásticas complejas y multifuncionales. Las figuras 2 y 3 muestran algunos ejemplos típicos.

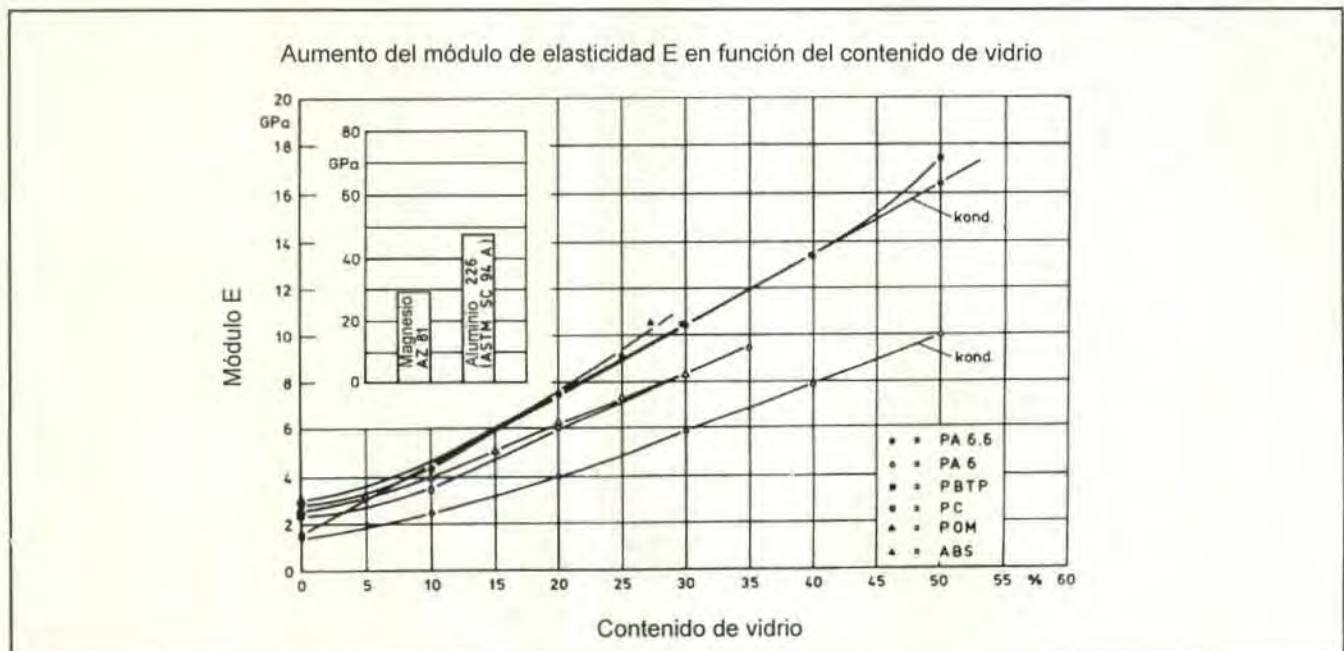


Figura 1. Aumento del módulo E en algunos termoplásticos de construcción mediante refuerzo con fibra de vidrio





Figura 2. Herramientas eléctricas de PA 6 reforzada con fibra de vidrio (Durethan BKV 30)



Figura 3. Base de un proyector de diapositivas de PC reforzado con fibra de vidrio (Makrolon 8324)

La carcasa de la lijadora de cinta y la cubierta del motor, ambas de PA 6 GF, no sólo determinan la forma exterior de la máquina y la protegen contra daños mecánicos por impacto, choque y caída, sino que le sirven de soporte rígido que aloja todos los elementos funcionales y de aislamiento eléctrico.

Otras exigencias son: medidas exactas, alta resistencia a elevadas temperaturas y buen comportamiento mecanodinámico. Criterios similares rigen también para el soporte del proyector de diapositivas fabricado en PC-GF. Aquí, tanto los elementos mecánicos y el motor del ventilador, como la fuente de luz y el sensible sistema óptico de lentes están fijados directamente en el soporte plástico. Es importante que el calor de la lámpara no produzca distorsiones ópticas. En algunos países, tales partes constructivas, y los compuestos de moldeo de los que están fabricadas, han de cumplir con estrictas normas de protección contra incendios.

Se entiende que, con los avances tecnológicos, aumentan también las exigencias a la inyectora, los materiales de moldeo, las piezas moldeadas y los procesos de transformación. En este sistema de estrechas interrelaciones (figura 4) y crecientes requerimientos, también el desgaste aumenta, por las siguientes razones:

1. Los nuevos compuestos de moldeo no sólo vienen cargados con granulados o fibras de relleno y de refuerzo; son también modificados o mejorados además mediante aditivos y estabilizantes para darles determinada gama de propiedades que se requiere en el mercado, por ejemplo alta resistencia al fuego, fácil desmoldeo, o estabilidad a la intemperie y a elevadas temperaturas, tanto durante el proceso de transformación como en condiciones de uso. El empleo de halógenos para aumentar la resistencia al fuego de estos materiales, y la necesidad de obtener masas de mayor fluidez y transformabilidad a temperaturas

más altas, demuestran que la combinación de propiedades puede producir un mayor desgaste.

2. Se pretende moldear piezas, con bajo consumo de material (largos recorridos de flujo y bajos espesores de pared), pero rigidez suficiente (materiales de refuerzo). Los procesos de transformación se realizan a altas temperaturas, altas presiones y altas velocidades, lo cual somete materiales y máquina a grandes esfuerzos.
3. La unidad de plastificación de la inyectora ha de aumentar su producción (tiempo de plastificación, tiempo del ciclo) sin abatimiento de los parámetros del proceso (reproducibilidad) y con los tiempos de permanencia necesarios.
4. La transformación debe ejecutarse a determinado nivel de calidad y de la manera más económica posible, es decir rápido (velocidad de cizallado, presión, tiempo de ciclo) y con bajos porcentajes de defectuosos.



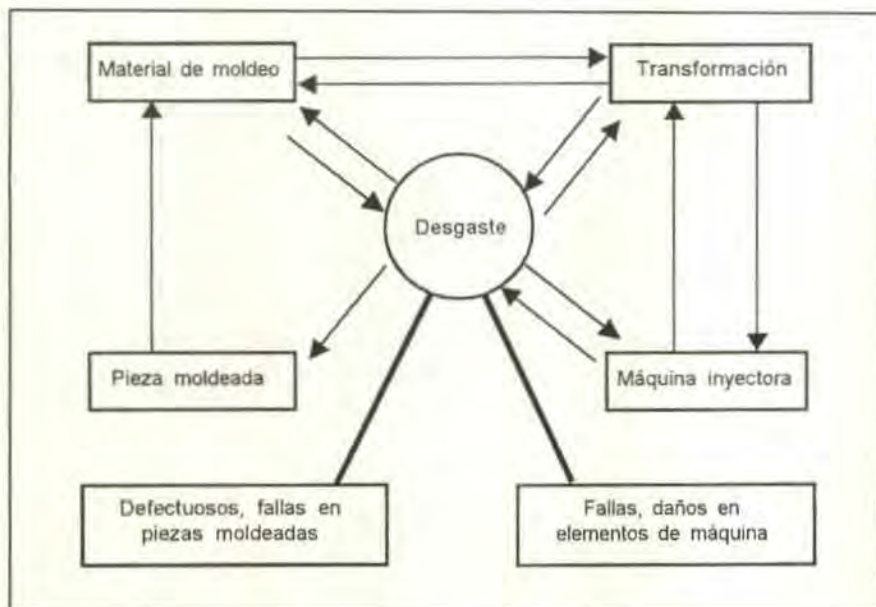


Figura 4. Sistema de desgaste en el moldeo por inyección

### Efectos de los fenómenos de desgaste

Según (\*1), en 1984 la industria alemana de los plásticos ha tenido que invertir 750 millones de marcos en el recambio de piezas desgastadas. A esta cifra se agregan costos por artículos rechazados del mismo orden.

Por eso es conveniente diferenciar entre los efectos del desgaste sobre la unidad de plastificación misma y sus efectos sobre la pieza moldeada (figura 4).

Un importante criterio es la "vida útil" de un elemento de la unidad de plastificación, es decir el tiempo hasta que haya sufrido una merma metálica tal que se presentan fallas de funcionamiento o paradas. Primeros indicios de desgaste son válvulas antirretorno no herméticas (aumento de presión, corriente de fuga), tiempos prolongados de dosificación, y "pastosidad" del fundido debido al ensanchamiento del cilindro o corrosión en superficies de contacto y superficies humectadas por el plástico fundido.

Al final de su vida útil, el desgaste de elementos constructivos afecta directamente la calidad de las piezas moldeadas: Aumentan las variaciones de medida y de peso. Porciones de masa craqueada que penetraron en fisuras y cavidades causan defectos de superficie, mientras que las corrientes de fuga alargan el tiempo de permanencia hasta tal punto que se produce la degradación térmica de las cadenas moleculares y, como consecuencia, la pérdida de propiedades.

Por otra parte, basta con efectos mínimos de desgaste en elementos funcionales aun en buen estado para provocar defectos en piezas moldeadas y rechazos. A nivel microscópico se presentan reacciones mecánicas, químicas y electroquímicas de abrasión y transformación entre superficies de acero y fundido plástico, que generan productos reactivos o abrasivos de intenso color. Arrastrados a la superficie de la pieza producen contrastes indeseables de color tales como estrías, líneas oscuras, marcas plateadas, puntos, motas y nubes, mucho antes de que,

a nivel macroscópico, se detecte abrasión o corrosión en los elementos de la inyectora. Tales efectos pueden observarse también en husillos y cilindros nuevos y en la transformación de compuestos de moldeo sin refuerzo.

### Causas y tipos de desgaste

No es posible analizar fenómenos de desgaste con base en el simple principio de causa - efecto, ya que se trata de un sistema tribológico complejo. Según DIN 50 320, este sistema consta de un cuerpo básico sólido, en cuya superficie se generan pérdidas progresivas de material, un cuerpo complementario, los medios precursores y ambientales y las correspondientes condiciones supletorias: fuerzas, velocidades, temperaturas y tiempos de carga.

En nuestro caso, el cuerpo básico son las superficies activas de la unidad de plastificación. El cuerpo complementario lo constituye la masa de moldeo todavía sólida, muchas veces en forma de granulado. Los cuerpos intermedios pueden ser películas plásticas, productos de descomposición y fisión, y otros medios como por ejemplo oxígeno del aire, dióxido de carbono, agua o vapor de agua. En la transición del granulado a masa fundida, este sistema se transforma en otro, con cuerpo complementario (fundido) y cuerpos intermedios diferentes. Por eso se distingue generalmente entre áreas sólidas y áreas de fusión, donde el desgaste puede presentarse con distinta intensidad.

Los dos sistemas exigen un análisis, que no se limite al desgaste mecánico, sino que tenga en cuenta los efectos y reacciones causadas por procesos químicos y electroquímicos. A veces se habla también de sistemas triboquímicos.



## Desgaste mecánico

Los mecanismos de desgaste mecánico que tienen lugar durante la plastificación son por lo general complejos, puesto que el sistema tribológico cambia constantemente durante el proceso de fusión. Detalladas descripciones de los tipos de desgaste, sus causas, factores de influencia, etc., se encuentran en las referencias bibliográficas citadas al final (\*1, \*11, \*15, \*19). Aquí se mencionan sólo los puntos esenciales para su comprensión.

La figura 5 muestra los tipos más comunes de desgaste que se presentan a lo largo del eje del proceso de plastificación. Como complemento, son presentados en forma de tabla, donde figuran las "contrapartes" del desgaste, el lugar y los indicios, las

causas y los factores de influencia, además se relaciona los fenómenos de desgaste con tres áreas principales: área sin contacto con el plástico - área de sólidos (plástico no fundido) - área de material fundido, teniendo en cuenta que los límites no son precisos.

Las masas de moldeo sin carga, con pigmentos en bajas concentraciones, no causan abrasión significativa, ni en la zona del material sólido, ni en las del material fundido, a menos que se produzcan presiones muy altas en el área de sólidos, por ejemplo casquillos de alimentación (\*8). En este sentido hay que atribuir precisamente a los plásticos fundidos un efecto envolvente y lubricante.

Las figuras 7 y 8 muestran ejemplos de daños muy comunes: desgaste

por deslizamiento y lavado. Estos tipos de desgaste se presentan con frecuencia en la zona de granulados cargados, superficialmente fundidos (cuerpo abrasivo en forma de erizo), bajo la correspondiente presión, mientras que la erosión se observa en superficies del tornillo humectadas por el fundido. En el cilindro actúan mecanismos análogos, sin embargo, con intensidad variable.

El mayor desgaste en el cilindro se presenta abruptamente en la zona de compresión, luego se reduce y aumenta de nuevo en el área de carrera de la válvula antirretorno.

En el tornillo predomina en cambio el desgaste de filetes en la zona de dosificación, que aumenta en dirección del transporte. Donde no se dispone de válvulas antirretorno

### 1. Zona de alimentación



### 2. Zona de fusión / compresión



### 2. Zona de dosificación

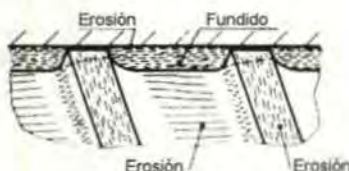


Figura 5. Modelo de fusión para termoplásticos adherentes a la pared



| Tipo                                           | Par                                | Apariencia                                                   | Lugar                                                                                              | Área                     | Causas                                                                                                                        |
|------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Deslizamiento seco (adhesivo)                  | Metal / metal (seco)               | Corrosión, desportilladura segregación de cal/ calcificación | Caña del husillo<br>Filete – zona de alimentación                                                  | Sin material             | Pareja, dureza, peso, deformación, esfuerzo unilateral, (bolsas y casquillos de alimentación)                                 |
| Deslizamiento de gránulos, rodadura (abrasivo) | Metal / plástico<br>Metal / carga  | Surcos, canales, huellas de rodadura                         | Fondo del husillo en la zona de alimentación y de compresión                                       | Área de material sólido  | Alta presión (plásticos sin carga) pigmentos y cargas duros (secos)<br>Coloración en seco                                     |
| Deslizamiento (abrasivo)                       | Metal / carga                      | Surcos, estrías                                              | Fondo del husillo en la zona de compresión                                                         |                          | Alta presión, pigmentos y materiales de carga en plásticos en fusión; efecto erizo, masterbatch, colorantes en forma de pasta |
| Lavado (abrasivo)                              | Metal / material de carga          | Surcos, estrías socavación                                   | Flanco del filete en la zona de compresión                                                         |                          |                                                                                                                               |
| Erosión (abrasivo)                             | Metal / fundido plástico con carga | Grietas, ondulaciones, ranuras, piel de naranja              | Filete, flanco, fondo del husillo, al final de la zona de compresión, y en la zona de dosificación | Área de material fundido | Viscosidad (tensión residual)<br>Movilidad, dureza de los materiales de carga, Fuerzas, energía cinética                      |
| Deslizamiento húmedo (adhesivo – abrasivo)     | Metal / metal lubricado            | Corrosión, estrías desportilladura                           | Cilindro / filete<br>Cilindro / anillo de retención<br>Anillo de retención / punta                 |                          | Presión, fuerzas, deformación<br>Dureza, emparejamiento lubricación                                                           |

Figura 6. Desgaste mecánico en la plastificación de materiales plásticos

(transformación de termoeestables), o donde éstas no sean herméticas el desgaste que se observa en dicha zona es muy alto.

La vida útil de un cilindro es por lo general 2 a 4 veces la de un tornillo. El desgaste en boquillas y válvulas antirretorno se considera como algo normal y no como algo negativo (se habla de piezas de desgaste).

