

MATERIALES POLIMÉRICOS BIODEGRADABLES : APLICACIONES MÉDICAS

Compuesto de
varios materiales

1

El compuesto forma
una membrana

2

3

Marco

Células de epidermis
cultivadas sobre la membrana

Caldo de
cultivo

Piel obtenida
del cultivo, lista
para el implante

6

PROCESO DE OBTENCIÓN
DE PIEL ARTIFICIAL



Piel cultivada en probeta e
implantada sobre la quemadura

Piel quemada

Capa córnea
Epidermis
Estrato pínoso
Estrato basal
Dermis



Valle

INFORMADOR TÉCNICO

Edición 62 - 2 001

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
MARIANO ANTONIO BENAVIDES CUÉLLAR
GILBERTO BEJARANO GAITÁN
BAUDIN SETH

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

ALEJANDRA SUÁREZ R.
GERMÁN CIFUENTES C.

IMPRESIÓN

Publicaciones SENA - Cali

El INFORMADOR TÉCNICO es una publicación del Centro de Desarrollo Tecnológico y 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) 447 1075 - 446 7182 - 431 5855
Fax: (092) 431 5853 - 431 5854
Apartado Aéreo 8053 Cali - Colombia
E-mail: astin@sena.edu.co
senastin@colombianet.net
http://www.sena-astin.edu.co

Tarifa Postal Reducida 1568 de Adpostal -
Vence diciembre / 2002

CONTENIDO

Gestión del conocimiento: Conceptos y aplicaciones Por: <i>Juan A. Tubau</i>	2
Vocabulario internacional de términos fundamentales y generales de metrología <i>FUNDACIÓN CENTRO DE CALIDAD Y METROLOGÍA</i>	8
Proyecto de investigación aplicada Aplicaciones de los polímeros en medicina. Parte II: Materiales poliméricos biodegradables y bioabsorbibles Por: <i>Ing. Mariano Antonio Benavides Cuéllar</i>	24
Personal calificado - personal motivado: Un concepto para la calificación de personal de producción en empresas de inyección Por: <i>Michaeli, W. y Romberg-Forkert, V.</i>	40
Influencia del bombardeo iónico sobre la microestructura y las propiedades mecánicas de los recubrimientos duros Por: <i>Gilberto Bejarano Gaitán</i>	45
Gestión del cambio en su organización Por: <i>CENTRO DE COMERCIO INTERNACIONAL UNCTAD/OMC</i>	56
Historia del soplado: El pet se convierte en el material más utilizado en detrimento del PVC Por: <i>Dip.-Ing. andreas Kandt</i>	60

GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO: Conceptos y aplicaciones

Por: Juan A. Tubau

Director de Systems & Networks Consulting, S.A.

Reproducido con la autorización expresa del editor

INTRODUCCIÓN

El título "Gestión del Conocimiento" ha sido objeto de usos y abusos desde el primer momento en que empezó a ser utilizado en publicaciones técnicas e informaciones comerciales. En este artículo se da una visión global de las diversas posibilidades de este nuevo concepto de aplicaciones informáticas.

Son pocos, en realidad, los que pueden acreditar alguna experiencia real sobre el tema, dado que la mayoría de los proyectos que realmente se ajustan a este calificativo están todavía en sus inicios o en fase de experimentación.

Bajo este término, muy amplio, se engloba una diversidad de problemas empresariales y técnicos, así como de posibles formas de solucionarlos, no sólo a través de una serie de tecnologías en grados distintos de madurez, sino incluso mediante conceptos y prácticas más tradicionalmente relacionados con las Humanidades.

No en vano estamos hablando de algo tan ambicioso como la mecanización del conocimiento de las personas, en un estadio más avanzado de la informatización de las empresas.

La valoración actual de este concepto está íntimamente relacionado con la recalificación, por parte de las empresas, de los conocimientos de sus empleados como parte integrante de su capital intelectual, que —de una forma u otra— afecta a su competitividad, eficiencia y capacidad comercial, entre otros factores cruciales para la buena marcha de su negocio o actividad. En consecuencia, se busca la forma de preservarlos, aumentarlos y distribuirlos, usando —una vez más— las actuales capacidades de la Tecnología.

**La valoración actual
de este concepto
está íntimamente
relacionado con la
recalificación, por
parte de las
empresas, de los
conocimientos de sus
empleados como
parte integrante de
su capital intelectual**

PROCESO DE DATOS Y PROCESO DE CONOCIMIENTO

En sus orígenes se vino a identificar la informática con el proceso de datos.

Si observamos la mayoría de las aplicaciones existentes a nivel empresa, veremos que la gran mayoría se han concentrado históricamente en registrar **datos** de forma fiable, clasificarlos, protegerlos y hacerlos asequibles a los usuarios, para darle **información**, que, en base a su propio **conocimiento** —el necesario para ejercer su actividad—, le permita tomar **decisiones** acertadas.

La informática ha intentado desde el principio, y con diferentes orientaciones, ayudar al máximo al desarrollo de este ciclo, mecanizándolo hasta los límites factibles.

La informática convencional o histórica ha dado grandes pasos desde las máquinas registradoras, a las bases de datos, a los sistemas transaccionales, a las estaciones de trabajo inteligentes, haciendo incluso sus buenos intentos de sustituir el conocimiento humano, en tareas muy específicas, por sistemas capaces de aprender, dentro de unos límites bien definidos.

Este CONOCIMIENTO, en mayúsculas, es una entidad muy compleja, pero sería crucial llegarlo a mecanizar al máximo, a fin de reducir los costes, el tiempo y la dedicación necesarias para llegar a adquirirlo y utilizarlo.

Pecaríamos de simplistas si limitásemos la visión al entorno de la pura reducción de costes empresariales. En el fondo se trata de elevar un grado más el nivel de soporte que la tecnología de la información puede dar a la actividad humana, facilitándole el ejercicio de la misma. Podríamos decir que hoy en día, el usuario todavía tiene demasiada vinculación con aspectos tecnológicos de la informática que utiliza, y que esta informática todavía "le habla" en términos demasiado técnicos y poco relacionados con lo que él sabe o debe saber para realizar adecuadamente su trabajo.

¿QUÉ ES EL CONOCIMIENTO?

Sin ánimo de dar definiciones académicas sobre el tema, y centrándonos en la problemática empresarial, podemos considerar que algunos de los componentes más importantes del conocimiento son:

- Los principios básicos de negocio y la forma de realizarlo
- Las reglas y normas -internas y externas- que regulan la operativa de la empresa
- La formación (sectorial, operacional, funcional, corporativa, etc.) y el entrenamiento necesarios para la práctica del puesto de trabajo, propia de la empresa y adicional a la básica requerida para el mismo
- Intuición y juicio para la toma de decisiones
- Noción de los valores y beneficios relativos de las distintas alternativas
- Conceptos de dimensión y complejidad de las acciones y procesos
- Apreciación y criterio de oportunidades y riesgos
- Experiencia: memoria histórica de situaciones, procesos y resultados, como base de comparación y referencia
- Relaciones y referencias de personas, entidades o grupos con capacidad de influencia, ayuda o colaboración en el manejo de situaciones y problemas.

La lista anterior es sólo una muestra de las características de una entidad tan compleja y abstracta como lo que solemos llamar conocimiento, pero sirve perfectamente para ilustrar la problemática típica de intentar mecanizarlo:

- ¿Qué aspectos del conocimiento se pueden convertir en procesos informáticos?
- ¿Cuáles son susceptibles de ser almacenados y en qué forma?



- ¿Cuál es el medio y el vehículo más adecuado para navegar por lo que podríamos denominar Base de Conocimientos Corporativa, de forma realmente útil para la práctica laboral, profesional o directiva?
- El conocimiento real no está perfectamente acotado y definido. Existen parcelas que desconocemos hasta que intuitivamente las ponemos en práctica, y también se va enriqueciendo a lo largo del tiempo. El modelo informático de gestión del conocimiento debe permitir enriquecer el sistema de forma semejante, en función de la práctica cotidiana
- El Conocimiento se debe poder capitalizar y utilizar en grupos con intereses comunes.

POR QUÉ AHORA Y NO ANTES? *Cambio de escenario*

Estamos tratando de dotar a los sistemas informáticos actuales de un grado superior de "inteligencia", al servicio de unos usuarios que necesitan poder concentrarse más en su actividad propia de negocio o

Es absolutamente factible, hoy en día, mecanizar de forma clara y descriptiva cada uno de los procesos en que los empleados de una empresa se ven implicados en su actividad profesional

gestión, con mínimos esfuerzos y desviaciones de su atención.

El problema no es nuevo; es quizás ahora más acuciante, a causa de una serie de condicionantes tales como la competitividad, la globalización del mercado, etc.

Un factor no desdeñable y difícil de clasificar es el hecho de que está desapareciendo del mercado laboral la generación que ha concebido, implantado y utilizado la mayoría de los sistemas informáticos en producción.

Esta generación no sólo se lleva consigo una cultura propia, unos conocimientos de la empresa de la era preinformática y unos esquemas de productividad, sino que está siendo sustituida por nuevas líneas de profesionales inmersas en el uso de la tecnología para toda clase de temas, mucho más exigentes en sus requerimientos y objetivos.

Internet y otras muchas tecnologías nuevas

Cuando se concibieron las actuales aplicaciones, en un escenario tecnológico que ha permanecido casi estable a lo largo de casi veinte años, el problema principal era el almacenamiento y seguimiento de las incidencias de la información: lo que llamamos el Modelo de Datos de Negocio, su interrelación, y los valores distintos de cada uno de ellos en los variados procesos y situaciones.

El sueño de "Guiar perfectamente al Usuario" con el sistema informático ha sido prácticamente imposible, a lo largo de todos estos años a causa de limitaciones técnicas diversas en todos los ámbitos: velocidad y coste de las comunicaciones, potencia de cálculo, complejidad, etc.

A lo largo de los últimos diez años se han venido produciendo una serie de innovaciones tecnológicas aceleradas, algunas de ellas cuya lectura podría ser:

- Diversificación, mejora de calidad, aumento de velocidad y reducción de costes de las comunicaciones, eliminando potencialmente muchas de las restricciones de cantidades de información a transmitir
- Una serie de estándares y servicios convergentes en el concepto de red global que denominamos internet, con capacidad y potencial de acceso ilimitados, tanto desde el punto de vista físico como del económico
- Capacidades de captación y representación de la información tremendamente más ricas, atractivas y dinámicas
- Aumento exponencial de la capacidad de proceso agregada de las máquinas y las redes, tanto desde el punto de vista de la velocidad como del de su coste
- Concentración mundial de inversiones en tecnología enfocadas en Internet, multimedia en general y todo tipo de técnicas y artes afines
- Nuevos conceptos de programas y formas de programar, capaces de manejar informaciones complejas, heterogéneas y de diferente naturaleza, con capacidades de abstracción difíciles de concebir anteriormente

En resumen, si admitimos que el conocimiento es una información compleja y de grados distintos de abstracción y relación, el hecho de que hoy en día dispongamos de tecnologías capaces de manejar

grados muy elevados de sofisticación en estas cualidades, permite abordar problemas de mecanización de algunos de sus aspectos con garantías de éxito.

ÁREAS TÍPICAS DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

Los siguientes apartados incluyen algunos de los problemas en que estos conceptos son aplicables.

Las descripciones intentan ilustrar de forma esquemática los aspectos más funcionales de los distintos ejemplos, sin entrar en sus soluciones ni en el valor empresarial de las mismas. Recordemos que este último depende fundamentalmente de la situación estratégica de cada uno de los temas en cada caso específico.

Visión del método de las actividades de negocio

Se trata de permitir a usuarios con menor nivel de especialización en los distintos procesos de negocio, acceder a los mismos con mínima formación y máxima seguridad.