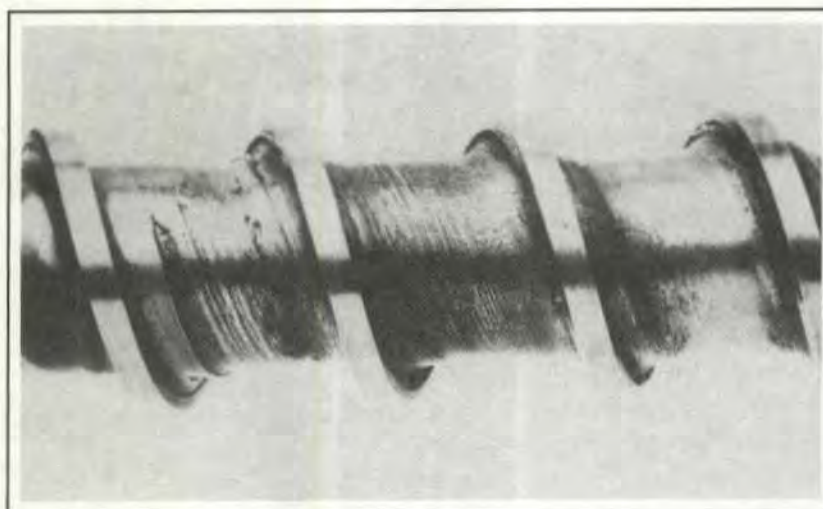
Daños menos frecuentes en tornillos son grietas y fisuras en la capa de nitruración como consecuencia de esfuerzos excesivos de torsión (arranque en frío, falta de protección contra esfuerzos excesivos). Otros daños pueden ser causados por fallas de construcción: el descascarillamiento que se presenta en la figura 9 fue provocado por entallas de rectificado a causa de un pulido de

acabado demasiado basto. Fluctuaciones de la carga dinámica favorecen en este caso el desgaste.

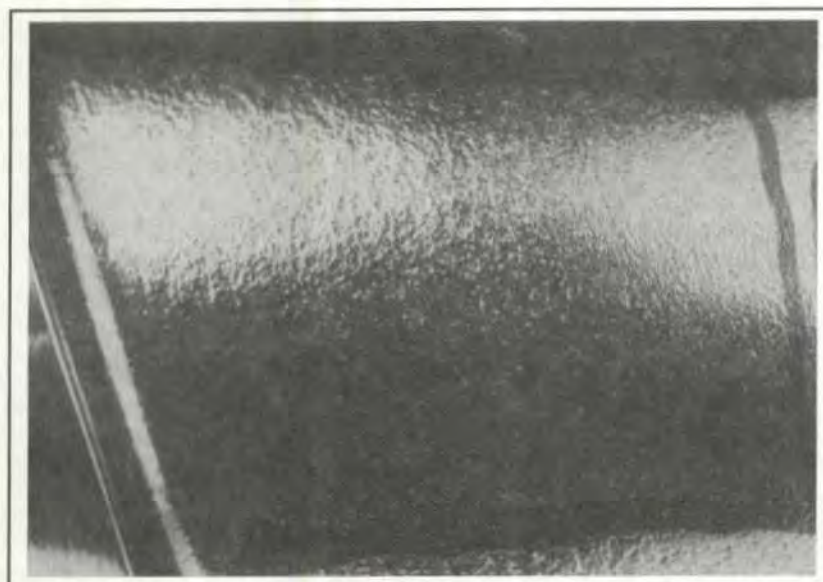
#### Corrosión

La parte química en este juego de mecanismos, o sea el desgaste por corrosión, depende de tantos factores, que a veces es imposible ponderar





*Figura 7. Desgaste por deslizamiento y lavado en la zona de compresión*



*Figura 8. Desgaste por erosión en la zona de dosificación*

sus efectos. Agentes que aumentan la corrosión son:

El agua, el aire (oxígeno, dióxido de carbono), los gases de cloruro, los ácidos residuales, las soluciones electrolíticas, los hidrógenos de halógeno, las impurezas y los productos de degradación (\*1, \*8, \*11, \*12). Estos contaminantes provienen del ambiente y entran al sistema junto con la masa, de aditivos, materiales de carga e impurezas que

se separan en el proceso de fusión, y de los plásticos fundidos (segregación, degradación, reticulación).

Desde luego que también los parámetros de transformación (temperaturas, presiones, tiempos) y la dinámica de procesos influyen decisivamente en el grado y la velocidad de tales reacciones.

Asimismo las propiedades de adhesión, deslizamiento y pegado de

los fundidos determinan el desarrollo de estas reacciones. Deslizantes, por ejemplo pueden provocar en ABS la adherencia de material fundido en las superficies metálicas y reducir así el grado de corrosión, mientras que todos los daños en superficies como entalladuras, fisuras, rotos, defectos de lisura y asperezas aceleran la corrosión, lo cual sería tema de estudio, al revisarse la información sobre los aceros para unidades de inyección y su tratamiento.





Figura 9. Desprendimientos de la capa de nitruración por entalladuras producidas en el proceso de rectificado o pulido

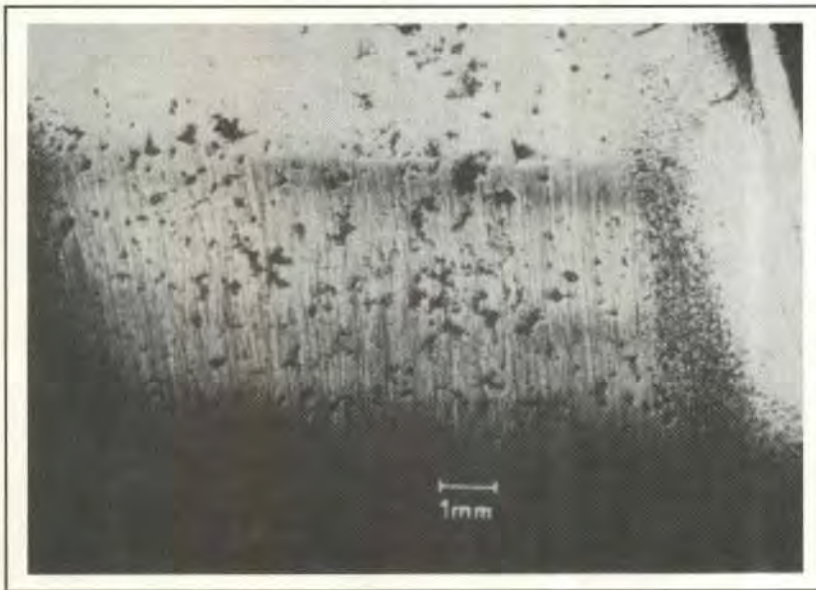


Figura 10. Corrosión en forma de picadura en una superficie de acero nitrurado

El desgaste meramente corrosivo se presenta en forma de desprendimiento laminar y agresión puntiforme (picadura), véase la figura 10. En combinación con el desgaste mecánico, puede presentarse en formas muy diversas.

#### **Clasificación de los plásticos de moldeo según su influencia en el desgaste**

La composición y la estructura de los materiales plásticos, los aditivos y materiales de carga, su comportamiento de transporte y sus

reacciones químicas inciden en gran medida en la intensidad y ubicación del proceso de desgaste mecánico y químico. Los dos tipos de desgaste son inseparables, porque se desarrollan conjuntamente y en mutua interacción. Por ejemplo, superficies destruidas por corrosión, son más susceptibles al desgaste mecánico; capas pasivas deterioradas por desgaste mecánico son luego atacadas por corrosión.

El resultado es un desgaste por abrasión y corrosión (en el área de material sólido) o por corrosión y erosión (en el área de material fundido).

Bajo el punto de vista meramente mecánico, lo decisivo es el microproceso de desprendimiento de viruta mediante los materiales de relleno y refuerzo. Según (\*1) la intensidad de la abrasión es una función de:

- el tipo, la cantidad, la presentación y la dureza de los aditivos,
- el número de los microfilos y
- los esfuerzos que estos materiales pueden ejercer sobre la superficie de acero, a través del fundido.

Lo último es ante todo un problema de fijación, movilidad y energía cinética de las partículas, lo cual depende en alto grado de los parámetros de transformación, que definen temperatura y viscosidad, presión y velocidad de cizallado así como las orientaciones moleculares.

Ejemplos interesantes de estas dependencias son:

- a. el mayor desgaste en presencia de fibras de vidrio más gruesas, en comparación con fibras más delgadas, del mismo peso de relleno (\*27)



- b. el menor desgaste usando fibras cortas, a pesar del mayor número de filos cortantes (\*9, \*27).

La forma y dureza de los cuerpos abrasivos pueden provocar desgaste de muy variada intensidad, según área del proceso:

Fibras de vidrio en PA 66 producen en el área del fundido un desgaste unas 14 veces mayor que esferas (\*9); en cambio en el área de material sólido, las esferas ejercen una mayor compresión hertziana, que se puede traducir en mayores niveles de desgaste (\*10).

Además, en contacto con superficies de acero, algunos plásticos tienden a efectos de adhesión, al menos en determinados rangos de temperatura. Fenómenos típicos de desgaste causados por adherencia son desportilladuras en superficies nitruradas, debido a fuerzas adhesivas entre la capa de nitruración y PC fundido que en ella solidifica y se fija por contracción. La figura 11 muestra daños de esta naturaleza.

La coloración directa en seco, con pigmentos duros, con líquidos o pastas bombeables mediante masterbatch muchas veces conllevan a desgaste significativo en las zonas de alimentación y compresión. En este caso la causa son intensa abrasión seca o lubricación insuficiente de las pastas o de la mezcla básica de baja fusión, junto con altas concentraciones de pigmento.

Tomando el desgaste abrasivo y el corrosivo como uno solo, se podría hacer el intento de clasificar los plásticos de moldeo según su comportamiento frente a este deterioro. En la experiencia práctica de hecho existen plásticos que en cuanto a desgaste dan más motivo de quejas que otros (\*2). Estas observaciones empíricas son confirmadas, en



**Figura 11.** Desprendimientos de la capa nitrurada causados por fundido de PC en proceso de enfriamiento

principio, mediante ensayos de simulación (\*15). Para los termoplásticos se definió el siguiente orden:

PC-GF y SAN-GF - poco desgaste

PA 6-GF - desgaste mediano

PA 66-GF - mayor desgaste que con PA 6.

Según mediciones más recientes, el PBTP-GF y el POM-GF se comportan aún menos favorable; sorprende sin embargo, un resultado de alto desgaste con PE-GF, que no se observó usando PP-GF (\*1).

#### ***Influencia del material de tornillos y cilindros***

Como materiales estándar para tornillos y cilindros sigue empleándose los aceros de nitruración al gas o en baño 34 Cr Al Ni 7 (1.8550) y 31 Cr Mo V 9 (1.8519); a pesar de que presenten notables deficiencias. En (\*3) son considerados, ya en 1.974, como aplicables únicamente a la

transformación de PE y PS. No cumplen con las exigencias actuales, porque no ofrecen la protección suficiente contra abrasión y corrosión.

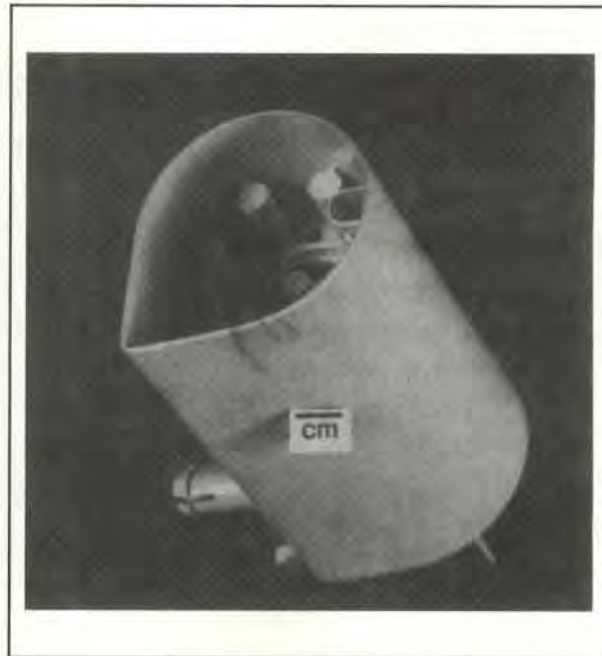
En (\*14) se nombran como causas más frecuentes de falla, deficiente resistencia al desgaste, poca reserva debido a capas de bajo espesor, aplastamiento de la delgada capa nitrurada junto con una dureza básica demasiado baja, y fallas de nitruración (por ejemplo fragilidad a causa de sobrenitruración).

La figura 12 muestra la micrografía de una capa frágil de nitruración. Algunas partículas son socavadas por el fundido a lo largo de los límites intergranulares y se separan del compuesto. Estas fisuras y huecos son el origen de más desgaste abrasivo y corrosivo en la superficie del acero y favorecen la formación de productos de degradación, casi siempre entre oscuros y negros, en los fundidos plásticos, muchas veces con el resultado de decoloración, estrías y líneas grises y moteados en el producto final, (véase la figura 13). La





**Figura 12.** Micrografía de la capa nitrurada de un tornillo de inyección.



**Figura 13.** Estrías grises en una pieza de ABS debido a desprendimientos metálicos.

acumulación de hierro en las zonas decoloradas es un indicio de remoción metálica, en la mayoría de los casos.

Se dice que los aceros ionitrados muestran un mejor comportamiento, pero en general presentan, además de las deficiencias mecánicas (dureza, espesor, fragilidad) una muy baja resistencia a la corrosión.

#### **Medidas de prevención**

Existe todo un catálogo de medidas para la prevención y la protección contra el desgaste, que se relacionan esencialmente con:

1. el diseño de los elementos constructivos de la inyectora
2. la selección y el tratamiento de los materiales de fabricación y
3. los parámetros del proceso de inyección.

Sólo un cuidadoso ajuste de las medidas individuales puede resultar en una protección eficiente.

#### **1. El diseño de los elementos constructivos de la inyectora**

Independientemente de la selección del material de fabricación y las condiciones de transformación es posible contrarrestar el desgaste mediante algunos detalles de configuración.

##### **a. Geometría del tornillo**

La figura 14 muestra primero algunas geometrías susceptibles a desgaste: Tornillos cortos tienen una deficiente capacidad de fusión y homogeneización. El granulado no fundido es transportado prematuramente a zonas de elevada presión. Zonas de alimentación de longitud insuficiente, compresión demasiado alta y zonas de compresión demasiado cortas son

condiciones que dificultan la protección al desgaste. Efectos similares se observan en tornillos con núcleo progresivo.

Se espera una mejor resistencia al desgaste del último tornillo, en la parte inferior de la misma figura. Para tornillos con una longitud de 20D, en función de una fusión cuidadosa, el paso debería ser reducido de tal forma que se disponga de 20 canales. También las profundidades del canal en la figura 15 constituyen un compromiso entre lo adecuado para termoplásticos semicristalinos y termoplásticos amorfos. Desviaciones de estos valores no deberían exceder el 10%.

(Excepciones para diámetros mayores a 80 mm y para termoplásticos semicristalinos y ésteres de celulosa. Véase ATI 173/78 "Tornillos de inyección para termoplásticos de Bayer").



**b. Cabeza del cilindro**

En el área de la cabeza del cilindro hay que tener en cuenta dos puntos críticos: en primer lugar, las dos superficies de obturación en la parte frontal deben ser planas y sin defecto, para que se ajusten a la superficie antagónica sin hendidura. Material plástico que penetre en tales hendiduras craquea. Arrastrado por el flujo del fundido, puede causar decoloración y motas en la pieza terminada. En algunos casos se originan también procesos de corrosión en estas hendiduras que destruyen aun más las superficies de obturación. Presiones en superficies de contacto hasta de 400 N/mm<sup>2</sup> apoyan el efecto de estanqueidad.

En segundo lugar, hay que procurar un diseño reológicamente favorable para el paso del diámetro del cilindro al de la perforación de la boquilla. Conos pulidos evitan el estancamiento del material en "zonas muertas" que se presenta en elementos de reducción escalonados o en forma de cebolla.

**c. Válvulas antirretorno**

Propiedades que reducen el desgaste son también aquí un anillo de presión entre la punta y la parte frontal del tornillo con superficies de contacto impecables, y secciones transversales de flujo debajo del anillo de obturación similares a los que se dan en el último canal del tornillo (+/- 20%).

Así mismo se recomienda un flujo de la masa sin cambios bruscos de dirección, guías de longitud suficiente para el anillo obturador, con función hermética (aproximadamente 1-D; 0,8-D para diámetros > 70 mm), cierre rápido de la válvula para evitar flujos de fuga y blindaje de los filetes en la punta del tornillo, ya que se deslizan en el anillo obturador causando abrasión.

Además, el cono de la punta del tornillo debe ajustarse a la cabeza del cilindro. Para el juego máximo admisible entre anillo de obturación y perforación del cilindro, exento de fugas, no se puede dar una medida de aplicación general. Este depende en gran parte de la viscosidad de la masa

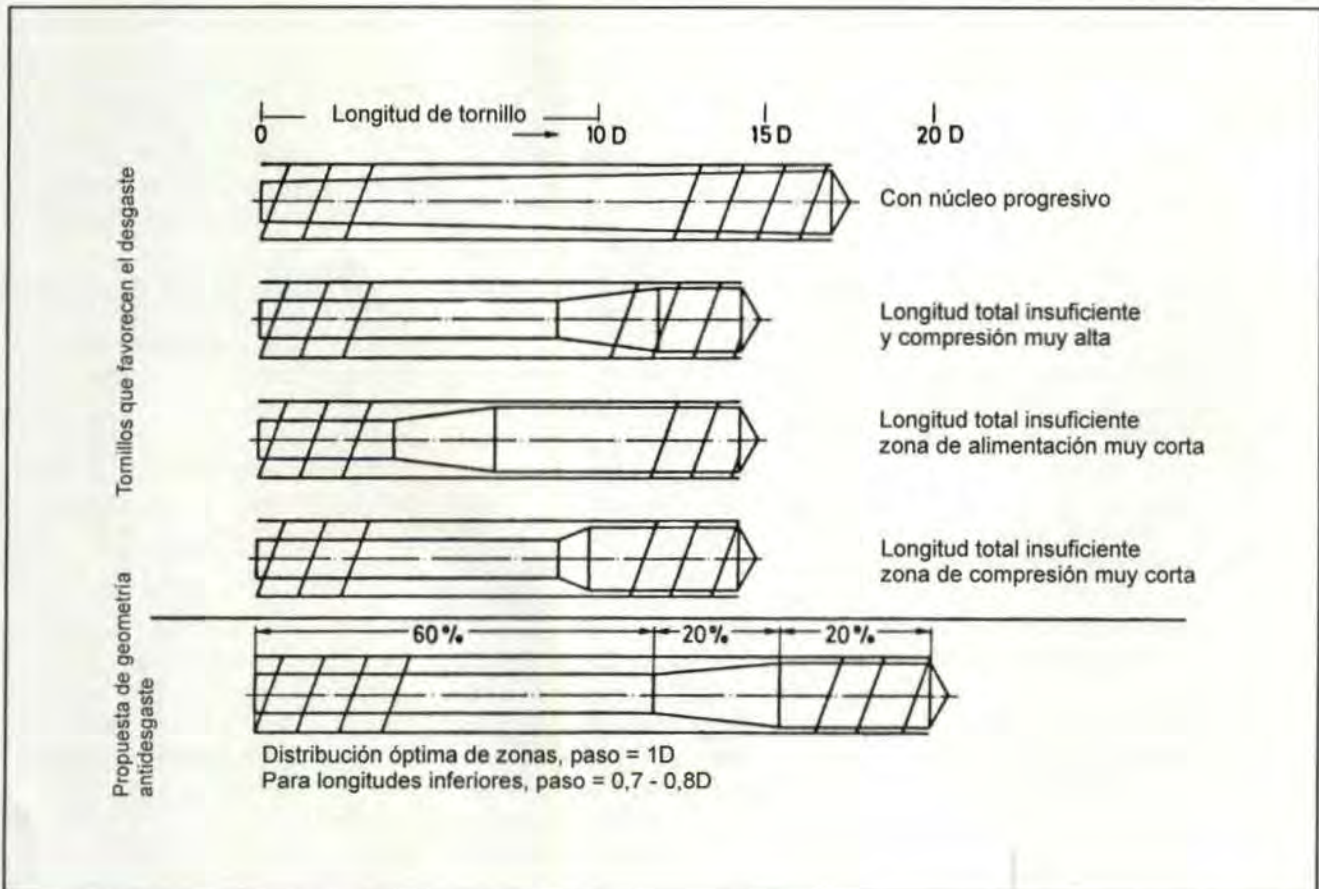


Figura 14. Geometrías de tornillo que favorecen o previenen el desgaste.



| Diámetro de tornillo<br>mm | Profundidad de canal |      |                      |     | Proporción de la profundidad de canal |
|----------------------------|----------------------|------|----------------------|-----|---------------------------------------|
|                            | Zona de alimentación |      | Zona de dosificación |     |                                       |
|                            | A*                   | mm   | A*                   | mm  |                                       |
| 30                         | 0,142                | 4,3  | 0,070                | 2,1 | 2:1                                   |
| 40                         | 0,135                | 5,4  | 0,065                | 2,6 | 2,1:1                                 |
| 60                         | 0,125                | 7,5  | 0,056                | 3,4 | 2,2:1                                 |
| 80                         | 0,114                | 9,1  | 0,048                | 3,8 | 2,4:1                                 |
| 90                         | 0,111                | 10,0 | 0,047                | 4,2 | 2,4:1                                 |
| 120                        | 0,100                | 12,0 | 0,040                | 4,8 | 2,5:1                                 |
| >120                       | máx. 14,0            |      | máx. 5,6             |     | máx. 2,5:1                            |

A\* = factor para el cálculo de valores intermedios para el diámetro  $A \times D$  = profundidad de canal

Las profundidades de canal (h) también se pueden calcular para cualquier diámetro (Dx) mediante la ley básica  $h_x = h_o (Dx / Do)^{0,74}$ .

Figura 15. Profundidades de canal en tornillos para termoplásticos, (\*20)

y la presión requerida para el moldeo de la pieza. Si el juego es demasiado grande, puede presentarse un desgaste más intenso.

## 2. Selección del material de fabricación

Las conocidas deficiencias de los aceros de nitruración estándar y los tipos de esfuerzo permiten definir las propiedades de los materiales que se exigen para la fabricación del tornillo, el cilindro y el anillo de obturación. En algunos casos puede justificarse determinar la selección del material específicamente con base en la componente principal de desgaste (abrasión o corrosión). Hay sin embargo, tres argumentos a favor de unidades de plastificación universales:

- A largo plazo, el industrial desea transformar exitosamente diferentes termoplásticos en la misma máquina
- Corrosión y abrasión muchas veces actúan conjuntamente, sin que sea posible determinar con cuál participación cuantitativa

- La protección contra un solo tipo de desgaste puede descuidar las influencias poco significativas, de otros, lo cual puede generar defectos en las piezas y géneros rechazados.

Los materiales para tal unidad de plastificación "universal" deben cumplir con las siguientes exigencias:

- dureza superficial suficiente en una capa con el mayor espesor posible (reserva para el desgaste)
- ductilidad suficiente de esta misma capa (susceptibilidad a la fisuración, carga dinámica)
- apoyo de esta capa mediante una base firme, resistente a la presión
- estabilidad y dureza al calor para altas temperaturas de proceso
- buenas propiedades de deslizamiento, poca tendencia adhesiva en contacto con plásticos fundidos
- estabilidad química adecuada para suprimir problemas de corrosión
- homogeneidad de las propiedades
- poca tendencia a la deformación
- buena resistencia a esfuerzos mecánicos.

Existe una serie de medidas para cumplir con estas exigencias. Las más usuales están resumidas en la figura 17, sin que aquí se pretenda ofrecer un listado completo, de validez absoluta, ya que cualquier listado está sujeto a futuras experiencias.

Como cilindros, se está usando cada vez más los tubos bimetálicos, recubiertos en su interior con una capa de blindaje de aproximadamente 2 mm, que garantiza su protección contra la abrasión y la corrosión. En ocasiones, especialmente en caso de reparaciones, se montan también casquillos recubiertos en un tubo soporte.

Para los tornillos existen varias soluciones: buscando la protección combinada contra abrasión y corrosión, se utilizan con frecuencia aceros al cromo altamente aleados, de temple total. Estas superficies no tienden a desprendimientos, en contacto con fundidos plásticos en proceso de enfriamiento que adhieren a la pared, y sólo en menor grado a la formación de capas límite (motas,



decoloraciones). Asimismo, se ha obtenido buenos resultados con aceros al cromo bonificados, blindados con estelita en áreas muy delicadas, como los filetes del tornillo, y con ionitruración adicional de toda la superficie. Los aceros nitrurados estándar con blindaje de los filetes y cromado duro del fondo del tornillo, son algo sensibles al trato rudo y a la abrasión. Pueden presentarse desprendimientos en la capa de cromado.

Para tornillos y cilindros de diámetro pequeño se usan también componentes tratados al boro. A las capas de boruro se les atribuye dureza y buena resistencia a la corrosión.

El blindaje de filetes o de superficies completas con estelitas muchas veces se entiende como medida de reparación o de recuperación de unidades estándar. Sobre su eficacia existen controversias. Muchas veces se observan fisuras, desprendimientos

y deformación, que cuestionan su rentabilidad frente a tornillos nuevos.

Para otros tratamientos de superficies como por ej. la aplicación no eléctrica de capas de carburo de Ni o de NiSi, el método CVD o PVD (generación química o física de capas de desgaste desde la fase gaseosa), o el uso de materiales duros para elementos constructivos faltan aún experiencias sólidas.

La selección de los materiales para la cabeza del cilindro y el anillo antirretorno se orienta por los que se usan en los tornillos (véase la figura 17).

### 3. Parámetros del proceso de inyección

Los principales factores que influyen en el proceso son presión, velocidad, cizallado, temperatura y tiempo de permanencia. Como se presentan simultáneamente y ejercen influencia el uno sobre el otro, no es posible

cuantificar con exactitud el desgaste que produce cada uno, pero sí estimar la tendencia correctamente para reducir el desgaste. Sin embargo, existen también tendencias opuestas. Por ejemplo, puede duplicarse la velocidad de reacción química, con sólo aumentar la temperatura en 10K, mientras que el cizallado se reduce considerablemente. Por otra parte, las posibilidades de intervenir son bastante limitadas, por condiciones adicionales. Determinada resistencia del molde al llenado exige determinadas presiones y velocidades mínimas, a elevadas temperaturas, tal vez al límite de lo admisible, de proceso. Por razones de rentabilidad puede ser necesario seleccionar una altísima velocidad circunferencial del tornillo para reducir el tiempo de dosificación.

Por eso las condiciones del proceso, generalmente, no son optimizadas con relación al desgaste, sino respecto a otros criterios tales como la calidad y la rentabilidad de la pieza terminada.

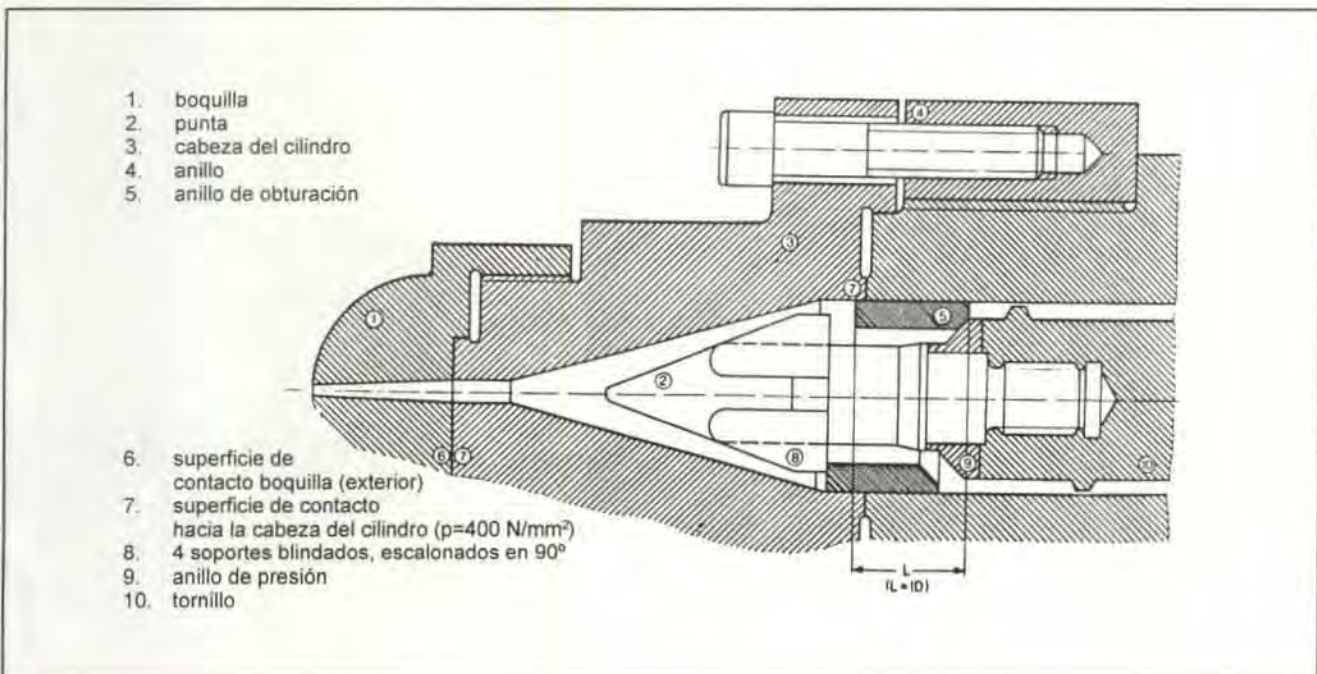


Figura 16. Propuesta de diseño para el área de la válvula antirretorno / boquilla



### Cilindros

- a. Recubrimiento con una capa de blindaje, preferiblemente con base en Ni-Co-Cr-W-B; casi libre de Fe; aceros C aleados o no aleados.
- b. Montaje de casquillos recubiertos;  
Tubo portador, aceros nitrurados, por ejemplo: 34 Cr Al Ni 7 (1.8550)  
31 Cr Mo V9 (1.8519)
- c. Capas difusoras de boruro; pequeños diámetros.

### ***Tornillos***

- a. Aceros al Cr de alta aleación y de temple total (diámetros hasta de 60 mm, longitud 1500 mm), a veces adicionalmente ionitrurados; por ejemplo:
- |                              |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| X 155 Cr V Mo 12 1 (1.2379); | X 165 Cr Mo V 12 (1.2601) |
| X 210 Cr 12 (1.2080);        | X 220 Cr Mo 12 2 (1.2378) |
| X 210 Cr W 12 (1.2436)       |                           |
- b. Blindaje de filetes de estelita con aceros al cromo ionitrurados; por ejemplo
- |                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------|
| X 35 Cr Mo 17 (1.4122); bonificado; diámetros pequeños y medianos |
| X 22 Cr Ni 17 (1.4057); bonificado; diámetros pequeños y medianos |
| X 5 Cr Ni 13 4 (1.4313); bonificado; todos los diámetros.         |
- c. Blindaje de filetes de estelita con cromado del fondo del tornillo y de los flancos; por ejemplo: 31 Cr Mo V 9 (1.8519)
- d. Capas difusoras de boruro; diámetros pequeños.