Las antiguas transacciones a la base de datos son todavía demasiado visibles –y poco orientadas a unos profesionales cada vez más implicados en su propia tarea empresarial. Por otra parte, el sistema ayuda poco en aquellos aspectos del trabajo que no implican gestión directa de datos.

Basándose en las actuales herramientas de flujo de trabajo (workflow), es absolutamente factible, hoy en día, mecanizar de forma clara y descriptiva cada uno de los procesos en que los empleados de una empresa se ven implicados en su actividad profesional.

Podemos pensar en interfaces de



usuario que sólo vean los procedimientos a que están autorizados a acceder, en su propia terminología empresarial, que le guíen en su actividad, enlazándola además adecuadamente con las de los otros profesionales involucrados en un mismo proceso.

Estos procedimientos estarían catalogados en una biblioteca maestra, a nivel empresa, que sería como un gran repositorio de documentos "activos", conteniendo, de forma única y global, la descripción completa de la operativa de la misma.

No es posible pensar en sistemas rupturistas, por tanto, deben aplicarse las técnicas adecuadas de

preservación del entorno transaccional existente, encapsulándolas dentro del mencionado concepto documental activo, elevando así el actual nivel de acceso al sistema, haciéndolo más asequible al usuario, dotándole de niveles de integridad inviables hasta la fecha, todo ello en un contexto más compresible y fácil de mantener.

Sistema de referencia, información y decisión on-line

La base documental en que se basa la actividad empresarial sigue teniendo una componente importante de soporte de papel.

Si se ha mecanizado, suele ser

demasiado textual y no aprovecha las capacidades gráficas actualmente disponibles para facilitar su acceso y comprensión a usuarios inmersos en su actividad empresarial.

Su creación, gestión y mantenimiento suelen ser poco rigurosos y fiables, en comparación con los sistemas equivalentes para el ciclo directo de negocio (clientes, productos, pedidos, facturas, etc.).

Una base única documental multimedia, aprovechando todas las facilidades de referencias cruzadas, enlaces entre documentos y capacidades audiovisuales de presentación actualmente disponibles, sería la sustitución perfecta de la mayoría de sistemas de información y de referencia vigentes.

Captación y compartición de conocimientos críticos

En toda Empresa o Entidad existen personas o grupos que poseen conocimientos de especial valor, costosos, imprescindibles y a veces irrepetibles.

La cada vez mayor movilidad de los profesionales entre empresas y el tópicó relevo generacional, frecuentemente acelerado por planes de reestructuración, mantienen en continuo riesgo este capital intelectual.

Es evidente la imposibilidad de reducir toda la experiencia de un buen profesional a un algoritmo y unas cuantas bases de datos. Ahora bien, al hablar de lo que es el Conocimiento, se han identificado una serie de aproximaciones selectivas, parcelando aspectos distintos del mismo, que, si bien no permiten clonar expertos automáticamente, pueden facilitar la trayectoria de adquisición y compartición de estos conocimientos a otras personas.

- Identificación de personas y grupos con conocimientos vitales para la actividad de la Empresa
- Formalización y compartición de estos conocimientos, según su grado de definición.
- Creación de grupos de trabajo relacionados con los mismos.
- Captura, clasificación y formalización de conocimiento tácito y experiencia.
- Interrelación de individuos con misiones y conocimientos complementarios.

Comunidades virtuales de trabajo

Cada vez se da más la necesidad de colaboración entre equipos y personas de la misma o distintas empresas para la elaboración de proyectos complejos.

El coste de tales proyectos, -incluso el de la elaboración de propuestas- suele ser muy elevado, y los resultados

difíciles de capitalizar y reutilizar en sucesivas situaciones similares, a causa de la fragmentación del trabajo y de la diversidad de aspectos contempladas por cada grupo u organización.

Las Comunidades Virtuales de Trabajo son aplicaciones de Gestión del Conocimiento orientadas a facilitar este esquema de cooperación entre grupos y empresas, poniendo en común las sucesivas visiones y aspectos del proyecto y sus resultados, compartiendo métodos, herramientas e información.

Facilidad de Formación, reciclaje y rotación de personal

El proceso de formar, actualizar y reciclar los conocimientos de los empleados y profesionales de una Empresa o Entidad es cada vez más complejo.

Existen, por una parte aquellas herramientas, productos o tecnologías externos que son necesarios para las distintas actividades, que requieren



un entrenamiento que no siempre es posible adquirir de forma presencial o simultánea.

La propia operativa de la Empresa debe ser aprendida también, raramente a través de entidades externas, pero también con los mismos problemas de asistencia o desplazamiento.

Cada vez más, se van consolidando, por otra parte, todo tipo de ayudas informáticas a la formación, tanto desde el punto de vista empresarial como del universitario.

Si la formalización y preservación del Conocimiento es importante, un elemento básico para ello es su propia creación y transferencia mediante Cursos de Formación.

Los Campus Virtuales de formación corporativa o profesional están siendo cada vez más utilizados para atender estas necesidades, utilizando la tecnología para hacer llegar al educando los conocimientos necesarios y practicarlos bajo el control de los monitores y profesores adecuados.

Inventario de Conocimientos y de referencias

En este apartado se incluye la identificación de cómo localizar quien puede ayudar en una situación determinada. No se trata solamente de conocimientos de negocio o técnicos, sino más bien de todo aquello que afecta a las relaciones, referencias y experiencias de situaciones.

- ¿Cuáles son los conocimientos de los distintos elementos de la empresa?
- ¿Qué debería saber quién?
- ¿Cómo llegar a conseguir estos

conocimientos?

- ¿Cuándo, cómo y quién hizo algo semejante, y qué resultados y experiencias se obtuvo?
- ¿Quién o qué Empresa o Entidad puede colaborar en un determinado tema?

¿CÓMO SE HA DE ENFOCAR UN PROYECTO DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO?

Ante todo, se ha de reconocer el carácter estratégico para la Empresa.

La lista anterior sólo es una serie de ejemplos de un tipo de situaciones que puede llegar a ser de gran volumen y entidad. Raramente es abordable un enfoque total, sino que debe actuarse por áreas, dentro de un plan global.

Un enfoque demasiado ambicioso puede hacerlo inviable, y la falta de un plan director lleva implícita una casi segura redundancia de costes, infraestructuras e implantaciones.

Es absolutamente necesario, al definir la arquitectura tecnológica (servidores, red, seguridad, gestión y mantenimiento, etc.), dimensionarla adecuadamente en función al plan estratégico y etapas de puesta en marcha, con posibles implicaciones para la anchura de banda, topología y servicios básicos de la red.

Es necesario, asimismo, contar con el adecuado equipo de especialistas para el diseño de los contenidos, tanto desde el punto de vista sectorial y operativo, como del de los responsables de Imagen y Comunicación.

Un aspecto básico del nuevo concepto de Red de Conocimiento se basa en la mayor capacidad de expresión y

comunicación que lleva implícito, y portanto, no sólo es necesario pensar cuidadosamente qué es lo que puede "decirle" al usuario, sino también cómo se lo "diga", teniendo en cuenta, además, la diversidad de audiencia a que se van a dirigir.

Tomado de:

TUBAU, Juan A., "Gestión del conocimiento: Conceptos y aplicaciones", Mundo Electrónico, Barcelona, (300), jul. 1999, p. 92-96



Adpostal



Llegamos a todo el mundo

**CAMBIAMOS PARA SERVIRLE MEJOR
A COLOMBIA Y AL MUNDO**

ESTOS SON NUESTROS SERVICIOS

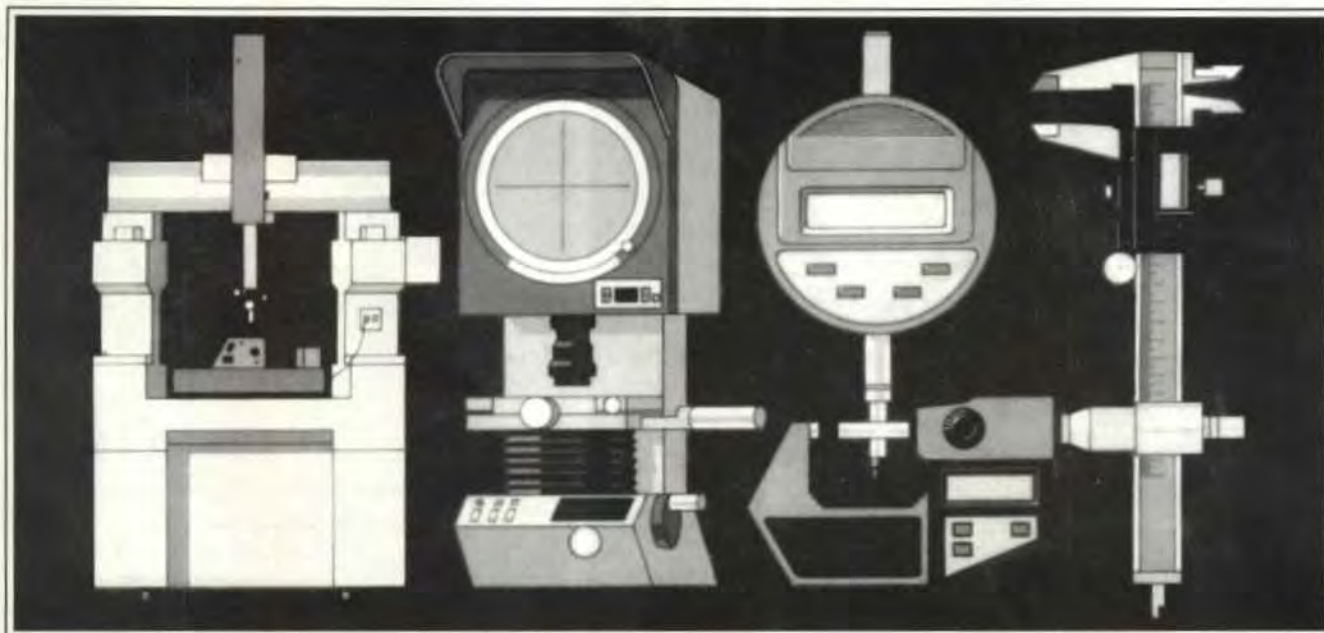
**VENTA DE PRODUCTOS POR CORREO
SERVICIO DE CORREO NORMAL
CORREO INTERNACIONAL
CORREO PROMOCIONAL
CORREO CERTIFICADO
RESPUESTA PAGADA
POST EXPRESS
ENCOMIENDAS
FILATELIA
CORRA
FAX**

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

33093

VOCABULARIO INTERNACIONAL DE TÉRMINOS FUNDAMENTALES Y GENERALES DE METROLOGÍA

*FUNDACIÓN CENTRO DE CALIDAD Y METROLOGÍA
Santafé de Bogotá, Colombia*



AJUSTADO (de un instrumento de medición)

Aptitud de un instrumento de medición para dar indicaciones libres de error sistemático.

AJUSTE (de un instrumento de medición)

Operación de llevar un instrumento de medición a un estado de funcionamiento adecuado para su uso.

Nota: el ajuste puede ser automático, semiautomático o manual.

AJUSTE USUAL (de un instrumento de medición)

Ajuste que se realiza utilizando únicamente los medios a disposición del usuario.

ALCANCE DE INDICACIÓN

Conjunto de valores limitados por las indicaciones extremas.

Notas:

1. Para una indicación analógica, esto puede ser llamado el alcance de la escala.
2. El alcance de indicación es expresado en las unidades marcadas en el indicador, independientemente de las unidades del mensurando, y es normalmente especificado en términos de sus límites inferior y superior, por ejemplo, 100EC a 200EC.