### Cabeza de cilindro

- a. Aceros al cromo de alta aleación; ionitrurados (véase tornillos b.)
- b. Aceros nitrurados estándar, con cromado duro; por ejemplo 31 Cr Mo V 9 (1.8519).

### Válvulas antirretorno

- A. Punta y anillos de presión
- \* Filetes de la punta siempre blindados con aleación de Cr Ni B y adición de carburo
  - a. Aceros al cromo de alta aleación; eventualmente ionitrurados; (véase tornillos b.)
  - b. Aceros al cromo de alta aleación y temple total (véase tornillos a.)
- B. Anillos de obturación
- a. Aceros al cromo de alta aleación y buena tenacidad; de temple total o bonificados, ionitrurados; por ejemplo  
X 155 Cr V Mo 12 1 (1.2379)  
X 35 Cr Mo 17 (1.4122)
- C. Todos los elementos constructivos elaborados en
- materiales duros, o
  - boronizados, o
  - protegidos por capas CVD / PVD.

**Figura 17. Selección de materiales para componentes de inyección resistentes al desgaste.**



| Ejemplo | Tratamiento contra el desgaste                                           | Plástico       | $\phi$ | Vida útil factor S | Costos factor K | Rentab. S / K | Observaciones                 |
|---------|--------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|--------------------|-----------------|---------------|-------------------------------|
| A       | Cilindro: revestimiento<br>Tornillo: templado total                      | PA 6 + 30% GF  | 60     | > 5                | 1,5             | > 3,3         | en servicio después de 200 t  |
| B       | Cilindro: revestimiento<br>Tornillo: blindaje de filetes y cromado       | PA 6 + 30% GF  | 60     | > 6                | 1,8             | > 3,3         | En servicio después de 250 t  |
| C       | Cilindro: revestimiento<br>Tornillo: blindaje de filetes y ionitruración | PA 66 + 35% GF | 60     | > 10               | 1,7             | > 5,9         | En servicio después de 215 t  |
| D       | Cilindro: revestimiento<br>Tornillo: blindaje de filetes y ionitruración | PA 6 + 30% GF  | 60     | > 8                | 1,7             | > 4,7         | En servicio después de 4 años |
| E       | Cilindro: revestimiento<br>Tornillo: blindaje de filetes y ionitruración | PC + 30% carga | 60     | > 7                | 1,7             | > 4,1         | En servicio después de 70 t   |

Figura 18. Comparación de costos, tiempo de servicio y rentabilidad, (\*26) unidades de plastificado

La protección contra el desgaste, en componentes de la inyectora, debe ser diseñada con la debida reserva, de manera que factores del proceso, en un rango práctico ya no produzcan consecuencias.

### Experiencias prácticas y rentabilidad

Como se mencionó antes, en la práctica del taller, la evaluación de elementos de inyección con protección contra el desgaste no se puede orientar exclusivamente por criterios de rentabilidad (relación costos / vida útil). Tal evaluación debe ser más amplia y considerar también factores como el número de defectuosos y el grado de utilización de la capacidad instalada en vista de paradas por fallas y reparaciones.

La experiencia no casual, que la cuota de defectuosos puede ascender al 50% de la producción total, explica que así los costos de fabricación

pueden aumentar drásticamente. Por otra parte, no existen datos cuantitativos sobre cuotas de productos rechazados y tiempos improductivos causados por fallas de desgaste. Por eso sólo puede afirmarse que tratamientos especiales contra el desgaste reducen o eliminan estos costos y mejoran la rentabilidad en general, más allá de la relación costos / vida útil de componentes. La rentabilidad incluye, además, la aplicabilidad de la solución escogida al mayor número posible de materiales plásticos. Basta con evaluar la vida útil y los costos de fabricación en comparación con maquinaria estándar para reconocer considerables ventajas para unidades de plastificación con tratamiento antidesgaste. La tabla de la figura 18 muestra este hecho citando cinco ejemplos típicos.

Los factores de vida útil y costos representan la comparación directa con tratamientos convencionales de

acero nitrurado estándar, (\*26). Con válvulas antirretorno protegidas al desgaste, se alcanzan factores de vida útil y costo muy similares, (\*26). Al relacionar vida útil y costos, se obtiene una rentabilidad 3 a 6 veces mayor, cifras que hablan por sí solo. Si se tiene en cuenta, además, la reducción de la cuota de piezas defectuosas, se suman tantas ventajas, que los elementos de inyección con tratamiento contra el desgaste seguramente se impondrán en un futuro.

Los fabricantes de máquinas ya han respondido a esta nueva situación y están ofreciendo estas unidades universales con protección al desgaste en el mercado como accesorios especiales, a un precio 50-80% mayor, mientras que en algunos casos pertenecen al equipamiento estándar, como es razonable.



**BIBLIOGRAFÍA:**

- \*1. Uetz: Abrasión y Erosión. Editorial Hanser, 1986
- \*2. Roggenbach, H. y Vogel, H.: Revista Plastverarbeiter V.23, No 8, 1972, p. 599 - 606
- \*3. Lenze, G.: Revista Plastverarbeiter V.25, Nos 4 y 6, 1974, p. 209 - 213; 347 - 355.
- \*4. Knappe, W. y Mahler, W.-D.: Revista Maschinenmarkt V.79, No. 38, 1973, p. 816 - 820
- \*5. Braun, D. y Volz, P.: Tecnología del Taller II, 1988, p. 440 - 446
- \*6. Volz, P.: Revista Kunststoffe 71 (1981) No 1, p. 10 - 14
- \*7. Reinhard, M., Volz, P. y Mennig, G.: Estudios del Desgaste en la Zona Sólida de Máquinas Transformadoras de Plásticos, Sociedad Científica Plásticos e. V. Darmstadt, Instituto Alemán del Plástico - DKI Darmstadt, Código de Promoción O/ZT 618 ZA/NT/NTS 1009, 1982.
- \*8. Brinkschroeder, F. J. y Johannaber, F.: Desgaste en Unidades de Plastificación durante la Transformación de Termoplásticos y su Prevención. Informaciones Técnicas de Bayer, No. KL 47.107
- \*9. Mahler, W. D. Revista Kunststoffe 67, 1977, No 4, p. 224 - 226
- \*10. Volz, P.: Acta de la 7ª Reunión del Grupo de Trabajo "Desgaste", DKI Darmstadt, 18. 09. 1979
- \*11. Meridies, R. y Bassner, F.: Revista Plastverarbeiter V. 24, 1979, No 7, p. 617 - 623
- \*12. Braun, D. y Mählhammar, G.: Revista Química Macromolecular Aplicada No 69, 1978, p. 157 - 167, y No 83, 1979, p. 129 - 137 y 139 - 159.
- \*13. Mosle, H.-G y otros: Revista Kunststoffe V. 67, 1977, No 4, p. 220 - 223
- \*14. Krumpholz, R. y Meilgen, R.: Revista Kunststoffe, V. 63, 1973, No 5, p. 286 - 291
- \*15. Mahler, W.-D.: Tesis de doctorado 1975, Instituto Alemán del Plástico - DKI, Darmstadt
- \*16. Volz, P.: Revista Kunststoffe, V. 69, 1979, No. 4, p. 227 - 232
- \*17. Mennig, P. y Volz, P.: Revista Kunststoffe V. 70, 1980, No 7, p. 385 - 390
- \*18. Volz, P.: El Efecto corrosivo de Compuestos Termoplásticos de Moldeo en la Superficie Metálica bajo Condiciones de Inyección.
- \*19. Stolte, E.: Desgaste y Resistencia al Desgaste de Aceros. Informaciones Técnicas de Krupp. Informes del Taller, V. 37, 1979, No 3, p. 67 - 77
- \*20. Schwillay, D.: Husillos de Inyectoras para Termoplásticos Bayer. Informaciones Técnicas de Proceso 173, 1978, Bayer AG, No. 47.125
- \*21. Metzger, W. y Florian, Th.: Revista Plastverarbeiter V. 30, 1979, No 3, p. 142 - 145
- \*22. Knotek, O. y Putzier, U.: Procesos PVC/procesos CVD. Casa de la Técnica: Publicaciones de Conferencias No 173, p. 17 - 23/ 4 - 17
- \*23. Kortmann, W.: Aceros de Herramientas Resistentes al Desgaste para la Transformación de los Plásticos. Ponencia en el Coloquio sobre altos polímeros y materiales plásticos, Universidad Técnica Darmstadt, 9. 11. 1978
- \*24. Rembkes: Observación durante la 12ª sesión del Grupo de Trabajo "Desgaste" del Instituto Alemán del Plástico DKI, Darmstadt, 9.11.1982
- \*25. Wolde-Giorgis: Discusión de los resultados de ensayos, durante la 12ª sesión del Grupo de trabajo "Desgaste", del DKI Darmstadt, 9. 11. 1982.
- \*26. Lülldorf, P.: Información personal sobre análisis aún no publicadas de la empresa Reiloy-Metall GmbH.
- \*27. Seiler: Acta de la 7ª reunión del Grupo de Trabajo "Desgaste" del DKI Darmstadt, 18. 9. 1979.

*Traducción realizada para el Informador Técnico por la señora Ilse Koenig de Laverde, instructora CDT ASTIN.*

Tomado de:  
KAMINSKI, Axel. -- Verschleiss-Schutz beim Spritzgiessen = Prevención del desgaste en el moldeo por inyección. -- Leverkusen: BAYER, Geschäftsbereich Kunststoffe - Anwendungstechnik, 1987





# EL CONTENIDO HUMANÍSTICO EN LA FORMACIÓN DE LOS INGENIEROS

Por: J.A. MARTÍN-PEREDA

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA FOTÓNICA, ETSITM, UPM

® Reproducido con la autorización expresa del editor

## INTRODUCCIÓN

El interrogante de cuál debe ser el contenido humanístico en la formación de los ingenieros es el tema central del presente artículo. Para acercarse a él se formulan las siguientes preguntas básicas: ¿cuáles es el entorno en el que se mueve la Ingeniería? ¿cuál debería ser la formación humanística de un ingeniero? ¿para qué necesita el ingeniero tener una formación humanística? ¿qué formas habría de abordar el tema? ¿se pueden sacar conclusiones de lo planteado? El contenido del artículo trata de iniciar las respuestas.

¿Para qué le hace falta a un ingeniero saber quién es Thomas Mann? ¿Necesita saber qué escribió Kafka para calificar a algo de «kafkiano»? ¿Le es útil diferenciar un Rembrandt de un Hals? ¿Le vale para algo saber que Prokofiev puso música a algunas de las películas de Eisenstein?

Evidentemente, no. Nada de todo ello le es preciso para desempeñar bien su trabajo y, con toda seguridad, puede ser un eficaz ingeniero sin haber invertido (¿perdido?) parte de su tiempo en conocer cosas equivalentes a las anteriores. Es seguro que le será más provechoso para su carrera distinguir un Rioja del

93 o saber, en qué restaurante ofrecen la mejor pularda, que aguantar el imposible «el clave bien temperado» o una tragedia de Esquilo. Si hace cien años un ingeniero de caminos podía estrenar sus melodramas en los escenarios madrileños, y aspirar y conseguir un Nobel de Literatura, dudo que hoy exista alguno que, aunque secretamente, aspire a algo similar.



Las Humanidades han sido tema recurrente desde hace algunos años. Pero siempre ha sido para temas ligados más a la enseñanza preuniversitaria que a la dada en la

Universidad. Se supone que, en este último nivel, el estudiante ya debe estar formado lo suficiente. Que ofrecer algo que lo aparte de su trayectoria profesional no será útil para su futuro. El universitario, según parece, debe poseer cuando entra en la Universidad la base suficiente para iniciar cualquier actividad extraacadémica que desee y, al mismo tiempo, el criterio adecuado para establecer las pautas de actividad que le sean más convenientes. Y posiblemente debiera ser así.

Dejando a un lado el tema de qué se sabe realmente o qué formación se tiene cuando se llega a la Universidad, los estudios allí, sobre todo en las ingenierías, han sido casi siempre una especie de carrera de obstáculos en la que lo más fundamental es acabar cuanto antes para acceder al mercado de trabajo. Un año de retraso puede suponer la pérdida de alguna oportunidad. Si el día tiene 24 horas, al menos 12 han de estar dedicadas exclusivamente a la formación técnica. Sobra cualquier cosa que pueda distraer en el camino.

En los nuevos planes de estudio aparecen, por primera vez, unas asignaturas que se engloban en un bloque designado con el apelativo de



«créditos de libre elección». Es un número mínimo de horas que deben ser tomadas de entre las que se ofrezcan en el entorno en el que se desarrollan los estudios y que, en principio, pueden alejarse del objetivo primario de éstos. Si el lugar de las clases se encuentra en un campus, donde las ingenierías cohabitan con carreras de «letras», no es demasiado difícil compartir aula, en esas asignaturas libremente elegidas, con estudiantes «no técnicos». Y también ser discente en temas alejados de sus estudios fundamentales. Esto le puede dar, quizás, un barniz que puede ser beneficioso. Pero si el centro está aislado y es puramente técnico, en la mayor parte de las ocasiones lo «libre» puede tomar la pátina tecnológica pura del resto de asignaturas. Nada de lo anterior se cumple ahora. Es más de lo mismo, aunque con diferente apellido.

Conjuntamente con todo lo anterior aparece otro hecho fundamental: ¿cuáles es el motivo que guía la elección de esas asignaturas? En primer lugar, el obvio de su facilidad para obtener el aprobado. En segundo la impartición en una hora que no coincide con asignaturas de su propia carrera. En tercero, que no suene demasiado raro. Resultado que se consigue: que es un relleno que hay que cumplir y que, versión casi ya siglo XXI, sustituye a las antiguas «tres marías» que todos hemos conocido. Beneficio consecuente: ninguno, casi ninguno o, en el mejor de los casos, muy escaso.

¿Cómo deberá entenderse pues la enseñanza de las Humanidades en

las carreras de ingeniería? A algunas disquisiciones sobre este tema se dedicarán los siguientes renglones.

### PRIMERA PREGUNTA: ¿CUÁLES EL ENTORNO EN EL QUE SE MUEVE LA INGENIERÍA <sup>(1)</sup>?

Esta pregunta puede resultar, a primera vista, un tanto fuera del contexto, en el que se deberán mover las presentes líneas. Pero como creo que nada puede determinarse de qué debe estar compuesto, si no se sabe antes, para qué va a ser utilizado o qué función debe cumplir, me parece necesario plantear en primer lugar lo que yo entiendo por ingeniería y cuál es el entorno, en el que se mueve.

La definición de Ingeniería que yo plantearía aquí sería la siguiente:

**«Ingeniería:** *Conjunto de actividades basadas en la creatividad del ser humano y que tiene como fin el apoyo en la realización de las tareas necesarias para su subsistencia, su relación con el entorno en el que se encuentra, el mejor aprovechamiento de éste, y el intercambio de información con otros seres vivos».*

Cabría añadir a lo anterior que los métodos, las técnicas y las herramientas empleadas para las anteriores funciones están basadas, en algunas ocasiones, en los conocimientos científicos que el propio ser humano ha elaborado con anterioridad. En otros casos, son esos desarrollos tecnológicos los que dan lugar a avances en el campo de la Ciencia. En eso podría diferenciarse la ingeniería de la artesanía.

A lo anterior podría añadirse, como corolario, el que la Ingeniería se separa de la Ciencia en que ésta puede tener un fin en ella misma, ser ella su único objetivo. La Ingeniería, no. La Ingeniería sólo tiene sentido en cuanto que puede ser aplicada, o puede llegarse a emplear en algún sector concreto de la Sociedad.

Es evidente que a las anteriores afirmaciones pueden hacerse una infinidad de críticas y que, en ocasiones, lo planteado en ellas no es cierto. Como el espacio de que aquí dispongo para matizar mis palabras es muy reducido, no voy a profundizar más en ellas, ni voy a intentar justificarlas. Sólo las tomaré como punto de partida, dejando para otra ocasión su desarrollo.

De todo lo anterior únicamente quisiera poner énfasis en el hecho que sí creo es incuestionable: el de la íntima relación que existe entre el producto de la ingeniería, de los ingenieros, y la sociedad en la que se mueven. Si un ingeniero es un profesional, cuyo trabajo debe estar al servicio de la sociedad en la que se encuentra, resulta evidente que para que pueda cumplir con sus funciones en la forma más integral posible, deberá tener una cierta idea de cuál es o ha sido esa sociedad, qué características ha tenido o tiene y cuáles son las fuerzas que en cada momento la mueven o la han movido. Y al mismo tiempo, según sus propios criterios, sus propias convicciones o su forma de entender la vida, adaptar a todo ello su trabajo. Eso es lo que yo entiendo como «formación humanística del ingeniero».

(1). - Algunas de las ideas desarrolladas aquí fueron planteadas con anterioridad por el autor en una sesión interna de la Academia de Ingeniería de España, el 22 de septiembre de 1997, bajo el título de "Cajón de sastre de ideas revueltas para UN DOCUMENTO SOBRE LA INGENIERÍA". El documento a que se hace alusión no ha aparecido aún y dudo que lo haga en un plazo breve.



## SEGUNDA PREGUNTA: ¿CUÁL DEBERÍA SER LA FORMACIÓN HUMANÍSTICA DE UN INGENIERO?

Hay dos formaciones humanísticas que podrían surgir, en una primera tentativa, como respuesta a esta pregunta. La primera sería la que continuase con las ideas trazadas al iniciar este artículo. Es la que aportaría a su conocimiento del medio en el que se va a desenvolver, unas bases generales de, por ejemplo, literatura, arte o temas equivalentes. Pero mi impresión es que si a los veinte años no se ha sentido ya el hormiguillo de adentrarse en ese terreno, muy difícilmente se va a hacer a partir de entonces. Y mucho menos con la ayuda de unas asignaturas regladas de las que, para mayor Inri, el aspirante a ingeniero va a tener que examinarse. Si a alguien se le hace leer por ejemplo, porque va a entrar en el examen, «La Odisea», es seguro que la leerá, que la analizará y que se sabrá sus más mínimos detalles. Pero una vez acabado el curso, no la volverá a ojear en su vida y, mucho menos, tendrá la tentación de adentrarse, más adelante y ya sin la amenaza del examen, en «La Iliada» o en «La Eneida». Igual ocurriría, casi seguro, con cualquier otro tema de los que suelen designarse como «de cultura general». No es por ello el tipo de formación que estimo debería quedar encuadrada en lo que se denomina «formación humanística del ingeniero».

La segunda, que sería por la que yo propugnase si tuviera ocasión de ello, sería la de encuadrar los temas centrales de la carrera que se estudia, en el contexto en el que se han desarrollado. Una teoría, un descubrimiento, una técnica, no han surgido de la nada. Ni tan siquiera han surgido, de la noche a la mañana, de una idea genial de su artífice. Todos han tenido una historia previa, unos condicionantes en el momento en

que surgieron y una evolución posterior que ha marcado, quizás, su auge y su declive. Ni tampoco sólo ha habido escalones positivos en el crecer de la Ciencia o de la Tecnología. Para que algo se haya elevado sobre el nivel previo, es seguro que en paralelo ha habido muchos otros intentos que también han pretendido hacer lo mismo y que no lo consiguieron. Los éxitos son una buena enseñanza. Pero también lo son, muy a menudo, los fracasos.

Y los estudiantes de carreras técnicas, en general, no saben nada, ni de unos ni de otros. Ni saben la historia de los hechos más significativos que han marcado la trayectoria de sus tecnologías, ni conocen quienes los llevaron a cabo ni, en muchos casos, qué otras cosas estaban ocurriendo en el mundo mientras tenía lugar aquello. Hay una frase de A. Comte, en su «Cours de philosophie positive», que dice: «*On ne connaît pas complètement une science tant qu' on n' en sait pas l'histoire*». Creo que Comte no protestaría demasiado si a sus palabras se añadiese algo así como «*tanto de los hombres y las mujeres que la desarrollaron como de la sociedad en la que se elaboró*». Y dentro del término historia tampoco creo tendría empacho en englobar no sólo la historia en el sentido estricto de la palabra, sino también todo lo que pueda llevar alrededor, desde las modas que estaban en boga en ese momento, a las características socioeconómicas del entorno o a los movimientos ideológicos que se estaban produciendo.

Y todo eso es parte de lo que yo englobaría dentro de lo que pudiera denominarse contenido humanístico de las ingenierías. Y así respondería, en una primera aproximación, a la segunda pregunta que me he hecho.

## TERCERA PREGUNTA: ¿PARA QUÉ NECESITA EL INGENIERO TENER UNA FORMACIÓN HUMANÍSTICA?

En la línea con la que se ha comenzado este artículo, la respuesta más inmediata que puede adelantarse, y que sólo atiende al sentido pragmático de la profesión de ingeniero, sería la de que para muy poco. Al menos para el desarrollo de su trabajo, su única meta debería ser la de cumplir de la mejor forma que es capaz, con los requisitos planteados en el problema al que se enfrente. Y para ello casi nunca será preciso manejar ni más ideas ni más conceptos que los que están alrededor de las técnicas que necesite y emplee. Dado que las técnicas se suelen considerar como asépticas y desprovistas de toda conexión con el mundo subjetivo, una formación humanística en muy poco debería afectar la resolución de un problema. Esa formación quedaría así tan solo para la propia satisfacción interna del individuo. Pero para nada más.

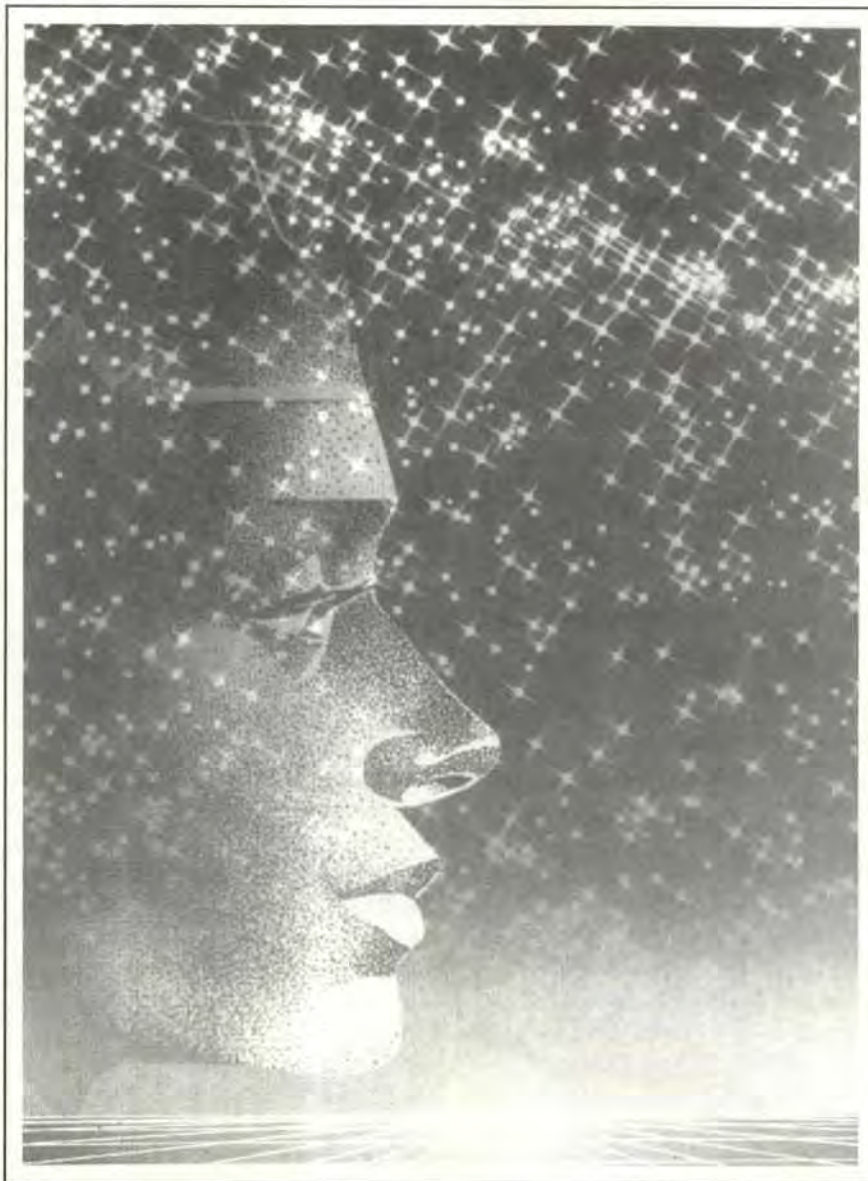
Pero si la formación humanística se entiende en el sentido apuntado anteriormente, de un cierto conocimiento de cuál ha sido el papel de la ingeniería en el entorno en el que se ha desarrollado, de cuál ha sido su evolución, de quiénes participaron en ella, de qué ideas (o en ciertas ocasiones que ideologías) la impulsaron, la situación cambia drásticamente. Podría apuntar, una vez más, como motivos para su introducción en el caudal de saberes que un ingeniero debe acumular, el simple hecho de conocer más a fondo dónde se encuentra. Pero para darle un toque más pragmático, más «ingenieril», quisiera hacer un breve listado, muy a bote pronto, de qué cosas podrían introducirse y cómo esa introducción podría mejorar el rendimiento del ingeniero. Entre las cosas que se podrían plantear estarían, por ejemplo, las siguientes:



- \* Aciertos y fracasos en el nacimiento, desarrollo y evolución de una tecnología. Estructuras y condicionantes en cada uno de los casos planteados
- \* Correlaciones de la situación del entorno con la medida adoptada y los resultados obtenidos
- \* Origen y punto de partida de las iniciativas para llevar a cabo un avance tecnológico
- \* Cómo y en qué se han aplicado los resultados de un desarrollo
- \* Mecanismos que se han adoptado para impulsar una técnica en detrimento de otra y por qué
- \* Diferentes resultados obtenidos, con análogas medidas, en distintos sectores
- \* Qué ideologías han determinado el avance de una técnica y la anulación de otra
- \* Qué motivaciones han tenido los ingenieros que han avanzado en un camino para avanzar por él y no por otro, y por qué lo eligieron.

La lista podría alargarse hasta casi el infinito. Pero su misión era sólo la de justificar que el estudio de determinados aspectos, alejados de la pura ética, también puede ser útil para el ejercicio de la profesión de ingeniero. Esta justificación, en otros momentos, es posible que no hubiera sido precisa. Pero el pragmatismo que reina en nuestros días me ha aconsejado plantearla. Y quizás sería también aconsejable esbozar algunas razones de por qué puede ser bueno que todo lo anterior forme parte de lo que, en un momento u otro, se cuente.

La metodología habitual de estudio de cualquier materia es la de plantearla como algo asentado, algo que forma



un cuerpo único. Parece como si «alguien» hubiera partido de unos principios y, sin la menor vacilación, hubiera avanzado hasta forjar todo el conjunto de hechos y temas que componen dicha materia. No aparece la menor traza de que en ese camino hayan surgido otras contribuciones. Ni tampoco que algunas de ellas, en ocasiones, pudieran ser fallidas y que, a pesar de ello, despejaron el sendero para que otros avanzarán por él con mayor soltura. Hay una legión de citas de pensadores ilustres que

reflejan el hecho de que de los errores es de donde más se aprende. Por eso es bueno que salgan a la luz de vez en cuando. Sobre todo, para que no se vuelva a caer en ellos. Y si alguien, durante su formación, sólo aprende que no hay más que un camino y que ese camino siempre conduce a la meta predeterminada, si después se encuentra en situaciones de duda o de vacilación, no sabrá salir de ellas, porque nadie le advirtió que algo así podría ocurrir.



Por eso es conveniente enseñar el mapa completo del terreno y no sólo el camino que une dos puntos.

**CUARTA PREGUNTA: ¿QUÉ FORMAS HABRÍA DE ABORDAR TODO LO ANTERIOR?**

La respuesta viene aquí dividida en dos bloques fundamentales: la metodología de su impartición y la filosofía de la misma. Cada una de ellas implica un planteamiento específico y por ello intentaré responderlas por separado.

Veamos, en primer lugar, la metodología de llevar a cabo esa «formación humanística de los ingenieros».

Podría parecer, a la luz de mis palabras hasta aquí, que esta formación debería darse como parte de la educación reglada de un ingeniero. Que algunos de los temas malamente esbozados en las líneas anteriores, podrían ser parte del currículum habitual de una carrera de ingeniero. Esa sería, no hay duda, la manera más inmediata (y fácil) de hacerlo. Con ello, algunos de sus partidarios se sentirían tranquilos y los detractores, con tal de que no impliquen muchas horas docentes, asentarían la base de que han aceptado el tema para, luego, reivindicar algún otro.

No me parece que esa debiera ser la forma adecuada de llevar a cabo lo anterior. Una formación humanística no implica la impartición y la recepción de unas determinadas materias, en su totalidad, desde un punto de vista reglado. Es posible que algunos temas sí podrían desarrollarse en la manera tradicional. El planteamiento de la evolución de unas determinadas ideas, la estructuración de cómo se han sucedido unas ciertas escuelas, si admiten una enseñanza tradicional.

Pero plantear, por ejemplo, la evolución histórica de una tecnología concreta, desde sus inicios hasta la actualidad, puede resultar tan absolutamente repulsivo (no revulsivo) como hacer estudiar algo, hacia lo que no se tiene ninguna tendencia.

Quizás ahí se encuentre uno de los principales problemas de la educación en estos temas. Para educar bien en algo es preciso estar imbuido de ello, es necesario saber enseñarlo. ¿Y quién enseña al que enseña?

Queda, para concluir este apartado, hacer algunos comentarios sobre la filosofía con la que podría llevarse a cabo esa formación. Aquí la respuesta es más difícil, porque depende de los dos actores en juego: el que, de una forma u otra, enseña y el que recibe la educación. Y nunca un método es independiente de los participantes.

Podría plantearse, por ejemplo, que un enfoque de tipo sociológico, como el que se acostumbra a hacer cuando estos temas se tratan en entornos relacionados con la ingeniería, sería el más acertado. Pero la mentalidad de un sociólogo puede ser muy distinta de la mentalidad de un ingeniero. El pragmatismo, a que he hecho alusión varias veces a lo largo de las líneas precedentes, no está casi nunca presente en los razonamientos de la sociología. Esta se basa en un tipo de análisis que no es el acostumbrado en ingeniería. O, al menos, al que están acostumbrados los estudiantes normales de ingeniería.

Igual podría decirse con enfoques de carácter totalmente histórico. Hechos en plan crítico podrían salirse del objetivo inicial. En plan descriptivo, podrían convertirse en versiones académicas de las revistas del





corazón. Quizás sería entretenido, pero nada más.

Creo que cada momento y cada situación pueden determinar un planteamiento distinto. Una de las cualidades que debe tener un buen docente es la de amoldarse al material que recibe y, si puede, moldearlo después según sus ideas. Establecer pautas y normas desde el principio, fijas e inmutables, es un soberano error. Por eso dejo este punto abierto.