ALCANCE DE MEDICIÓN

Conjunto de valores de mensurados para los cuales el error de un instrumento de medición está supuestamente comprendido dentro de ciertos límites.

Nota: El error es establecido por referencia a un valor convencionalmente verdadero.

ALCANCE NOMINAL

Intervalo de la escala obtenida por una posición dada de los controles de un instrumento de medición.

Notas:

1. El alcance nominal es normalmente expresado en términos de sus límites inferior y superior, por ejemplo, «100EC a 200EC».
2. Cuando el límite inferior es cero, el alcance nominal es comúnmente expresado solo por el límite superior: por ejemplo un alcance nominal de 0 a 100 V es expresado como «100 V».

CADENA DE MEDICIÓN

Serie de elementos de un instrumento de medición o sistema que constituye la trayectoria desde la entrada hasta la salida de la señal de medición.

Ejemplo: una cadena de medición electroacústica comprende un micrófono, un atenuador, un filtro, un amplificador y un voltímetro.

CALIBRACIÓN

Conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones específicas, la relación entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento o sistema de medición, o los valores representados por una medida materializada y los

valores correspondientes de la magnitud, realizados por los patrones.

Notas:

1. El resultado de una calibración permite atribuir a las indicaciones, los valores correspondientes del mensurando o determinar las correcciones que se deben aplicar a las indicaciones.
2. Una calibración puede también determinar otras propiedades metrológicas tales como los efectos de magnitudes de influencia.
3. El resultado de una calibración puede ser consignado en un documento, algunas veces llamado certificado de calibración o informe de calibración.

CALIBRADO (de un instrumento de medición)

Operación de fijar las posiciones de las marcas de la escala de un instrumento de medición (en algunos casos de ciertas marcas principales solamente), en función de los valores correspondientes del mensurando.

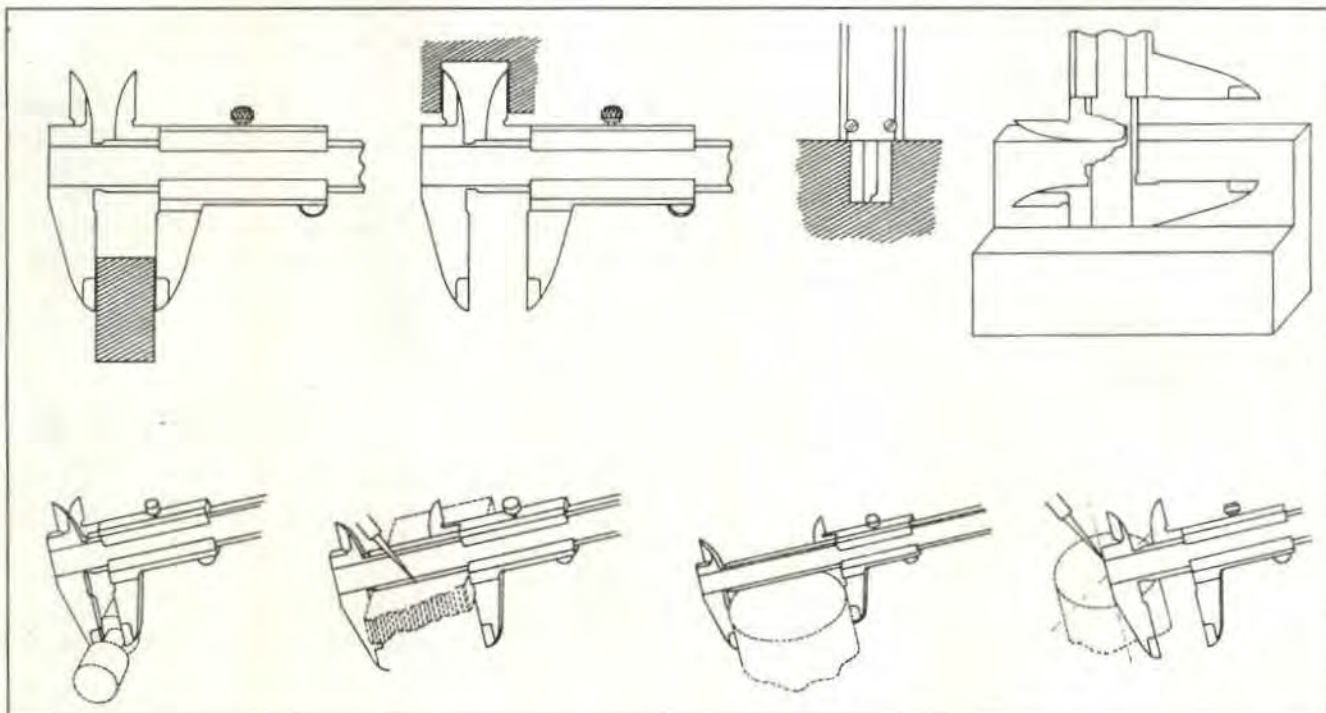
Nota: no confundir * calibrado + con *calibración+.

CARACTERÍSTICA DE RESPUESTA

Relación entre una señal de entrada y la respuesta correspondiente, dentro de condiciones definidas.

Ejemplo: la fuerza electromotriz de un termopar en función de la temperatura.





Notas:

1. La relación puede ser expresada en la forma de una ecuación matemática, una tabla numérica o de una gráfica.
2. Cuando la señal de entrada varía en función del tiempo, una forma de la característica respuesta es la función de transferencia (la Transformada de Laplace de la señal de salida dividida por la Transformada de Laplace de la señal de entrada).

CONDICIONES ASIGNADAS DE FUNCIONAMIENTO

Condiciones de utilización de un instrumento para las cuales las características metrológicas de un instrumento de medición están supuestamente comprendidos dentro de ciertos límites.

Nota: Las condiciones asignadas de operación generalmente especifican los intervalos asignados para el

mensurando y para las magnitudes de influencia.

CONDICIONES LÍMITES

Condiciones extremas que un instrumento de medición puede soportar sin daño, y sin degradación de sus características metrológicas cuando es subsecuentemente operado bajo las condiciones asignadas de funcionamiento.

Notas:

1. Las condiciones límites para almacenamiento, transporte y operación pueden ser diferentes.
2. Las condiciones límites pueden incluir valores límites del mensurando y de las magnitudes de influencia.

CONDICIONES DE REFERENCIA

condiciones de uso prescrito para los ensayos de funcionamiento de un instrumento de medición o para la

intercomparación de resultados de mediciones.

Nota: Las condiciones de referencia generalmente incluyen valores de referencia o alcances de referencia para las magnitudes de influencia que afectan al instrumento de medición.

CONSERVACIÓN DE UN PATRÓN (de medición)

Conjunto de operaciones necesarias para preservar las características metrológicas de un patrón de medición dentro de límites apropiados.

Nota: Las operaciones comprenden habitualmente una calibración periódica, un resguardo en las condiciones apropiadas y las precauciones para su utilización.

CONSTANTE DE UN INSTRUMENTO

Coefficiente por el cual se debe multiplicar la indicación directa de un instrumento de medición para obtener

el valor indicado del mensurando o de una magnitud que se utilice para calcular el valor del mensurando.

Notas:

1. Los instrumentos de medición de varios alcances con un solo indicador tienen diversas constantes que corresponden por ejemplo, a diferentes posiciones de un mecanismo selector.
2. Cuando la constante del instrumento es el número uno, no es generalmente mostrado en el instrumento.

CORRECCIÓN

Valor agregado algebraicamente al resultado no corregido de una medición para compensar un error sistemático.

Notas:

1. La corrección es igual al error sistemático estimado, con signo negativo.
2. Puesto que el error sistemático no puede ser perfectamente conocido, la compensación no puede ser completa.

CUADRANTE

Parte fija o móvil de un dispositivo indicador que porta la escala o escalas.

Nota: En algunos dispositivos de indicación, el cuadrante tiene la forma de pequeños tambores o de discos numerados que se desplazan con relación a un índice fijo o una ventanilla de indicación.

DERIVA

Variación lenta de una característica metrológica de un instrumento de medición.

DESVIACIÓN

Valor menos su valor de referencia.

DESVIACIÓN ESTÁNDAR EXPERIMENTAL

Para una serie de n mediciones del mismo mensurando, es la magnitud que caracteriza la dispersión de los resultados, dado por la fórmula:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - a)^2}{n - 1}$$

en donde x_i es el resultado de la i ésima medición y a es la media aritmética de los resultados considerados.

Notas:

1. Considerando la serie de n valores como muestra de una distribución, $\bar{x}$ es un estimado insesgado de la media F , y s^2 es un estimado insesgado de la variancia σ^2 de esta distribución.
2. La expresión $s/\bar{x}$ es un estimado de la desviación estándar de la distribución de $\bar{x}$ y es llamada la desviación estándar experimental de la media.
3. La desviación estándar experimental de la media es algunas veces incorrectamente llamado el error estándar de la media.

DETECTOR

Dispositivo o sustancia que indica la presencia de un fenómeno sin que necesariamente proporcione un valor de una magnitud asociada.

Ejemplos:

- a. detector de fuga de halógeno,

- b. papel tornasol.

Notas:

1. Una indicación puede producirse solo cuando el valor de la magnitud alcanza un límite, algunas veces llamado el límite de detección del detector.
2. En algunos campos el término «detector» se utiliza en vez del término «sensor».

DIMENSIÓN DE UNA MAGNITUD

Expresión que representa una magnitud de un sistema de magnitudes como el producto de factores que representan una potencia de las magnitudes de base de ese sistema.

Ejemplos:

- a. en un sistema que tenga como magnitudes de base a la longitud, la masa y el tiempo, cuyas dimensiones son designadas por L , M y T respectivamente, LMT^{-2} es la dimensión de la fuerza.
- b. en el mismo sistema de magnitudes, ML^{-3} es la dimensión de la concentración de la masa como también la de la masa volúmica (densidad).

Notas:

1. El factor que representa una magnitud de base es llamado «dimensión» de esta magnitud.
2. Para detalles del álgebra dimensional (ecuaciones dimensionales). Véase ISO 31-0.

DISCRECIÓN

Aptitud de un instrumento de medición para no alterar el valor del mensurando.

Ejemplos:

- a. una balanza es un instrumento discreto para la medida de la masa;
- b. un termómetro de resistencia que calienta el medio cuya temperatura va a medir no es discreto.

DISPOSITIVO INDICADOR

Parte de un instrumento de medición que presenta una indicación.

Notas:

1. Este término puede incluir el dispositivo que permite exhibir el valor proporcionado por una medida materializada.
2. Un dispositivo analógico proporciona una indicación analógica y un dispositivo de indicación digital proporciona una indicación numérica.
3. Una indicación semidigital es una forma de presentación de la indicación ya sea por medio de un indicador digital en el cual se desplaza continuamente el último dígito significativo, permitiendo de esta manera la interpolación, o bien por medio de un indicador numérico complementado con una escala y un índice.
4. El término en inglés «readout device» se utiliza como un descriptor general de los medios

por los cuales se hace presente la respuesta de un instrumento de medición.

DISPOSITIVO REGISTRADOR

Parte de un instrumento de medición que proporciona un registro de una indicación.

DIVISIÓN DE LA ESCALA

Parte de una escala comprendida entre dos marcas sucesivas.

ERROR ALEATORIO

Resultado de una medición menos la media que resultaría de un número infinito de mediciones del mismo mensurando realizadas bajo condiciones de repetibilidad.

Notas:

1. El error aleatorio es igual al error menos el error sistemático.
2. Puesto que solo se puede realizar un número finito de mediciones, es posible determinar solo un estimado del error aleatorio.

ERROR DE AJUSTE (de un instrumento de medición)

Error sistemático de la indicación de un instrumento de medición.