#### QUINTA PREGUNTA: ¿SE PUEDEN SACAR CONCLUSIONES DE TODO LO PLANTEADO HASTA AQUÍ?

Suponiendo que algo de lo previo pueda tener un cierto sentido, quedaría ver ahora si se pueden definir algunas consecuencias. Algunos hechos si son claros. El primero sería el de que un ingeniero es un ser mucho más inmerso en la sociedad en la que vive que muchos profesionales de otras ramas del saber. Un ingeniero se debe al entorno en el que se desenvuelve y por ello debe saber dónde se encuentra. Aunque en un determinado momento pueda ser sólo un mínimo engranaje de una gran maquinaria, una pequeña hormiga dentro de un gran hormiguero, en otro momento puede pasar a una situación diferente. Lo que haga puede repercutir en muchos. Y lo que haga será función de lo que piense o de lo que sienta. Y ahí es donde se reflejará la formación, humanística o no, que pueda tener.

El segundo hecho es que el ingeniero, además de un ser social, es también un ser con vida propia. Esto puede parecer una perogrullada, pero a veces se olvida. Un ingeniero, además de vivir para cumplir una función técnica, también hace otras cosas. O mejor, también debe hacer otras cosas. Y tantas más cosas hará cuanto más amplia sea su formación. Y dado que esas cosas ya no serán técnicas,

deberán estar regidas por otra idea, por la idea humanística que tenga de la vida.

El tercero, y último, es que ese aprendizaje de saber mirar las cosas con otra mirada, con la mirada de ser humano, con la mirada humanística, sólo será verdadero, cuando se haya hecho lenta y gradualmente, como gota que cae lentamente y sin pausa, a lo largo de toda su formación. No sólo en contados y concentrados instantes de tiempo.

Quisiera acabar recordando el final del «Cándido» de Voltaire. Pangloss comenta: «*Cuando el hombre fue colocado en el jardín del Edén, lo fue ut operaretur eum, para que trabajara: esto prueba que el hombre no ha nacido para el descanso*». Martín le responde: «*Trabajaremos sin pensar, es el único camino para llevar una vida soportable*». Poco después, Cándido añade sus conocidas palabras: «*Todo eso está bien dicho, pero es preciso cultivar nuestro jardín*». No parece sensato agregar nada. Sólo quisiera que cada lector sacase sus propias conclusiones.

#### BIBLIOGRAFÍA

Revista Mundo Electrónico, No. 300, jul. 1999 p. 118-122

#### Agradecimientos:

A la Revista Mundo Electrónico, por permitirme reproducir este artículo.

Adpostal



Llegamos a todo el mundo

CAMBIAMOS PARA SERVIRLE MEJOR  
A COLOMBIA Y AL MUNDO

ESTOS SON NUESTROS SERVICIOS

VENTA DE PRODUCTOS POR CORREO  
SERVICIO DE CORREO NORMAL  
CORREO INTERNACIONAL  
CORREO PROMOCIONAL  
CORREO CERTIFICADO  
RESPUESTA PAGADA  
POST EXPRESS  
ENCOMIENDAS  
FILATELIA  
CORRA  
FAX

LE ATENDEMOS EN LOS TELÉFONOS  
8813265 - 8810165 - 8811281  
Com. 8812288  
Cali





# BIBLIOGRAFÍA ESPECIALIZADA

## Nuevas adquisiciones en el Servicio de Información y Documentación Tecnológica SIDT - ASTIN

Invitamos a los lectores de esta publicación a consultar la literatura especializada que diariamente adquirimos y procesamos para que ustedes tengan un fácil acceso a la información técnica más reciente. Para facilitar la consulta, ésta se encuentra clasificada por temas. También puede consultar la base de datos NFOR con más de 20.000 referencias bibliográficas en Internet en la siguiente dirección:

<http://www.senavalle.edu.co/astin>

### ACREDITACIÓN, CERTIFICACIÓN Y NORMAS ISO 9000

16000

ORBEA CELAYA, Tomas.

— Cómo implantar un sistema de aseguramiento de la calidad sin traumas. *PLAST 21 (Bilbao)*, n.52, mayo 1996, p. 68-70.

16439

— El descubrimiento de la calidad.

*PLAST 21 (Bilbao)*, n.45, sep. 1995, p. 54-55.

16466

DELGADO, Ana Belén; GARCIA DELA CHICA, Angel.

— Implantación de sistemas de calidad en Pymes I.

*PLAST 21 (Bilbao)*, n.47, nov. 1995, p. 93-97.

16684

— Esta su empresa por certificarse con la ISO 14001?

*INGENIERÍA QUÍMICA PARA PROCESOS INDUSTRIALES (Buenos Aires)*, n.93, sep.-oct. 1996, p. 22, 24, 26.

16760

MATEO, Antonio.

— Conclusiones en la certificación de un sistema de calidad.

*INGENIERÍA QUÍMICA (Barcelona)*, v.28,

n.329, nov. 1996, p. 101-103.

17207

DRAGO REY, Margarita.

— Hacia la calidad total.

*MÁQUINAS Y EQUIPOS HERRAMIENTAS E INSUMOS INDUSTRIALES (Buenos Aires)*, n.435, abr. 1997, p. 40, 42, 44, 46, 48.

17300

17812 /

CAIGNET, V.; RODILES, F.; MEDINA, E.; PREGO, R.; LLANUSA, S.; SANCHEZ, M. ICID; CN; INIMET.

— Certificación metodológica y aplicaciones de un generador bioeléctrico de amplio espectro. — Ciudad de la Habana, 1997, 59-64

17871

NAITOVE, Matthew.

— ISO 9000 not just a foreign fad = ISO 9000 no solamente una moda extranjera.

*PLASTICS TECHNOLOGY (New York)*, v.44, n.03, mar. 1996, p. 40-41, 43.

18075

18538 /

TUV RHEINLAND IBERICA S.A.

— Grupo TUV RHEINLAND. TUV Rheinland Ibérica, S.A. Ingeniería de control. — Madrid: TUV Rheinland Group, s.f. 27 p. il.

18091

18554 /

ESCOBAR REINA, Omar Alberto;

ARISTIZABAL GRISALES, Juan Carlos; HERAZO SANTIS, Francisco

— Módulo: sistemas de calidad. Formación de consultores técnicos. — Santiago de Cali: SENA, 1997. 4 p.

18288

18637 /

NARVAEZ AGUDELO, Aura Elvira SENA; CDTASTIN.

— Proyecto: propuesta de aseguramiento de la calidad. Área: servicios tecnológicos. — Santiago de Cali: SENA, 1998. 16 p.

18303

18759 /

COMISIÓN DEL ACUERDO DE CARTAGENA.

— Decisión 376. Sistema Andino de Normalización, Acreditación, Ensayos, Certificación, Reglamentos Técnicos y Metrología. — Santafé de Bogotá: Ministerio de Desarrollo Económico, 1995. 10 p.

18304

18760 /

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO; SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO.

— Capítulo XIV. Acuerdo G-3 Normas técnicas. — Santafé de Bogotá: Ministerio de Desarrollo Económico, 1994. 20 p.

18443

Anónimo.

— Metodologías y herramientas para la mejora continua y la resolución de problemas.



PLAST 21 (Bilbao), n. 62, jun.-jul. 1997, p. 53-56.

18743

GARCIA GOMEZ, Antonio.  
— Centro Red Tecnológico Metalmecánico (CRTM). Certificación ISO 9000, un fenómeno universal.  
CARTA METALURGICA (Santafé de Bogotá), n. 401, abr.-jun. 1998, p. 32-33.

18754

UCROS BARROS, Jaime.  
— Instrumentos de medición. Servicios metrológicos de la Superintendencia de Industria y Comercio.  
CARTA METALURGICA (Santafé de Bogotá), n. 398, abr.-jun. 1997, p. 11-15.

18858

19317 /

DIMENSIÓN COMPETENCE.  
— Competences = Competencias. — s.l.: Dimensión Competence, 1998. 12 p.

18867

19326 /

CEDENO TAMAYO, Orlando  
SENA.  
— Autoevaluación de cumplimiento. Acreditación de laboratorio de ensayos. — Santafé de Bogotá: SENA, 1999. 31 p.

19241

LEIVA POZO, Ignacio.  
— Evolución y actualidad de la reglamentación relativa a los aparatos a gas.  
MONTAJES E INSTALACIONES (Madrid), v. 28, n. 315, mar. 1998, p. 47-50.

19415

DRAGO REY, María Margarita.  
— Los requisitos de las normas ISO 9001 / 9002 / 9003. Parte I.  
MEGAVATIOS (Buenos Aires), n. 196, jul. 1997, p. 122, 124, 126, 128.

19418

DRAGO REY, María Margarita.  
— Los requisitos de las normas ISO 9001 / 9002 / 9003. Parte II.  
MEGAVATIOS (Buenos Aires), n. 197, ago. 1997, p. 42, 44, 46, 48.

19435

DRAGO REY, María Margarita.  
— Los requisitos de las normas ISO 9001 / 9002 / 9003. Parte III.  
MEGAVATIOS (Buenos Aires), n. 198, sep. 1997, p. 146, 148, 150, 152.

19444

DRAGO REY, María Margarita.  
— Los requisitos de las Normas ISO 9001 / 9002 / 9003. Parte IV.  
MEGAVATIOS (Buenos Aires), n. 199, oct. 1997, p. 102, 104.

19683

20145 /

Anónimo  
— La certificación ISO 9000: un motor para la calidad. — s.p.i.: 2 V.

19981

DRAGO, María Margarita Rey.  
— Los requisitos de las Normas ISO 9001 / 9002 / 9003. Parte V.  
MEGAVATIOS (Buenos Aires), n. 200, nov. 1997, p. 202, 204, 206.

19987

DRAGO REY, María Margarita.  
— Los requisitos de las normas ISO 9001 / 9002 / 9003. Parte VI.  
MEGAVATIOS (Buenos Aires), n. 201, dic. 1997, p. 56, 58, 60, 62, 64.

# DIGITALIZACIÓN, PROTOTIPADO RÁPIDO

16027

CARNE, Guerau; DIAZ, Xavier; MARIN, Joan Carles; PLANTA, Xavier.  
— Nuevas tecnologías aplicadas al diseño y fabricación de moldes y matrices.  
PLAST 21 (Bilbao), n. 56, nov. 1996, p. 22-27.

16464

— Obtención de prototipos plásticos y metálicos por colado bajo vacío.  
PLAST 21 (Bilbao), n. 47, nov. 1995, p. 85-86.

17305

17817 /

MORENO, V; DIAZ, R. J; IRIZAR, M  
ISPJAE.  
— Elementos componentes de un sistema de procesamiento de señales e imágenes. — Ciudad de la Habana: , 1997. 9 p. il

17478

17935 /

CENTRO COLOMBO ITALIANO «AMERIGO VESPUCCI».  
— Diseño y desarrollo de celdas flexibles experimentales para manufactura. — Santafé de Bogotá: SENA, 1997. 8 p. il.

17591

CULA, Xavier.  
— Prototipos rápidos, la respuesta a nuestros tiempos.  
PLÁSTICOS UNIVERSALES (Barcelona), n. 48, dic.-ene. 1997, p. 110-113.

17940

18407 /

CORPORACIÓN CENTRO RED TECNOLÓGICO METALMECÁNICO.  
— Diseño industrial y competitividad. — Santafé de Bogotá: CRTM, 1998. 17 p. il

18046

18509 /

ASCAMM; DDI SOCIEDAD ESTATAL PARA EL DESARROLLO DEL DISEÑO INDUSTRIAL; INICIATIVA PYME DE DESARROLLO INDUSTRIAL.  
— El diseño industrial y el «rapid prototyping». — España: ASCAMM, s.f. 89 p. il.

18453

ECHAVE, Idoia.  
— Prototipado rápido: servicios de obtención de prototipos en TEKNIKER.  
PLAST 21 (Bilbao), n. 69, mar. 1998, p. 16-17.

18507

PLANTA TORRALBA, Xavier.  
— Conceptos generales del prototipado rápido.  
PLÁSTICOS UNIVERSALES (Barcelona), n. 52, sep.-oct. 1998, p. 68-70.

18668

ANSCOMBE, Nadya.  
— This year's model = El modelo de este año.  
EUROPEAN PLASTICS NEWS (Londres), v. 24, n. 06, jun. 1997, p. 22-24.

18999

19350 /

HIRSCH-KREINSEN, H.; KOHLER, C.; MOLDASCH, M.; SCHULTZ-WILD, R.  
— Technology preconditions for skilled production work in computer integrated manufacturing = Precondiciones tecnológicas para un trabajo de producción experimentado en la manufactura integrada por computadora. — Bruselas: FAST, 1990. 66 p. il.

19000

19351 /

3D SYSTEMS.  
— Estereolitografía. — s.l.: 3D Systems, s.f. 16 p. il.

19278

SNYDER, Merle R.  
— Lower-cost, high speed modelmakers



challenge full-scale prototypers = Fabricantes de moldes de mas bajo costo y mayor velocidad, desafian a fabricantes de prototipos a gran escala.  
MODERN PLASTICS INTERNATIONAL (Laussane), v.28, n.04, abr. 1998, p. 74-75, 77, 79.

19723

NEILLEY, Robert.

— Prototypes overnight = Prototipos de la noche a la mañana.  
INJECTION MOULDING INTERNATIONAL (New Jersey), v.03, n.03, abr.-mayo 1998, p. 21-22.

19790

Anónimo.

— Expert compares rapid-tooling choices = Experto compara las opciones de prototipado rápido.  
PLASTICS TECHNOLOGY (New York), v.43, n.01, ene. 1997, p. 27.

19808

NAITOVE, Matthew H.

— Faster, bigger desktop modeler = Modelador de mesa más rápido y más grande.  
PLASTICS TECHNOLOGY (New York), v.42, n.12, dic. 1996, p. 27.

20050

— Sistema integrado de gerenciamiento.  
MEGAVATIOS (Buenos Aires), n.206, jul. 1998, p. 76, 78, 80.

20158

BIDWELL, Henry.

— Investment casting = Fundición a la cera perdida.  
ADVANCED MATERIALS AND PROCESSES (Ohio), v.149, n.04, abr. 1996, p. 29-30.

#### INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL

16813

17342 /

ALFATÉCNICA S.A.

— El lado humano de la tecnología. — Santafé de Bogotá: Alfatecnica, 1997. 49 p. il.

16952

DE PRADA, César.

— Instrumentación y control de procesos: capítulo 11. Fundamentos de control predictivo de procesos.  
INGENIERÍA QUÍMICA (Madrid), v.29, n.333, mar. 1997, p. 141-147.

17636

BROWN AND SHARPE.

— Máquinas-herramientas para la inspección.  
METALURGIA Y ELECTRICIDAD (Barcelona), v.62, n.701-702, dic-ene. 1998, p. 56-57.

17724

18186 /

WILLIAMSON.

— Innovators in noncontact temperature measurement = Innovadores en la medición de temperatura sin contacto. — Massachusetts: Williamson, 1998. 5 p.

17954

18421 /

NATIONAL INSTRUMENTS.

— The advantages of signal condition designed for PC-Based Data Acquisition = Las ventajas del Acondicionamiento de señales diseñado para Adquisición de Datos basada en PC. — Austin: National Instruments, 1997. 12 p. il.

17955

18422 /

NATIONAL INSTRUMENTS.

— Doing PCI Right. The advantages of MITE TM. Based PCI Data Acquisition = Haciendo PCI bien. Las ventajas de la Adquisición de Datos PCI basada en MITE TM. — Austin: National Instruments, 1997. 38 p. il.

18226

DIR-18745 /

ISA.

— ISA Directory of Instrumentation 1998. — Estados Unidos: ISA Services Inc., 1998. 600 p. il.

18465

INARRAIREGUI, Ander.