Nota: El error de ajuste de un instrumento de medición es normalmente estimado por el promedio del error de

indicación de un número apropiado de mediciones repetidas.

ERROR DE CERO (de un instrumento de medición)

Error en el punto de control para un valor cero del mensurando.

ERROR (de indicación) DE UN INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

Indicación de un instrumento de medición menos un valor verdadero de la magnitud de entrada correspondiente.

ERROR (de medición)

Resultado de un mensurando menos un valor verdadero del mensurando.

Notas:

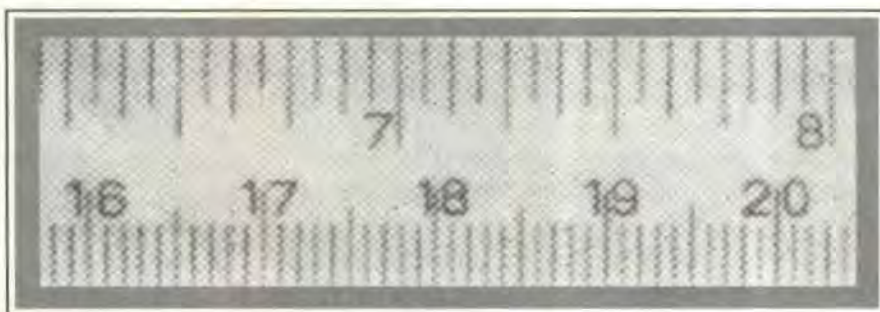
1. Puesto que un valor verdadero no puede ser determinado, en la práctica se utiliza un valor convencionalmente verdadero
2. Cuando es necesario distinguir error de error relativo, el primero es a veces llamado **error absoluto de medición**. Este no debe confundirse con **valor absoluto del error**, que es el módulo del error.

ERROR EN EL PUNTO DE CONTROL (de un instrumento de medición)

Error de un instrumento de medición para una indicación especificada o para un valor especificado del mensurando, elegido para la verificación del instrumento.

ERROR REDUCIDO CONVENCIONAL (de un instrumento de medición)

Error de un instrumento de medición dividido por un valor especificado para



el instrumento.

Nota: El valor especificado es generalmente llamado valor convencional y puede ser, por ejemplo, el intervalo de medida o el límite superior del alcance nominal del instrumento de medición.

ERROR INTRÍNSECO (de un instrumento de medición)

Error de un instrumento de medición, determinado bajo condiciones de referencia.

ERRORES MÁXIMOS TOLERADOS (de un instrumento de medición) LÍMITES DE LOS ERRORES TOLERADOS (de un instrumento de medición)

Valores extremos de un error permitido (tolerado) por las especificaciones, regulaciones, etc. para un instrumento de medición determinado.

ERROR RELATIVO

Error de medición dividido por un valor verdadero del mensurando

Nota: Puesto que un valor verdadero no puede ser determinado, en la práctica se utiliza un valor convencionalmente verdadero.

ERROR SISTEMÁTICO

Media que resultaría de un número infinito de mediciones del mismo mensurando realizadas bajo condiciones de repetibilidad menos un valor verdadero del mensurando.

Notas:

1. El error sistemático es igual al error menos el error aleatorio.
2. De forma parecida al valor verdadero, el error sistemático y sus causas no son completamente

conocidas.

3. Para un instrumento de medición, véase «error de ajuste»
4. El error sistemático es el que afecta básicamente la incertidumbre de las mediciones.

ESCALA DE CERO SUPRIMIDO

Escala cuyo alcance no incluye el valor cero.

Ejemplo: escala de un termómetro clínico.

ESCALA (de un instrumento de medición)

Conjunto ordenado de marcas, con una numeración asociada, que forma parte de un dispositivo indicador de un instrumento de medición.

Nota: Cada marca es llamada una marca de la escala.

ESCALA DE REFERENCIA CONVENCIONAL

Escala de valores de referencia

Para magnitudes particulares de una naturaleza determinada, es el conjunto ordenado de valores, continuos o discretos, definidos por convención como referencia para clasificar en orden creciente o decreciente las magnitudes de esta naturaleza.

Ejemplos:

- a. la escala de dureza Mohos;
- b. la escala de pH en química;
- c. la escala de índice de octano en gasolinas.

ESCALA EXPANDIDA

Escala en la cual una parte de la

escala ocupa una longitud que es proporcionalmente más grande que las otras partes.

ESCALA LINEAL

Escala en la cual la longitud y el valor de cada división son relacionadas por un coeficiente de proporcionalidad que es constante a lo largo de la escala.

Nota: Una escala lineal donde los escalones son constantes es llamada escala regular.

ESCALA NO LINEAL

Escala en la cual la longitud y el valor de cada división son relacionadas por un coeficiente de proporcionalidad que no es constante a lo largo de la escala.

Nota: Algunas escalas no lineales reciben nombres especiales como ejemplos tenemos escala logarítmica y escala cuadrática.

ESTABILIDAD

Aptitud de un instrumento de medición para mantener constante en el tiempo, sus características metrológicas.

Notas:

1. En el caso de que la estabilidad se considere en función de otra magnitud diferente del tiempo, esta debe ser mencionada claramente.
2. La estabilidad puede ser cuantificada en varias formas, por ejemplo:
 - Por el tiempo en el cual cambia una característica metrológica por una cantidad dada.

EXACTITUD (de un instrumento de medición)

Aptitud de un instrumento de medición



para dar respuestas próximas al valor verdadero.

Nota: «Exactitud» es un concepto cualitativo

EXACTITUD DE MEDICIÓN

Proximidad de concordancia entre el resultado de una medición y un valor verdadero del mensurando.

Notas:

1. El concepto de exactitud es cualitativo.
2. El término **precisión** no debe ser utilizado por exactitud.

EXACTITUD (clase de)

Clase de instrumentos que satisfacen ciertos requisitos metrológicos destinados a mantener los errores dentro de ciertos límites especificados.

Nota: Una clase de exactitud es usualmente indicada por un número o símbolo adoptado por convención y denominado **índice de clase**.

FACTOR DE CORRECCIÓN

Factor numérico por el cual se multiplica el resultado no corregido de la medición para compensar un error sistemático.

Nota: Puesto que el error sistemático

no puede ser conocido perfectamente, la compensación no puede ser completa.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

Parámetro, asociado al resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que podrían ser razonablemente atribuidos al mensurando.

Notas:

1. El parámetro puede ser, por ejemplo, una desviación estándar (o un múltiplo dado de ella), o la mitad de un intervalo de un nivel de confianza determinado.
2. La incertidumbre de la medición comprende en general muchos componentes. Algunos de estos pueden ser evaluados a partir de la distribución estadística de los resultados de series de mediciones y pueden ser caracterizados por desviaciones estándar experimentales. Los otros componentes, que también pueden ser caracterizados por desviaciones estándar, son evaluados admitiendo distribuciones de probabilidad basadas en la experiencia u otra información.
3. Se entiende que el resultado de la medición es el mejor estimado del mensurando, y que todos los componentes de la incertidumbre, incluyendo aquellos que surgen

de efectos sistemáticos, tales como componentes asociados a las correcciones y a los patrones de referencia, contribuyen a la dispersión.

INDICACIÓN (de un instrumento de medición)

Valor de una magnitud proporcionada por un instrumento de medición.

Notas:

1. El valor leído en el dispositivo indicador puede ser llamado la **indicación directa**; la cual es multiplicada por la constante del instrumento para dar la indicación.
2. La magnitud puede ser el mensurando, una señal de medición, o cualquier otra magnitud a ser utilizada para calcular el valor del mensurando.
3. Para una medida materializada, la indicación es el valor asignado a ella.

ÍNDICE

Parte fija o móvil de un dispositivo indicador cuya posición con referencia a las marcas de la escala permite determinar un valor indicado.

Ejemplos:

- a. aguja;
- b. punto luminoso;

- c. superficie de un líquido;
- d. pluma registradora.

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

Dispositivo destinado a ser utilizado para hacer mediciones solo o en conjunto con dispositivos complementarios.

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN ANALÓGICO

Instrumento de indicación analógica

Instrumento de medición en el cual la señal de salida o la indicación es una función continua del mensurando o de la señal de entrada.

Nota: Este término se refiere a la forma de presentación de la salida o indicación, no al principio de Operación del instrumento.

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN DIGITAL

Instrumento de indicación digital

Instrumento de medición que proporciona una señal de salida o indicación de forma numérica.

Nota: Este término se refiere a la forma de presentación de las señales de salida o indicación, no al principio de Operación del instrumento.

INSTRUMENTO (de medición) INDICADOR

Instrumento de medición que muestra una indicación.

Ejemplos:

- a. voltímetro de indicación analógica
- b. medidor digital de frecuencia
- c. micrómetro.

Notas:

- 1. La indicación puede ser analógica

(continua o discontinua) o digital.

- 2. Los valores de varias magnitudes pueden ser indicadas simultáneamente.
- 3. Un instrumento de medición indicador puede también proporcionar un registro.



INSTRUMENTO (de medición) INTEGRADOR

Instrumento de medición que determina el valor de un mensurando

integrando una magnitud en función de otra.

Ejemplo: medidor de energía eléctrica.

INSTRUMENTO (de medición) REGISTRADOR

Instrumento de medición que proporciona un registro de la indicación.

Ejemplos:

- a. barógrafo;
- b. dosímetro termoluminiscente;
- c. espectrómetro registrador.

Notas:

- 1. El registrador (indicador) puede ser analógico (de línea continua o discontinua) o digital.
- 2. Pueden registrarse (indicarse) simultáneamente los valores de más de una magnitud.
- 3. Un instrumento registrador puede también mostrar una indicación.

INSTRUMENTO (de medición) TOTALIZADOR

Instrumento de medición que determina el valor de un mensurando realizando la suma de valores parciales del mensurando obtenidos simultáneamente o consecutivamente de una o más fuentes.

Ejemplos:

- a. báscula totalizadora, de vía (ferrocarrilera);
- b. instrumento de medición totalizador de potencia eléctrica.

INTERVALO DE MEDICIÓN

Módulo de la diferencia entre los dos límites de un alcance nominal.

Ejemplo: para un alcance nominal de -10 V a + 10 V, el intervalo es 20 V.

Nota: En algunos campos del conocimiento, la diferencia entre el valor más grande y el más pequeño es llamado la amplitud.

LONGITUD DE LA ESCALA

Para una escala determinada, es la longitud de la línea leída entre la primera y la última marca de la escala que pasa por en medio de todas las marcas más pequeñas de la escala.

Notas:

1. La línea puede ser real o imaginaria, curva o recta.
2. La longitud de la escala se expresa en unidades de longitud, independientemente de las unidades del mensurando o de las unidades marcadas en la escala.

LONGITUD DE UNA DIVISIÓN (de la escala)

Distancia entre dos marcas sucesivas de la escala medidas a lo largo de la misma línea de la longitud de la escala.

Nota: La longitud de una división se expresa en unidades de longitud, independientemente de las unidades del mensurando o de las unidades marcadas en la escala.

MAGNITUD (medible)

Atributo de un fenómeno, cuerpo o sustancia que puede ser distinguido cualitativamente y determinado cuantitativamente.

* La longitud de onda de una luz monocromática es de 0,3 micrómetros, la de otra es de 0,2 micrómetros, la longitud de onda de la primera es más grande que la de la

segunda, entonces **la longitud de onda es una magnitud.**

Ejemplos:

- a. magnitudes en un sentido general: longitud, tiempo, masa, temperatura, resistencia eléctrica, concentración de cantidad de sustancia;
- b. magnitudes particulares:
 - longitud de una varilla
 - resistencia eléctrica de un espécimen determinado de alambre
 - concentración de cantidad de sustancia de etanol en una muestra de vino.

Notas:

1. El término magnitud puede referirse a una magnitud en un sentido general o a una magnitud particular.
2. Las magnitudes que pueden ser clasificadas, las unas con relación a las otras, en orden creciente (o decreciente), son llamadas **magnitudes de la misma naturaleza.**
3. Las magnitudes de la misma naturaleza pueden ser agrupadas en su conjunto en categorías de magnitudes, por ejemplo:
 - trabajo, calor, energía
 - espesor, circunferencia, longitud de onda.
4. Los símbolos de las magnitudes se establecen en la norma ISO 31

MAGNITUD DE BASE

Una de las magnitudes que en un sistema de magnitudes, se aceptan por convención como funcionalmente independientes unas de otras.

Ejemplo: las magnitudes longitud, masa y tiempo son generalmente consideradas como magnitudes de base en el campo de la mecánica.

Nota: Las magnitudes de base correspondientes a las unidades de base del Sistema Internacional de Unidades se indican en la Nota 1.12.

MAGNITUD DERIVADA

Magnitud definida en un sistema de magnitudes, en función de las magnitudes de base de ese sistema.

Ejemplo: en un sistema en el cual tenga como magnitudes de base a la longitud, masa y tiempo, la velocidad es una magnitud derivada, definida como: la longitud dividida por el tiempo.

MAGNITUD DE DIMENSIÓN UNO

Magnitud adimensional

Magnitud cuya expresión dimensional, en función de las dimensiones de base, tiene todo sus exponentes reducidos a cero.

Ejemplos: dilatación lineal relativa, factor de fricción, número de Mach, índice de refracción, fracción molar, fracción másica.

MAGNITUD DE INFLUENCIA

Magnitud que no es el mensurando pero que afecta al resultado de la medición.

Ejemplos:

- a. la temperatura de un micrómetro cuando se trata de la medida de una longitud.
- b. la frecuencia en la medición de la amplitud de una tensión eléctrica alterna.
- c. La concentración de bilirrubina

cuando se trata de la medición de concentración de hemoglobina en una muestra de plasma sanguíneo humano.

MATERIAL DE REFERENCIA (MR)

Material o sustancia en el cual uno o más valores de sus propiedades son suficientemente homogéneas y bien definidas, para ser utilizadas para la calibración de aparatos, la evaluación de un método de medición, o para asignar valores a los materiales.

Nota: Un material de referencia puede presentarse bajo la forma de un gas, de un líquido o de un sólido, puro o compuesto. Como ejemplos tenemos el agua para la calibración de viscosímetros, el zafiro que permite calibrar la capacidad térmica de un calorímetro y las soluciones utilizadas para la calibración en química analítica.

Esta definición, incluyendo la Nota, se tomó de la Guía ISO 30, 1992.

MATERIAL DE REFERENCIA CERTIFICADO (MRC)

Material de referencia, acompañado de un certificado, en el cual uno o más valores de las propiedades están certificados por un procedimiento que establece trazabilidad a una realización exacta de la unidad en la cual se expresan los valores de la propiedad, y en el que cada valor certificado se acompaña de una incertidumbre con un nivel declarado de confianza.

Notas:

1. La definición de un «certificado de material de referencia» se da en el inciso 4.2 de la Guía ISO 30, 1992.
2. Los MRC son en general preparados en lotes donde se



determinan los valores de las propiedades, dentro de límites de incertidumbre indicados, por mediciones de muestras representativas del lote entero.

3. Las propiedades certificadas de materiales de referencia son algunas veces conveniente y confiablemente realizadas cuando el material está incorporado en un dispositivo fabricado especialmente, por ejemplo una sustancia cuyo punto triple es conocido dentro de una celda de punto triple; un vidrio de densidad óptica conocida dentro de un filtro de transmisión; esferas de granulometría uniforme montadas en el objetivo de un microscopio. Tales dispositivos pueden también ser considerados como materiales de referencia certificados.

4. Todos los MRCs responden a la definición de «patrón de medición» definido en el Vocabulario Internacional de Metrología (VIM).

5. Algunos MR y MRCs tienen propiedades que no pueden ser determinadas por métodos de medición físicos y químicos exactamente definidos, porque no pueden estar ligadas a una estructura química establecida o por otras razones. Dichos materiales incluyen ciertos

materiales biológicos tales como vacunas para las cuales se les ha atribuido una unidad internacional, por la Organización Mundial de la Salud.

Esta definición, incluyendo las Notas, está tomada de la Guía ISO 30, 1992.

MEDICIÓN

Conjunto de operaciones que tiene por objeto determinar el valor de una magnitud.

Nota: Las operaciones pueden ser realizadas automáticamente.

MEDIDA MATERIALIZADA

Medida destinada a reproducir o suministrar, de una manera permanente durante su uso, uno o más valores conocidos de una magnitud dada.

Ejemplos:

- a. una pesa;
- b. una medida de volumen (de uno o varios valores, con o sin escala);
- c. una resistencia eléctrica patrón;
- d. un bloque patrón;
- e. un generador de señales patrón;
- f. un material de referencia.

Nota: La magnitud en cuestión puede ser llamada magnitud suministrada.

MENSURANDO

Magnitud particular sujeta a medición.

Ejemplo: presión de vapor de una muestra determinada de agua a 20°C.

Nota: La especificación de un mensurando puede requerir indicaciones acerca de magnitudes tales como tiempo, temperatura y presión.

MÉTODO DE MEDICIÓN

Secuencia lógica de operaciones, descrita de manera genérica, utilizada en la ejecución de las mediciones.

Nota: Los métodos de medición pueden ser calificados en varias formas tales como:

- método de sustitución;
- método diferencial;
- método nulo o de cero.

METROLOGÍA

Ciencia de la medición.

Nota: La metrología incluye todos los aspectos teóricos y prácticos relacionados con las mediciones; cualquiera que sea su incertidumbre y en cualquier campo de la ciencia y tecnología que ocurra.

MÚLTIPLO DE UNA UNIDAD (de medida)

Unidad grande de medida que se forma a partir de una unidad determinada de acuerdo a un escalonamiento convencional.

Nota: Generalmente expresada en potencias de 10.

Ejemplos:

- a. uno de los múltiplos del metro es el kilómetro;

- b. uno de los múltiplos no decimales del segundo es la hora.

NUMERACIÓN DE LA ESCALA

Conjunto ordenado de números asociados a las marcas de la escala.

PATRÓN (de medición)

Medida materializada, instrumento de medición, material de referencia o sistema de medición destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad o uno o más valores de una magnitud para utilizarse como referencia.

Ejemplos:

- a. patrón de masa de 1 kg;
- b. resistencia patrón de 100 ohmios;
- c. amperímetro patrón;
- d. patrón de frecuencia de cesio;
- e. electrodo de referencia de

hidrógeno;

- f. solución de referencia de cortisol en seres humanos de concentración certificada.

Notas:

1. Una serie de medidas similares o de instrumentos de medición que se utilizan conjuntamente constituyen un patrón llamado **patrón colectivo**.
2. Un conjunto de patrones de valores elegidos que individualmente o en combinación proporcionan una serie de valores de magnitudes de la misma naturaleza, es llamado serie de patrones.

PATRÓN INTERNACIONAL (de medición)

Patrón reconocido por un acuerdo internacional para utilizarse



internacionalmente como base para asignar valores a otros patrones de la magnitud concerniente.

PATRÓN NACIONAL (de medición)

Patrón reconocido por una decisión nacional en un país, que sirve de base para asignar valores a otros patrones de la magnitud concerniente.

PATRÓN PRIMARIO

Patrón que es designado o reconocido ampliamente como un patrón que tiene las más altas cualidades metrológicas y cuyo valor es aceptado sin referencia a otros patrones de la misma magnitud.

Nota: El concepto de patrón primario es igualmente válido para magnitudes de base o para magnitudes derivadas.

PATRÓN SECUNDARIO

Patrón cuyo valor es establecido por comparación con un patrón primario de la misma magnitud.

PATRÓN DE REFERENCIA

Patrón, en general de la más alta calidad metrológica disponible en un lugar dado, o en una organización determinada del cual se derivan las mediciones realizadas en dicho lugar.

PATRÓN DE TRABAJO

Patrón que es usado rutinariamente para calibrar o controlar las medidas materializadas, instrumentos de medición o los materiales de referencia

Notas:

1. Un patrón de trabajo es usualmente calibrado contra un patrón de referencia.
2. Un patrón de trabajo que se usa

rutinariamente para asegurarse que las mediciones se realizan correctamente es llamado un patrón de control.

PATRÓN DE TRANSFERENCIA

Patrón utilizado como intermediario para comparar patrones.

Nota: El término dispositivo de transferencia se debe utilizar cuando el intermediario no es un patrón.

PATRÓN VIAJERO

Patrón, algunas veces de construcción especial destinado a ser transportado a distintos lugares.

Ejemplo: un patrón de frecuencia de cesio, portátil, funcionando con acumulador.

PRINCIPIO DE MEDICIÓN

Base científica de una medición.

Ejemplos:

- a. el efecto termoeléctrico aplicado a la medición de temperatura;
- b. el efecto Josephson aplicado a la diferencia de potencial eléctrico;
- c. el efecto Doppler aplicado a la medición de velocidad;
- d. el efecto Raman aplicado a la medición del número de onda de las vibraciones moleculares.

PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN

Conjunto de operaciones, descrito específicamente, para realizar mediciones particulares de acuerdo a un método determinado.

Nota: Un procedimiento de medición es usualmente descrito con ese nombre, con suficiente detalle que

permite al operador efectuar una medición sin información adicional.

REPETIBILIDAD (de un instrumento de medición)

Aptitud de un instrumento de medición para proporcionar indicaciones próximas entre sí por aplicaciones repetidas del mismo mensurando bajo las mismas condiciones de medición.

Notas:

1. Estas condiciones incluyen:
 - reducción a un mínimo de las variaciones debidas al observador
 - el mismo procedimiento de medición
 - el mismo observador
 - el mismo equipo de medición, utilizado bajo las mismas condiciones
 - el mismo lugar
 - repetición en un periodo corto de tiempo
2. La repetibilidad puede expresarse cuantitativamente en términos de las características de dispersión de los resultados.

REPETIBILIDAD (de resultados de mediciones)

Proximidad de concordancia entre los resultados de mediciones sucesivas del mismo mensurando realizadas bajo las mismas condiciones de medición.

REPRODUCIBILIDAD (de resultados de mediciones)

Proximidad de concordancia entre los resultados de mediciones del mismo mensurando realizadas bajo condiciones variables de medición.

Notas:

1. Una expresión válida de reproducibilidad requiere que se especifiquen las condiciones que variaron.
2. Las condiciones que variaron pueden incluir:
 - principio de medición
 - método de medición
 - observador
 - instrumento de medición
 - patrón de referencia
 - lugar
 - condiciones de uso
 - tiempo
3. La repetibilidad puede ser expresada cuantitativamente en términos de las características de dispersión de los resultados
4. Los resultados aquí considerados son habitualmente los resultados corregidos.

RESOLUCIÓN (de un dispositivo indicador)

La diferencia más pequeña entre las indicaciones de un dispositivo indicador que puede ser distinguido significativamente. Mínima apreciación de un instrumento de medición.

Notas:

1. Para un dispositivo indicador digital, este es el cambio en la indicación cuando el dígito significativo más pequeño cambia un paso, (o da un salto).
2. Este concepto se aplica también a un dispositivo registrador.

RESULTADO CORREGIDO

Resultado de una medición después de la corrección por error sistemático.

RESULTADO DE UNA MEDICIÓN

Valor atribuido a un mensurando, obtenido por medición.