— Control de la calidad. La medición de espesores en la industria del soplado de plástico.  
PLAST 21 (Bilbao), n.71, mayo 1998, p. 72-73.

18466

GRUPO EDITORIAL PLAST 21.

— Las cualidades ópticas de los materiales son determinantes.  
PLAST 21 (Bilbao), n.71, mayo 1998, p. 75-76.

18839

19298 /

NEAG, C. Michael

— Coatings characterization by thermal analysis = Caracterización de recubrimientos por análisis térmico. — Pensilvania: s.e., 1995. 24 p. il.

18879

19338 /

HOS-INDUSTRIAL.

— Sistemas de inspección visual y mantenimiento preventivo. — Santafé de Bogotá: s.e., 1995. 186 p. il.

19055

MOORE, Stephen.

— Infrared scanner affords easy plastics identification = Scanner infrarrojo permite una identificación de plásticos fácil.  
MODERN PLASTICS INTERNATIONAL (Laussane), v.29, n.03, mar. 1999, p. 37.

19094

GRANDE, Joseph A.

— PC film insert enhances readability of instruments = Insertos de películas de PC mejoran el la capacidad de lectura de los instrumentos.  
MODERN PLASTICS INTERNATIONAL (Laussane), v.28, n.11, nov. 1998, p. 30, 32.

19329

Anónimo.

— Auxiliaries preview. What's on tap, and under wraps, for K'98 = Presentación preliminar de auxiliares. Lo que muestra y lo que se esconde para K'98.  
MODERN PLASTICS INTERNATIONAL (Laussane), v.28, n.09, sep. 1998, p. 145-147, 150, 152, 156-158, 161-162, 164, 166, 168, 170.

19400

AADECA.

— El control de los procesos.  
MEGAVATIOS (Buenos Aires), n.194, mayo 1997, p. 24, 26.

19408

CINCOLADOS S.A.

— Perfilador de aisladores confiables y seguros.  
MEGAVATIOS (Buenos Aires), n.194, mayo 1997, p. 148, 150.

19416

CINCOLADOS, S.A.

— Detector de tensión sonora luminoso para BT: Modelo BT-38.  
MEGAVATIOS (Buenos Aires), n.196, jul. 1997, p. 166, 168.

19417

VIDITEC, S.A.

— Puntas de prueba diferenciales: introduciendo las puntas de prueba



diferenciales (DP 120) para osciloscopios.  
MEGAVATIOS (Buenos Aires), n.196, jul.  
1997, p. 172, 174, 176.

19429

MICROESPOL.S.H.

— Verificación de la calidad de los sistemas  
de puesta a tierra. Tipos de telurímetros.  
MEGAVATIOS (Buenos Aires), n.198, sep.  
1997, p. 42.

19465

VANCELLS BUSCATO, Jordi.

— Caudalímetro para el pesaje y dosificación  
de sólidos.  
INGENIERÍA QUÍMICA (Madrid), v.31, n.354,  
feb. 1999, p. 77-81.

19666

19905 /

BROWN & CHARPE.

— Metrology equipment catalog = Catálogo de  
equipo para metrología. — North Kingstown:  
Brown & Sharpe, 1995. p. v.

20016

Anónimo.

— Calibración y calidad de producto.  
MEGAVATIOS (Buenos Aires), n.207, jul.  
1998, p. 94, 96.

20117

XU, C.; SMITH, B. T.; KUDRAK, E. T.; ABYS, J.  
A.

— Thickness and composition measurements  
of palladium alloys: a quality control issue =  
Mediciones de composición y espesor de  
aleaciones de paladio: un tema de control de  
calidad.

METAL FINISHING (New York), v.97, n.04,  
abr. 1999, p. 47-51.

# MATERIALES PLÁSTICOS Y SU TRANSFORMACIÓN

17038

EWEN, John A.

— Nuevas herramientas químicas para crear  
plásticos.  
INVESTIGACIÓN Y CIENCIA (Barcelona),  
n.250, jul. 1997, p. 12-18.

17165

GEPLASTICS IBERICA S.A.

— Nuevos desarrollos y aplicaciones del  
PBTP.  
INGENIERÍA QUÍMICA (Madrid), v.29, n.335,  
mayo 1997, p. 103-106.

17274

DSM ENGINEERING PLASTIC PRODUCTS  
SOCIAL

— Engineering plastic products = Productos  
plásticos de ingeniería. — Pennsylvania: DSM,  
1997. 38 p. il

17445

17825 /

HYDE.

— Machined parts from high performance  
plastic offer solutions to today's engineering  
problems = Piezas mecanizadas de plásticos  
de altas prestaciones ofrecen soluciones a  
los problemas de ingeniería de hoy. — New  
York: HYDE, s.f. 6 p. il.

17504

17961 /

RIDUOT PLASTICS.

— Manufacturing for Industry. = Manufac-  
turando para la industria. — s.l.: RIDUOT  
PLASTICS, 1997. 10 p. il

17532

BUSQUETS, A.

— La calibración de la temperatura en  
maquinaria de transformación de plásticos.  
REVISTA DE PLÁSTICOS MODERNOS  
(Madrid), v.73, n.488, feb. 1997, p. 159-161.

17553

SIMCO.

— Gránulos, extrusión, calidad... (Limpieza  
de gránulos con campo electrostático).  
REVISTA DE PLÁSTICOS MODERNOS  
(Madrid), v.74, n.495, sep. 1997, p. 270-272.

17554

LEAVERSUCH, Robert D.

— Pad-printing equipment arms end-users  
with new versatility = Equipos para impresión  
arman de versatilidad a los usuarios finales.  
MODERN PLASTICS INTERNATIONAL  
(Laussane), v.27, n.07, jul. 1997, p. 71.

17556

GRANDE, Joseph A.

— Engineering resins gain weatherability =  
Resinas de ingeniería ganan resistencia a la  
intemperie.  
MODERN PLASTICS INTERNATIONAL  
(Laussane), v.27, n.08, ago. 1997, p. 103,  
105, 107.

17561

GRAFF, Gordon.

— Additives add a bit of realism to special  
effects = Aditivos le agregan un poco de  
realismo a los efectos especiales.

17786 /

MODERN PLASTICS INTERNATIONAL  
(Laussane), v.27, n.04, abr. 1997, p. 66-69.

17581

REPLASTIC.

— REPLASTIC. Una organización modelo para  
el recuperado de materiales plásticos.  
Reciclado de botellas de PET.  
REVISTA DE PLÁSTICOS MODERNOS  
(Madrid), v.73, n.490, abr. 1997, p. 350-358.

17592

ANGULO, Inmaculada; SUAREZ, Ma José.

— Materiales plásticos para uso alimentario:  
Legislación, normativa y recomendaciones.  
PLÁSTICOS UNIVERSALES (Barcelona),  
n.48, dic.-ene. 1997, p. 120-123.

17643

MALLOY, Robert A.

— Notched impact behavior: machined vs  
molded notches = Comportamiento al impacto  
de las ranuras: ranuras maquinadas vs  
ranuras moldeadas.  
PLASTICS WORLD (New York), v.55, n.7,  
jul. 1997, p. 19-20.

17644

GRUPO EDITORIAL PLASTICS WORLD.

— New Product Report = Reporte de nuevos  
productos.  
PLASTICS WORLD (New York), v.55, n.7,  
jul. 1997, p. 21, 23-24, 26, 28-30.

17647

BUCHEN, Judy.

— Polyphenylene sulfide = Polisulfuro de  
fenileno.  
PLASTICS WORLD (New York), v.55, n.7,  
jul. 1997, p. 53.

17648

BUCHER, Judy.

— Styrene acrylonitrile = Plástico de estireno  
acrilonitrilo.  
PLASTICS WORLD (New York), v.55, n.7,  
jul. 1997, p. 54.

17650

SCHUT, Jan H.

— Wood-filled thermoplastics go commercial  
= Termoplásticos cargados con madera  
tienen interés comercial.  
PLASTICS WORLD (New York), v.55, n.10,  
oct. 1997, p. 12.

17656

MILLER, Bernie.



— Tiny clay particles pack potent properties punch = Diminutas partículas de arcilla dan un toque de potentes propiedades.  
*PLASTICS WORLD (New York)*, v.55, n.10, oct. 1997, p. 36-38.

17657

BUCHER, Judy.  
— TPUS = Poliuretanos termoplásticos.  
*PLASTICS WORLD (New York)*, v.55, n.10, oct. 1997, p. 44.

17794

WELLER, Thomas; SCHULZ, Detlef; McNALLY, Donald.  
— Copolímeros de cicloolefinas: Las nuevas resinas de ingeniería ofrecen claras ventajas de procesamiento.  
*TECNOLOGÍA DEL PLÁSTICO (Santiago de Cali)*, n.83, ene. 1998, p. 16, 18-20, 22.

17798

GRUPO EDITORIAL TECNOLOGÍA DEL PLÁSTICO.  
— Panorama de las resinas plásticas en Colombia.  
*TECNOLOGÍA DEL PLÁSTICO (Santiago de Cali)*, n.84, feb. 1998, p. 32-33.

17813

NAITOVE, Matthew H.  
— Se prevé una bonanza de los biopolímeros mas allá de los degradables.  
*TECNOLOGÍA DEL PLÁSTICO (Santiago de Cali)*, n.88, ago. 1998, p. 27-29.

17816

SERRANO, Carlos.  
— Método de ensayos para materiales plásticos.  
*TECNOLOGÍA DEL PLÁSTICO (Santiago de Cali)*, n.89, sep. 1998, p. 06, 08, 10.

17837

ARROYO RAMOS, M.  
— Los materiales plásticos en el automóvil.  
*REVISTA DE PLÁSTICOS MODERNOS (Madrid)*, v.74, n.498, dic. 1997, p. 615-626.

17841

BARRALES-RIENDA, J. M.  
— Materiales, polímeros y técnicas para el envasado de productos agrícolas frescos en atmósfera modificada (MAP). 1. Antecedentes y estado actual del problema.  
*REVISTA DE PLÁSTICOS MODERNOS (Madrid)*, v.75, n.499, ene. 1998, p. 45-56.

17846

BARRALES-RIENDA, J. M.  
— Materiales polímeros y técnicas para el envasado de productos agrícolas frescos en atmósfera modificada. II: Recientes avances.  
*REVISTA DE PLÁSTICOS MODERNOS (Madrid)*, v.75, n.500, feb. 1998, p. 169-178.

17860

SANZRINCON, S.  
— PP: El mismo polímero, sus nuevas aplicaciones y desarrollos.  
*REVISTA DE PLÁSTICOS MODERNOS (Madrid)*, v.75, n.502, abr. 1998, p. 365-376.

17896

ALTMANN, Otto.  
— Plastics power = El poder de los plásticos.  
*EUROPEAN PLASTICS NEWS (Londres)*, v.25, n.02, feb. 1998, p. 21.

17975

DSMENGINEERINGPLASTICSPRODUCTS.  
— Design & Fabrication Reference Guide = Guía de referencia de diseño y fabricación. — Pensilvania: DSM, 1997. 42 p. il.

18070

HENSEN, Friedhelm  
— Plastics extrusion technology = Tecnología de extrusión de plásticos. — 2 ed. — Munich: Carl Hanser, 1997. 653 p. il.

18395

— Industria automotriz. Balance del empleo de plásticos.  
*TECNOLOGÍA DEL PLÁSTICO (Santiago de Cali)*, n.90, oct. 1998, p. 80, 82, 84.

18413

GOMEZ, J. L.; JARONES, C.; GANAN, P.  
— Refuerzos naturales para materiales plásticos.  
*REVISTA DE PLÁSTICOS MODERNOS (Madrid)*, v.76, n.506, ago. 1998, p. 183-189.

18435

Anónimo.  
— Progresivo incremento del uso de plásticos en los electrodomésticos.  
*PLAST 21 (Bilbao)*, n.61, mayo 1997, p. 80-81.

18438

Anónimo.  
— Las ventajas de los plásticos en la construcción.

*PLAST 21 (Bilbao)*, n.62, jun.-jul. 1997, p. 30-34.

18458

Anónimo.  
— PEN; el PET deberá compartir su reinado.  
*PLAST 21 (Bilbao)*, n.69, mar. 1998, p. 49-50.

18459

— El sector de automoción: motor de cambio y desarrollo de materiales plásticos.  
*PLAST 21 (Bilbao)*, n.71, mayo 1998, p. 15-19.

18463

Anónimo.  
— Un mundo de posibilidades para los materiales plásticos.  
*PLAST 21 (Bilbao)*, n.71, mayo 1998, p. 51-60.

18466

— Las cualidades ópticas de los materiales son determinantes.  
*PLAST 21 (Bilbao)*, n.71, mayo 1998, p. 75-76.

18469

BELLIDO, José M.; FERNANDEZ, Angel.  
— Los materiales plásticos no solo suponen un ahorro de los costes, sino un aumento de la calidad.  
*PLAST 21 (Bilbao)*, n.74, sep. 1998, p. 21-22.

18470

Anónimo.  
— Avance K'98. Mejores propiedades térmicas de los materiales y ampliación de las gamas de máquinas.  
*PLAST 21 (Bilbao)*, n.74, sep. 1998, p. 27.

18471

ROEGELE, Helmut.  
— Engel presenta las nuevas soluciones en torno a la inyección.  
*PLAST 21 (Bilbao)*, n.74, sep. 1998, p. 36-37.

18474

ROCH, Hermann.  
— Ahorrar costes en los procesos de secado y alimentación.  
*PLAST 21 (Bilbao)*, n.74, sep. 1998, p. 49-52.

18485

LINAZISORO, Ibon.  
— El polipropileno, líder en el automóvil.  
*PLÁSTICOS UNIVERSALES (Barcelona)*,



n.49, feb.-mar. 1998, p. 82-84.

18517

Anónimo.

— Los plásticos en aplicaciones clínicas.  
*PLÁSTICOS UNIVERSALES (Barcelona)*,  
n.52, sep.-oct. 1998, p. 152-153.

18584

Anónimo.

— El empleo de los plásticos en la construcción  
de automóviles.  
*PLAST 21 (Bilbao)*, n.75, nov. 1998, p. 65-67.

18588

Anónimo.

— Innovación en el ciclo de vida de los  
plásticos.  
*PLAST 21 (Bilbao)*, n.75, nov. 1998, p. 78-79.

18605

Anónimo.

— El empleo de plásticos en la construcción  
de automóviles.  
*REVISTA DE PLÁSTICOS MODERNOS*  
(Madrid), v.76, n.507, sep. 1998, p. 492, 494,  
496-497.

18606

Anónimo.

— Hacia el automóvil de tres litros.  
*REVISTA DE PLÁSTICOS MODERNOS*  
(Madrid), v.76, n.507, sep. 1998, p. 498, 500.

18607

Anónimo.

— Innovaciones en automoción.  
*REVISTA DE PLÁSTICOS MODERNOS*  
(Madrid), v.76, n.509, nov. 1998, p. 504, 506.

18619

LINAZISORO, Ibon.

— Los polímeros Carlon causaron impacto en  
la presentación de Shell.  
*PLÁSTICOS UNIVERSALES (Barcelona)*,  
n.54, dic.-ene. 1999, p. 74-75.

18673

ANSCOMBE, Nadya.

— Materials revolution = Revolución de  
materiales.  
*EUROPEAN PLASTICS NEWS (Londres)*,  
v.24, n.07, jul.-ago. 1997, p. 33-34.

18695

LEE, Melissa.

— Ban the bug = Prohibir los microbios.  
*EUROPEAN PLASTICS NEWS (Londres)*,

v.25, n.05, jun. 1998, p. 24-25.

18704

TODD, Martin.

— Linear motion = Movimiento lineal.  
*EUROPEAN PLASTICS NEWS (Londres)*,  
v.25, n.07, jul.-ago. 1998, p. 47.