Notas:

1. Cuando se proporciona un resultado, se debe aclarar si se refiere a:
 - la indicación
 - al resultado no corregido
 - al resultado corregido
 - y si se trata de una media obtenida a partir de varias mediciones.
2. Una expresión completa del resultado de una medición incluye información acerca de la incertidumbre de la medición.

RESULTADO NO CORREGIDO

Resultado de una medición antes de la corrección por error sistemático.

SENSIBILIDAD

Cambio en la respuesta de un instrumento de medición dividido por el correspondiente cambio del estímulo.

Nota: La sensibilidad puede depender del valor del estímulo.

SENSOR

Elemento de un instrumento de medición o cadena de medición que está sometida directamente a la acción del mensurando.

Ejemplos:

- a. unión de medición de un termómetro termoelectrónico;
- b. rotor de un medidor de flujo de turbina;

- c. tubo Bourdon de un manómetro;
- d. flotador de un instrumento de medición de nivel;
- e. fotocelda de un espectrofotómetro.

Nota: En algunos campos el término «detector» es utilizado para este concepto.

SEÑAL DE MEDICIÓN

Magnitud que representa al mensurando y con el cual está funcionalmente relacionado.

Ejemplos:

- a. la señal eléctrica de salida de un transductor de presión;
- b. la frecuencia proporcionada por un convertidor de tensión frecuencia;
- c. la fuerza electromotriz de una celda electroquímica utilizada para medir una diferencia de concentración.

Nota: La señal de entrada a un sistema de medición puede ser llamada el **estímulo**, la señal de salida puede ser llamada la **respuesta**.

SÍMBOLO DE UNA UNIDAD

Símbolo designado en forma convencional para una unidad de medida.

Ejemplos:

- a. m es el símbolo del metro;
- b. A es el símbolo del ampere.

SISTEMA COHERENTE DE UNIDADES (de medida)

Sistema de unidades de medida en el cual todas las unidades derivadas son coherentes.

Ejemplo: las siguientes unidades de medida (expresadas por sus símbolos) forman parte del sistema de unidades coherentes de la mecánica dentro del Sistema Internacional de Unidades, SI;

m; kg; s
 m^2 ; m^3 ; $Hz = s^{-1}$; $m \cdot s^{-1}$; ms^{-2} ;
 $kg \cdot m^{-3}$; $N = kg \cdot m \cdot s^{-2}$;
 $Pa = kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-2}$; $J = kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$
 $W = kg \cdot m^2 \cdot s^{-3}$.

SISTEMA DE MAGNITUDES

Conjunto de magnitudes, en un sentido general, entre las cuales existen relaciones definidas.

SISTEMA DE MEDICIÓN

Juego completo de instrumentos de medición y otros equipos acoplados para realizar mediciones específicas.

Ejemplos:

- aparatos para medir la conductividad de materiales semiconductores;
- aparatos para la calibración de termómetros clínicos;

Notas:

- El sistema puede incluir medidas materializadas y reactivos químicos.
- Un sistema de medición que está permanentemente instalado se le llama una instalación de medición.

SISTEMA DE UNIDADES (de medida)

Para un sistema dado de magnitudes es el conjunto de las unidades de base y de las unidades derivadas, que se definen de acuerdo con reglas determinadas.

Ejemplos:

- sistema Internacional de Unidades, SI;
- sistema de Unidades CGS.

SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES, SI

El sistema coherente de unidades adoptado y recomendado por la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM).

Nota: El SI está actualmente fundamentado en las siete unidades de base siguientes:

Magnitud	Unidad SI de base	
	Nombre	Símbolo
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Corriente eléctrica	ampere	A
Temperatura Termodinámica	kelvin	K
Cantidad de sustancia	mol	mol
Intensidad luminosa	candela	cd

SUBMÚLTIPLO DE UNA UNIDAD (de medida)

Unidad pequeña de medida que se forma de una unidad determinada de acuerdo a un escalonamiento convencional.

Ejemplo: uno de los submúltiplos decimales del metro es el milímetro.

TIEMPO DE RESPUESTA

Intervalo de tiempo que comprende el instante en el cual una señal de entrada es sometida a un cambio brusco especificado y el instante en el cual la señal de salida alcanza dentro de límites especificados un valor en régimen estable y sostenido.

TRANSDUCTOR DE MEDICIÓN

Dispositivo que proporciona una magnitud de salida con una determinada relación a la magnitud de entrada.

Ejemplos:

- termopar;
- transformador de corriente;
- galga extensiométrica;
- electrodo de pH.



TRAZABILIDAD

Propiedad del resultado de una medición o del valor de un patrón por la cual pueda ser relacionado a referencias determinadas, generalmente patrones nacionales o internacionales, por medio de una cadena ininterrumpida de comparaciones teniendo todas las incertidumbres determinadas

Notas:

1. El concepto es a menudo expresado por el adjetivo trazable.
2. A la cadena ininterrumpida de comparaciones se le llama cadena de trazabilidad.

UNIDAD (de medida)

Magnitud particular, definida y adoptada por convención, con la cual se comparan las otras magnitudes de la misma naturaleza para expresar cuantitativamente su relación con esta magnitud.

Notas:

1. Las unidades de medida tienen asignadas en forma convencional nombres y símbolos.
2. Las unidades de magnitudes que tienen la misma dimensión pueden tener los mismos nombres y símbolos aun cuando las magnitudes no sean de la misma naturaleza.

Ejemplos:

- a. $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$ = (energía)
- b. $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$ = (momento de una fuerza)

(umbral de) MOVILIDAD

La variación más grande en la señal de entrada que no provoca una

variación detectable de la respuesta de un instrumento de medición, siendo la variación de la señal de entrada lenta y monótona.

Nota: El umbral de movilidad puede depender, por ejemplo del ruido (interno o externo) o de la fricción. Puede depender también del valor de la señal de entrada.

UNIDAD (de medida derivada) COHERENTE

Unidad de medida derivada que puede expresarse como un producto de potencias de unidades de base con un factor de proporcionalidad igual a uno.

Nota: La coherencia puede establecerse solo con respecto a las unidades de base de un sistema particular. Una unidad puede ser coherente con respecto a un sistema pero no a otro.

UNIDAD (de medida) DE BASE

Unidad de medida de una magnitud de base en un sistema determinado de magnitudes.

Nota: En cualquier sistema coherente de unidades hay solo una unidad de base para cada magnitud de base.

UNIDAD (de medida) DERIVADA

Unidad de medida de una magnitud derivada en un determinado sistema de magnitudes.

Nota: Algunas unidades derivadas tienen nombres y símbolos especiales; por ejemplo, en el SI:

Magnitud	Unidad SI de base	
	Nombre	Símbolo
Fuerza	Newton	N
Energía	Joule	J
Presión	Pascal	Pa

UNIDAD (de medida) FUERA DE SISTEMA

Unidad de medida que no corresponde a un sistema dado de unidades.

Ejemplos:

- a. el electronvoltio (aproximadamente $1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$) es una unidad de energía fuera de sistema con respecto al SI;
- b. el día, la hora y el minuto son unidades de tiempo fuera de sistema con respecto al SI.

VALOR DE UNA DIVISIÓN (de la escala) ESCALÓN

Diferencia entre los valores correspondientes a dos marcas sucesivas de la escala.

Nota: El valor de la división se expresa en unidades marcadas sobre la escala, independientemente de las unidades del mensurando.

VALOR (de una magnitud)

Expresión cuantitativa de una magnitud particular, expresada generalmente en la forma de una unidad de medición multiplicada por un número.

Ejemplos:

- a. longitud de una varilla: 5,34 m o 534 cm;
- b. masa de un cuerpo: 0,152 kg o 152 g;
- c. cantidad de sustancia de una muestra de agua (H_2O): 0,012 mol o 12 mmol.

Notas:

1. El valor de una magnitud puede ser positivo, negativo o cero.

2. El valor de una magnitud puede ser expresado en más de una forma.
3. Los valores de las magnitudes de dimensión uno (véase 1.16) son generalmente expresados como números puros.
4. Una magnitud que no pueda ser expresada como una unidad de medición multiplicada por un número puede ser expresada con referencia a una escala convencional o a un procedimiento de medición o a ambos.

VALOR CONVENCIONALMENTE VERDADERO (de una magnitud)

Valor atribuido a una magnitud particular y aceptado, algunas veces por convención, como un valor que tiene una incertidumbre apropiada para un propósito determinado.

Ejemplos:

- a. en un lugar determinado, el valor asignado a la magnitud realizada por un patrón de referencia puede tomarse como un valor verdadero convencional;
- b. el valor recomendado por CODATA (1986) para la constante de Avogadro es, N_A : $6,022\ 136\ 7 \times 10^{23}\ \text{mol}^{-1}$.

Notas:

1. El valor convencionalmente verdadero es algunas veces llamado, valor asignado, mejor valor estimado, valor convenido o valor de referencia. El término «valor de referencia» en este sentido, no debe ser confundido con «valor de referencia» en el sentido usado en la nota del inciso 5.7
2. Con frecuencia se utiliza un gran número de resultados de medi-

ciones para establecer un valor convencionalmente verdadero.

VALOR NOMINAL

Valor redondeado o aproximado de una característica de un instrumento de medición que proporciona una guía para su uso.

Ejemplos:

- a. el valor de $\bar{U}$ marcado en una resistencia patrón;
- b. el valor de 1 L marcado en una matraz volumétrico de una sola marca;
- c. el valor 0,1 mol/L de la concentración de cantidad de sustancia de una solución de ácido clorhídrico;
- d. el valor 25EC del punto de ajuste de un baño controlado termostáticamente.

VALOR NUMÉRICO (de una magnitud)

Número que multiplica a la unidad (de medida) en la expresión del valor de una magnitud.

Ejemplos:

- a. en los ejemplos del inciso 1.18, los números:
- b. 5,34 , 534;
- c. 0,152 , 152;
- d. 0,012 , 12.

VALOR TRANSFORMADO (de un mensurando)

Valor de una señal de medición que representa un mensurando determinado.

VALOR VERDADERO (de una magnitud)

Valor consistente con la definición de una determinada magnitud particular

Notas:

1. Este es un valor que se obtendría por una medición perfecta
2. Los valores verdaderos son por naturaleza indeterminados.
3. El artículo indefinido «un» más que el artículo definido «el» se utiliza en conjunción con el valor verdadero porque puede haber muchos valores consistentes con la definición de una magnitud particularmente dada.

ZONA MUERTA

Intervalo máximo dentro del cual se puede cambiar una señal de entrada en ambas direcciones sin producir un cambio en la respuesta de un instrumento de medición.

Notas:

1. La zona muerta puede depender de la rapidez del cambio.
2. Algunas veces la zona muerta se hace deliberadamente grande para evitar las variaciones de respuesta debidas a los pequeños cambios de la señal de entrada.

Tomado de:

FUNDACIÓN CENTRO DE CALIDAD Y METROLOGÍA, Documentos Técnicos: Vocabulario Internacional de Términos Fundamentales y Generales de Metrología, Fundación Centro de Calidad y Metrología: Santafé de Bogotá.

Información tomada de Internet:
<http://www.metrocal.org>



33094

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APLICADA: Aplicaciones de los polímeros en la medicina. Parte II: Materiales poliméricos biodegradables y bioabsorbibles

Por: Ingeniero Mariano Antonio Benavides Cuéllar
Jefe CDT ASTIN - SENA, Cali

El artículo sobre las aplicaciones de los polímeros en la medicina, describió en una primera parte, publicada en el número 61 del Informador Técnico, los polímeros estables o fijos y semi-estables o parcialmente biodegradables. La segunda entrega se dedica a los biodegradables y bioabsorbibles, según el caso, tal como lo muestra de nuevo la figura 1. Para obtener la primera parte del artículo, visite la página <http://www.sena-astin.edu.co/articulo-central.htm>

MATERIALES POLIMÉRICOS BIODEGRADABLES

Los polímeros biodegradables pueden ser de origen natural o sintético; algunos abundan en la naturaleza, otros son escasos o de difícil obtención. Se usan en una gran variedad de aplicaciones que van desde los materiales quirúrgicos y farmacéuticos absorbibles, por ejemplo como liberadores de agentes activos en los medicamentos, hasta piel artificial, una aplicación en ingeniería tisular, de alta complejidad tecnológica, para la recuperación y reconstrucción de tejidos. (Véase las aplicaciones en la tabla 1)

En los últimos diez años, el avance tecnológico en la obtención y

BIOMATERIALES DE ORIGEN NATURAL		
Nombre Genérico o Comercial	Composición	Aplicaciones
CATGUT	Colágeno, Proteína (Multifilamento)	Suturas
Colágeno Reconstituido	Colágeno, Proteína (Multifilamento)	Suturas
Carboxi Celulosa	Celulosa oxidada Polisacarido, Fibras	Cirugía Plástica Suturas
Quitosa	Poli(D-Glucosamina)	Implantes Suturas
Quitina	Poli(N-Acetil-D-Glucosamina)	Implantes

Continúa ... página 27

Tabla 1. Aplicaciones de los materiales biodegradables

Fuente: Revista de plásticos Modernos, (413), noviembre de 1990

aplicación médica de estos materiales ha tenido un desarrollo que puede considerarse espectacular. La figura 2 reúne sólo algunas aplicaciones en cirugía, aun cuando en este campo se usan también materiales semi-estables, en casos donde, después de su implantación, las prótesis

podrían estar sujetos a mecanismos de biodegradación, bioabsorción o bioadaptación. Estos son degradados y eliminados por el sistema fisiológico del organismo humano, una vez que hayan cumplido su función, o absorbidos para reemplazar órganos lesionados o degenerados, lo cual

MATERIALES POLIMÉRICOS

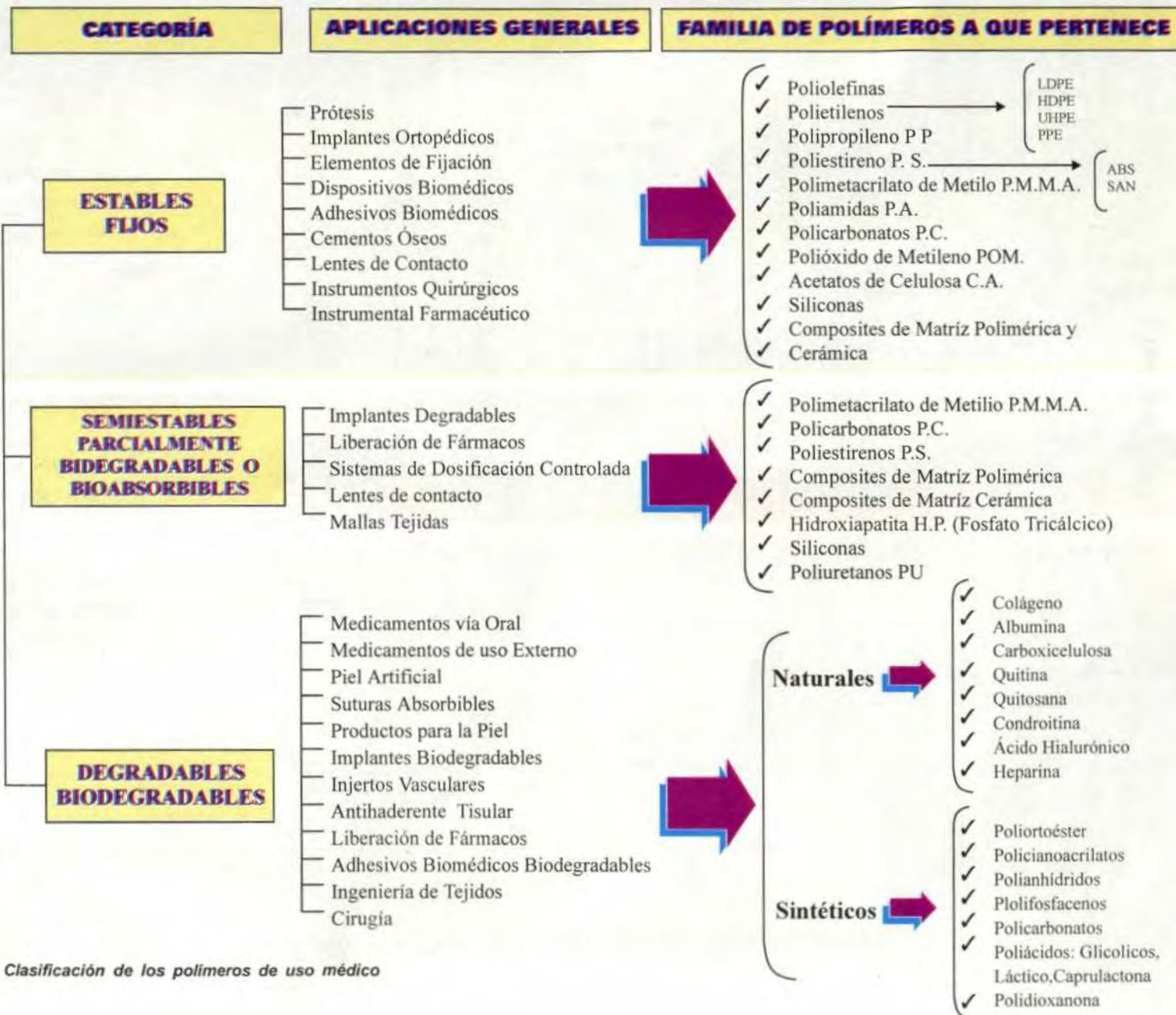


Figura 1. Clasificación de los polimeros de uso médico

Aplicaciones Médicas de los Biopolímeros

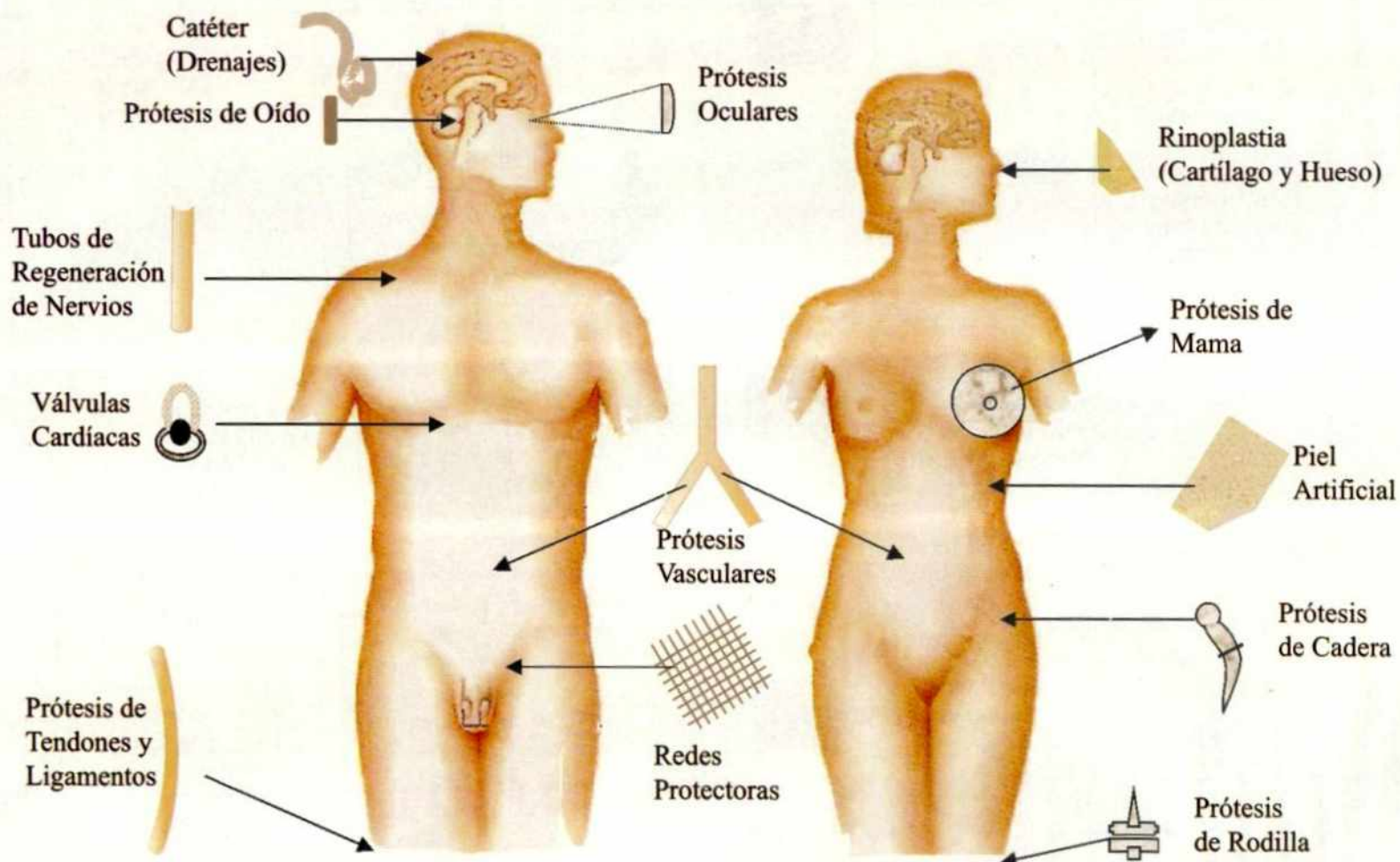


Figura 2. Algunas aplicaciones médicas de los materiales biopoliméricos

BIOMATERIALES SINTÉTICOS		
Nombre Genérico o Comercial	Composición	Aplicaciones
Poli(ácido glicólico) PGA	Poliéster	Suturas Implantes Dispositivos
Poli(ácido láctico)	Poliéster	Suturas Implantes Dispositivos
Poli(ácido L-láctico) PLLA	Poliéster	Suturas Implantes
Poli(ácido DL-láctico)	Poliéster	Suturas Implantes
Copolímeros de ácido glicólico-ácido láctico (PGA/PLLA)	Poliéster	Suturas Dispositivos
Poli(carbonato de trimetileno)	Poliéster	Implantes
Copolímero de ácido glicólico-carbonato de trimetileno	Poliéster (Monofilamento)	Suturas Implantes
Copolímero de ácido láctico-carbonato de trimetileno		Implantes
Copolímero de ácido láctico-δ-valerolactona		Implantes
Copolímero de ácido láctico-óxido de etileno		Implantes
Poli p-Dioxanona PDS	Poli(eter-ester) (Monofilamentos)	Suturas Implantes
Poli(β-hidroxibutirato) PHB		Alimplantes
Copolímeros (β-hidroxibutirato/β-hidroxivalerato)		Implantes
Poli(ε-caprolactona)		Fibras Implantes
Copolímeros (ácido láctico/ε-caprolactona)		Implantes
Poli(β-hidroxipropionato) PHPA		Implantes

Continuación Tabla 1

requiere de una adaptación biológica del implante, para que realice sus nuevas funciones.

El vertiginoso desarrollo de nuevas aplicaciones en la medicina se debe principalmente al avance paralelo en la construcción de nuevos biomateriales mediante síntesis, obteniendo compuestos biodegradables sintéticos, y el descubrimiento y la modificación de biopolímeros que nos ofrece la naturaleza, que están clasificados en la figura 1, con la familia de polímeros a la que pertenecen y las diferentes aplicaciones que actualmente se conocen.