18719

WARMINGTON, Andrew.

— Transparent trends = Tendencias  
transparentes.  
*EUROPEAN PLASTICS NEWS (Londres)*,  
v.25, n.09, oct. 1998, p. 91.

18769

BARRALES-RIENDA, J.M.

— Nuevos materiales y tecnologías para  
envases barrera.  
*REVISTA DE PLÁSTICOS MODERNOS*  
(Madrid), v.75, n.510, dic. 1998, p. 638-649.

18770

Anónimo.

— Diseñando envases de materiales plásticos  
para su reciclado y empleando mas envases  
para evitar residuos.  
*REVISTA DE PLÁSTICOS MODERNOS*  
(Madrid), v.75, n.510, dic. 1998, p. 650-656.

18793

LEE, Melissa.

— Raising the barriers = Levantando las  
barreras.  
*EUROPEAN PLASTICS NEWS (Londres)*,  
v.23, n.11, dic. 1996, p. 28-29.

18798

MARSHALL, Deborah.

— A breath of fresh air = Un respiro de aire  
fresco.  
*EUROPEAN PLASTICS NEWS (Londres)*,  
v.24, n.01, ene. 1997, p. 38-39.

18813

DILLON, Michael.

— High-speed effects = Efectos de altas  
velocidades.  
*EUROPEAN PLASTICS NEWS (Londres)*,  
v.24, n.04, abr. 1997, p. 47.

18968

PLAST 21.

— Construyendo el futuro.  
*PLAST 21 (Bilbao)*, n.70, abr. 1998, p. 67, 69.

18972

PLAST 21.

— Extrusión. Un proceso muy utilizado pero  
poco conocido.  
*PLAST 21 (Bilbao)*, n.72, jun.-jul. 1998,  
p. 51-54.

18989

BARRALES-RIENDA, J.M.

— Aditivos retardantes de la llama  
(ignífugantes).  
*REVISTA DE PLÁSTICOS MODERNOS*  
(Madrid), v.75, n.503, mayo 1998, p. 503-515.

18990

PRAT, M.; MARTINEZ, J.D.

— Ensayos de materiales en cables de  
construcción.  
*REVISTA DE PLÁSTICOS MODERNOS*  
(Madrid), v.75, n.503, mayo 1998, p. 516-523.

19012

19363 /

NARANJO C., Alberto

— El IKV, líder mundial en desarrollos  
tecnológicos para las empresas del sector de  
plásticos y cauchos: uno de nuestros socios  
tecnológicos. — Medellín: ICIPC, 1998. 4 p. il.

19105

GRUPO EDITORIAL MODERN PLASTICS  
INTERNATIONAL.

— Showtime in Dusseldorf = Hora de la  
exhibición en Dusseldorf.  
*MODERN PLASTICS INTERNATIONAL*  
(Laussane), v.28, n.10, oct. 1998, p. 75-77.

19190

668.41 B839 /

STRONG, A. Brent

— Plastics: materials and processing =  
Plásticos: materiales y procesamiento. —  
New Jersey: Prentice Hall, 1996. 675 p. il.  
Anexos

19269

ZAPPALA, John F.

— Three criteria for selecting thermoforming  
materials = Tres criterios para seleccionar  
materiales de termoformado.  
*MODERN PLASTICS INTERNATIONAL*  
(Laussane), v.28, n.03, mar. 1998, p. 83-84,  
86.  
19353

COLVIN, Robert.

— Greater automation leads developments in  
rheometers = Una mayor automatización  
conlleva a desarrollos en reómetros.  
*MODERN PLASTICS INTERNATIONAL*  
(Laussane), v.29, n.05, mayo 1999, p. 71-73.



19607

BAUR, Erwin.

— Stand der Technik bei CAMPUS = Estado de la técnica de la base de datos CAMPUS. *KUNSTSTOFFE (Munich)*, v.88, n.05, mayo 1998, p. 654, 656, 658-659.

19617

CZYBORRA, L.; METZMANN, F.

— Medizintechnik ein innovatives Einsatzgebiet für Kunststoffe = Tecnología médica - un campo innovativo de aplicación para materiales plásticos. *KUNSTSTOFFE (Munich)*, v.88, n.05, mayo 1998, p. 721-722, 724-726, 728-731.

19658

20130 /

Anónimo

— Catálogo de normas alemanas. — s.p.i: 45 p.

19668

19907 /

BASF.

— Research and development = Investigación y desarrollo. — Ludwigshafen: BASF, s.f. 136 p. il.

19684

20146 /

LAMBDA TECHNOLOGIES.

— VFM processing: rapid cure techniques for the electronic packing industry = Proceso de fabricación VFM: técnicas de curado rápido para la industria del encapsulado electrónico. — Murrville: Lambda Technologies, 1999. 14 p. il.

19704

20166 /

ICONTEC.

— Métodos de ensayo normalizados para determinar las propiedades de flexión de plásticos reforzados y no reforzados y de materiales aislantes eléctricos. — Santafé de Bogotá: ICONTEC, 1999. 18 p. il.

19707

20169 /

ICONTEC.

— Plásticos. Método de ensayo para determinar propiedades de tensión en plásticos. — Santafé de Bogotá: ICONTEC, 1996. 31 p. il. Anexos

19708

20170 /

ICONTEC.

— Plásticos. Métodos de ensayo para determinar las propiedades de tensión de láminas plásticas delgadas. — Santafé de Bogotá: ICONTEC, 1996. 22 p. il.

19741

RAHNER, Sabine.

— Progress in materials standardization = Progresos en la estandarización de materiales. *INJECTION MOULDING INTERNATIONAL (New Jersey)*, v.03, n.04, jun.-jul. 1998, p. 24-25.

19759

DEGASPARI, John.

— Cost savings drive R&D on automotive materials = La reducción de costos en materiales para automóviles conduce a los departamentos de investigación y desarrollo. *PLASTICS TECHNOLOGY (New York)*, v.43, n.04, abr. 1997, p. 44-47.

19779

NAITOVE, Matthew H.

— S-P-S spells easy molding for automotive and electronic parts = Poliestireno sindiotáctico significa un fácil moldeado de autopartes y piezas electrónicas. *PLASTICS TECHNOLOGY (New York)*, v.43, n.02, feb. 1997, p. 20, 22.

19780

SHERMAN, Lilli Manolis.

— Reactor-made PP alloys are starting to make an impact = Aleaciones de PP hechas en el reactor están comenzando a causar impacto. *PLASTICS TECHNOLOGY (New York)*, v.43, n.02, feb. 1997, p. 25-27.

19784

FARRIS, Robert; KELLY, John W.

— Injection mold the new polyketones = Inyectando las nuevas policetonas. *PLASTICS TECHNOLOGY (New York)*, v.43, n.02, feb. 1997, p. 50-53.

19801

BANK, David; BRENTIN, Robert. DOW PLASTICS.

— Syndiotactic polystyrene: new metallocene engineering thermoplastic turn up the heat = Poliestireno sindiotáctico: nuevo termoplástico de ingeniería con metalloceno sube la temperatura. *PLASTICS TECHNOLOGY (New York)*, v.43, n.06, jun. 1997, p. 52-53, 55-57.

19802

WELLER, Thomas; SCHULZ, Detlef; MC NALLY, Donal. HOECHST TECHNICAL POLYMERS.

— Cyclic olefin copolymers: new engineering

polyolefin offers clean processing opportunities = Copolímeros de olefina cíclica: nueva poliolefina de ingeniería ofrece oportunidades de procesamiento transparentes. *PLASTICS TECHNOLOGY (New York)*, v.43, n.06, jun. 1997, p. 58-60.

19813

SHERMAN, Lilli Manolis.

— New applications breed more ways to process TPOs = Nuevas aplicaciones generan nuevas formas de procesar TPOs. *PLASTICS TECHNOLOGY (New York)*, v.42, n.10, oct. 1996, p. 16, 19.

20167

Anónimo.

— Aluminium composite doubles lifetime of F-16 ventral fin = Compuesto de aluminio dobla el tiempo de vida de las aletas ventrales del F-16. *ADVANCED MATERIALS AND PROCESSES (Ohio)*, v.150, n.04, oct. 1996, p. 7-17.

20180

Anónimo.

— High-temperature tungsten superalloy composite = Compuesto de superaleación de tungsteno a altas temperaturas. *ADVANCED MATERIALS AND PROCESSES (Ohio)*, v.150, n.05, nov. 1996, p. 7-15.

20186

Anónimo.

— Exterior styling concept for ultralight steel car unveiled = Concepto de estilo exterior para vehículos ultralivianos se descubre. *ADVANCED MATERIALS AND PROCESSES (Ohio)*, v.150, n.06, dic. 1996, p. 7-17.

## RECUBRIMIENTOS DUROS

13403

13903 /

LOZANO GOMEZ, Expedito.

— Revestimientos para aplicaciones tribológicas. —

En:

NUEVAS TECNOLOGÍAS EN TRATAMIENTOS SUPERFICIALES DE MATERIALES NO FERROSOS, SANTAFÉ DE BOGOTÁ, JUNIO 26-28, 1996. — Ponencias. — Santafé de Bogotá: Universidad nacional, 1996.

13404

13904 /

BOLIVAR G., Rafael.

— Pasado, presente y futuro de los recubrimientos duros. —

En:



**NUEVAS TECNOLOGÍAS EN TRATAMIENTOS SUPERFICIALES DE MATERIALES NO FERROSOS, SANTAFÉ DE BOGOTÁ, JUNIO 26-28, 1996.** — Ponencias. — Santafé de Bogotá: Universidad nacional, 1996. 12 p. il.

13618 14117 /

**VARGAS FAJARDO, Camilo Ernesto.**  
—Efecto del precalentamiento y la entrada de calor en depósitos de recubrimiento duro de acero de baja aleación. —  
En:  
**CONGRESO COLOMBIANO DE SOLDADURA Y EXPOSICIÓN INDUSTRIAL 4, SANTAFÉ DE BOGOTÁ, OCTUBRE 2-4, 1996.** —PONENCIAS. — Santafé de Bogotá: Asociación colombiana de soldadura, 1996. 11 p. il.

15131

**ARAI, Tohru. ARVINTO CENTER.**  
— Coating greatly expands tools life = Un breve recubrimiento alarga la vida de las herramientas.  
**AMERICAN MACHINIST (Cleveland), v.139, n.11, dic. 1995, p. 37-39.**

15681 16195 /

**BRINK, Rudolf  
BALZERS.**  
—PVD coating for HSS cutting tools = Recubrimientos PVD para herramientas de corte HSS. — s.l.: BALZERS, s.f. 19 p. il.

15819

**HALLUM, Diane L. BALZERSTOOL COATING INC.**  
— Designer coatings for all tooling needs = Recubrimientos diseñados para todas las necesidades de mecanizado.  
**AMERICAN MACHINIST (Cleveland), v.140, n.05, mayo 1996, p. 30-31.**

15820

**HALLOM, Diane L.**  
— Abrasive ferrous materials no math for tough inserts = Los materiales ferrosos abrasivos no son un reto para los insertos resistentes.  
**AMERICAN MACHINIST (Cleveland), v.140, n.05, mayo 1996, p. 34-35.**

15822

**RAYMON, Martha K. NORTON CO DIAMOND FILMDV.**  
— Coatings keep cutting tools sharp = Los recubrimientos mantienen las herramientas de corte afiladas.  
**AMERICAN MACHINIST (Cleveland), v.140,**

**n.05, mayo 1996, p. 40, 42.**

17737 18199 /

**UNIVALLE; CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE MATERIALES.**  
—Interesados en obtener beneficios tributarios a través de donaciones o inversiones en ciencia y tecnología. — Santiago de Cali: UNIVALLE, 1998. 53 p. il

Proyecto de investigación «Recubrimientos Duros y Superduros: Desarrollo y aplicaciones industriales».

17738 18200 /

**UNIVALLE; SENA; INDUSTRIA.**  
—Proyecto «Recubrimientos duros y superduros: Desarrollo y Aplicaciones Industriales». — Santiago de Cali: COLCIENCIAS, 1998. 185 p. il

17788

**CALVO GOMEZ, J.**  
— Recubrimientos de materiales resistentes al desgaste depositados por láser en fase vapor.  
**DEFORMACIÓN METÁLICA (Barcelona), v.23, n.235, ago. 1997, p. 36-40, 43.**

17946 18413 /

Anónimo  
—Proyecto: «Recubrimientos duros y superduros: Desarrollo y Aplicaciones Industriales». Presupuesto. — s.l.: s.a, 1998. 16 p. il

18281 18630 /

**BEJARANO, Gilberto  
SENA; CDT-ASTIN.**  
—Proyecto: recubrimientos duros de las herramientas de producción en serie mediante la deposición física de vapor PVD. — Santiago de Cali: SENA, 1998. 44 p. il.

18752

Anónimo.  
— Alianza SENA y sector privado. Desarrollo tecnológico de herramientas y maquinaria.  
**CARTA METALURGICA (Santafé de Bogotá), n.399, jul.-sep. 1997, p. 12-14.**

18913 671.735 M544 /

**MATTOX, Donald M.**  
—Handbook of physical vapor deposition (PVD) processing: film formation adhesion, surface preparation and contamination control = Manual del proceso de deposición física de vapor (PVD): formación de la película, adhesión, preparación de la superficie y control de la contaminación. — New Jersey:

Noyes Publications, 1998. 917 p. il.

18917 671.7 S943 /

**SUDARSHAN, T. S.; JEARDIN, M.; KHOR, K. A. ASM INTERNATIONAL; IOM COMMUNICATIONS LTD.**  
—Surface modification technologies XI = Tecnologías de modificación de superficies. — Ohio: ASM International, 1998. 1116 p. il.

19556

**SAUER, Rainer.**  
— Wenn die Ansprüche Wachsen. Beschichtungen senken die Kosten beim Spritzgießen = Cuando las exigencias crecen. Recubrimientos reducen los costos en el moldeo por inyección.  
**KUNSTSTOFFE (Munich), v.88, n.02, feb. 1998, p. 190-192.**

20131

**MANDICH, N. V.**  
— Practical considerations in bright and hard electroplating. Part II = Consideraciones prácticas en recubrimiento electrolítico de cromo duro y brillante.  
**METAL FINISHING (New York), v.97, n.07, jul. 1999, p. 42-45.**

20189

**SINGH, Jogender.**  
— Ion-beam assisted, electron beam physical vapor deposition = Deposición en fase vapor de haz de electrones, deposición física en fase vapor asistida por haz de iones.  
**ADVANCED MATERIALS AND PROCESSES (Ohio), v.150, n.06, dic. 1996, p. 27-28.**

**Los usuarios interesados en estos temas y muchos más existentes en el SIDT ASTIN pueden dirigir sus solicitudes de información a la siguiente dirección:**

Señor  
Germán Cifuentes Ceballos  
Coordinador SIDT ASTIN  
Calle 52 2Bis-15  
Cali-Valle  
Teléfonos: 092-4471075, 4476164,  
Fax: 092-4476166  
Contacto: Germán Cifuentes Ceballos  
E-mail:  
astin@galileo.senavalle.edu.co  
senastin@andinet.com  
http: www.sena-astin.edu.co







**REGIONAL VALLE**

**CENTRO DE DESARROLLO  
TECNOLÓGICO**

**CDT - ASTIN**

**Calle 52 No. 2Bis-15 Apartado Aéreo 8053**

**Tels. (092) 4467182 - 4476164 - 4471075**

**Fax: (092) 4476166 - 4467170**

**CALI - COLOMBIA**

**E-mail Internet: [astin@galileo.senavalle.edu.co](mailto:astin@galileo.senavalle.edu.co)**

**E-mail Internet: [senastin@andinet.com](mailto:senastin@andinet.com)**

**<http://www.sena-astin.edu.co>**