La disponibilidad de estos materiales no habría sido posible sin el concurso de las distintas disciplinas académicas, su estrecha colaboración y un nuevo concepto de trabajo en equipo interdisciplinario. En el campo de los biomateriales, como núcleo central de las investigaciones, se han utilizado la física, la química y la biología como ciencias básicas, que han soportado los adelantos tecnológicos dirigidos a la solución de problemas de la salud. Estas disciplinas no habrían encontrado por sí solas la solución a los problemas médicos, sino hubieran sido apoyadas por la biotecnología y la bioingeniería, dos términos que a veces se utilizan como sinónimos, a pesar de que exista una marcada diferencia entre las dos actividades, así estén íntimamente relacionadas.

La biotecnología es un conjunto de conocimientos de diferentes fuentes, aplicado a los conceptos biológicos que permiten el estudio de organismos, células y constituyentes derivados, sus funciones y posibles aplicaciones, o también la alteración de funciones biológicas a nivel molecular o su manipulación genética tan discutida en los últimos años.

La bioingeniería en cambio, integra principios físicos, químicos, matemáticos y de ingeniería para el estudio de procesos biológicos y médicos, con el fin de diseñar materiales, procesos y dispositivos novedosos para aplicaciones específicas en la medicina.

POLÍMEROS BIODEGRADABLES NATURALES Y SINTÉTICOS

En términos químicos, los polímeros naturales tienen la ventaja de ser muy similares, e incluso idénticos, con el medio fisiológico, sobre el cual actúan. Son reconocidos y asimilados completamente por el organismo humano, como se explicó en el capítulo anterior. Por esta razón son muy apreciados por la industria farmacéutica y por la medicina, especialmente en aplicaciones, donde evitan efectos secundarios como irritación, inflamación y toxicidad.

Los polímeros naturales pueden ser metabolizados por enzimas naturales y biodegradados en medios fisiológicos. A esta cualidad se debe que, según el caso, pueden comportarse como materiales semi-estables, parcialmente biodegradables o totalmente biodegradables, lo cual es aprovechado en aplicaciones como la medicamentación dosificada, donde es fundamental diseñar la velocidad de absorción apropiada, para que el medicamento sea absorbido en el tiempo y las dosis precisas, como lo muestra la figura 3. Así se han podido suprimir excipientes sintéticos que no cumplen a cabalidad con su propósito.

Un campo de aplicación muy importante es la fabricación de suturas o hilo quirúrgico, con base en diferentes materiales y de diversas cualidades (tabla 2).

Durante mucho tiempo se utilizó el



Figura 3. Sistema de dosificación controlada de medicamentos

SUTURAS QUIRÚRGICAS ABSORBIBLES		
Nombre genérico	Nombre comercial	Material base
Colágenos naturales		
intestino intestino crómico colágeno colágeno (crómico)	Catgut	submucosa de intestino de oveja submucosa de intestino de oveja cromizada tendón flexor de vaca tendón flexor de vaca cromizado
Sintéticos		
poliácido glicólico poliácido glicólico poliácido glicólico poliglactin 910	Dexon S Dexon Plus Dexon II Vicryl	homopolímero de ácido glicólico homopolímero de ácido glicólico recubierto con poloxamer 188 homopolímero de ácido glicólico recubierto con policaprolactona copolímero de ácido láctico y glicólico recubierto con estearato y poliglactin 370
polidioxanona polidioxanona poligliconato	PDS PDS-2 Maxon	polímero de paradióxanona PDS modificado copolímero de trimetilcarbonato y poliácido glicólico

Tabla 2. Suturas quirúrgicas absorbibles

Fuente: Revista de plásticos Modernos, 77(511), enero de 1999

así llamado catgut, material proveniente del intestino de la oveja, que sin embargo es destruido rápidamente por acción enzimática. Si bien esta propiedad puede ser favorable en algunos casos, por lo general resulta ser desventajosa, ya que la sutura es absorbida antes de que el proceso de curación o cierre de la herida haya concluido. Para mejorar su durabilidad, el catgut fue tratado con óxido de cromo, que aumenta su resistencia, pero también el tiempo de absorción. Actualmente, vienen ganando posiciones importantes las suturas sintéticas que figuran en la tabla anterior. La tabla 3 muestra las propiedades mecánicas de las diferentes suturas comerciales y la tabla 4 los tiempos de absorción de las suturas, en función de sus materiales.

Científicos cubanos han desarrollado suturas biodegradables a partir de fibras de celulosa recubiertas de quitosana para aprovechar su propiedad antiviral y antiinfecciosa.

Puesto que en los implantes el tiempo de degradación o bioabsorción de los polímeros es vital, es necesario conocer aspectos fundamentales como la composición química del material base, su estructura interna y sus componentes, para establecer el mecanismo de biodegradación que estos materiales experimentan (ver figura 4).

A continuación se explica este mecanismo para algunos polímeros biodegradables expuestos a procesos hidrolíticos y acción enzimática.

Si partimos del hecho que el organismo humano está constituido en un 70% por agua, no extraña que la biodegradación empieza por la hidratación de la zona afectada, hinchando el material, como se observa en la figura 4A. La velocidad de esta hidratación, y la pérdida de resistencia que ella

PROPIEDADES MECÁNICAS DE HILOS DE SUTURA REABSORBIBLES			
Biomaterial	Diámetro (mm)	Carga de rotura (Kg)	Resistencia a tracción (Kg/cm ²)
Catgut (recubierto con glicerina)	0,526	5,17	2,381
Catgut (Cromado)	0,494	6,49	3,386
PGA Multifilamento (Dexon)	0,513	7,14	3,454
PG Multifilamento (Vicryl)	0,511	9,78	4,769
PDS Monofilamento (polidioxanona)	0,520	11,36	6,347

PGA = poli (ácido glicólico); PG = copolímero de ácido glicólico (90%) y ácido láctico (10%), poliglactin

Tabla 3. Propiedades mecánicas de hilos de sutura reabsorbibles

Fuente: Revista de plásticos Modernos, 77(511), enero de 1999

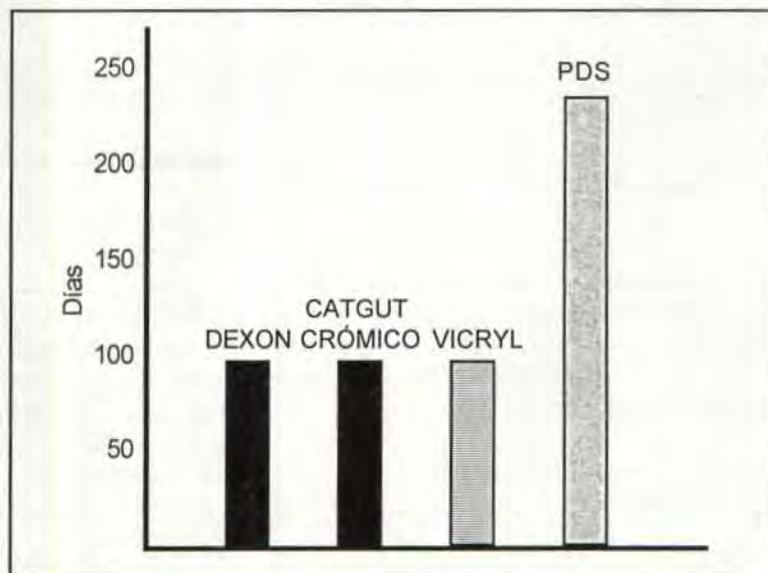


Tabla 4. Tiempo de reabsorción promedio de diferentes materiales biodegradables en forma de hilos de sutura de diámetros similares.

(aproximadamente 0,5 mm). Dexon = Poli(ácido glicólico); Vicryl = Copolímero al azar de ácido glicólico (90%) y ácido láctico (10%); PDS = Polidioxanona

Fuente: Revista de plásticos Modernos, 77(511), enero de 1999

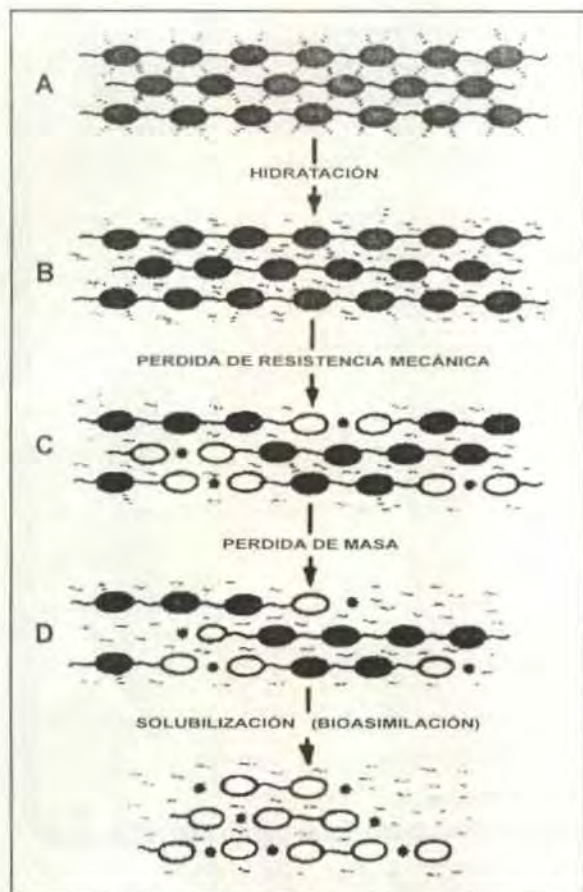


Figura 4. Mecanismo de biodegradación de los poli-α-hidroxiácidos

produce, depende de las propiedades hidrofílicas del polímero. En esta primera etapa, rápida o lenta, desaparecen las estructuras secundaria y terciaria, estabilizadas por enlaces de van der Waals, o se rompen los puentes de hidrógeno.

En una segunda fase, que se muestra en la figura 4B, el proceso de hidratación avanza y destruye los enlaces covalentes de las cadenas poliméricas, generando cadenas cortas. Así, el material sufre una pérdida de resistencia irreversible. En esta fase, la velocidad de la biodegradación depende de la temperatura y el pH del medio, y de la cristalinidad del polímero. Un mayor porcentaje cristalino disminuye la velocidad de la degradación.

Una tercera etapa del proceso causa pérdidas de masa, debido a una creciente solubilización del material y una mayor absorción de líquido fisiológico, que implica una disminución del peso molecular del polímero implantado. Este efecto se puede observar en la figura 4C.

Finalmente, durante la última fase, el material se biodegrada por completo, mediante reacciones hidrolíticas y en presencia de macrófagos del sistema fisiológico. Se descompone en pequeñas partículas que son transportadas al sistema linfático, donde son absorbidas.

Este proceso de biodegradación lo experimentan por igual las suturas y los implantes biodegradables.

ALGUNAS APLICACIONES MÉDICAS A CORTO PLAZO DE BIOMATERIALES DEGRADABLES

Aplicación	Comentarios
Suturas	La aplicación con mayor éxito de polímeros biodegradables sintéticos en medicina humana
Dispositivos de liberación de fármacos investigados	Una de las aplicaciones médicas más ampliamente en el área de los polímeros biodegradables
Dispositivos de fijación ortopédica	Requieren polímeros rígidos y con resistencia mecánica excepcionalmente alta
Injertos y expansores vasculares temporales	Actualmente sólo existen dispositivos bajo investigación La hemocompatibilidad es el principal reto
Ingeniería de tejidos	Sin duda el área más actual y que más expectativas recoge

Tabla 5. Algunas aplicaciones médicas a corto plazo de biomateriales degradables

Fuente: Revista de plásticos Modernos, 77(511), enero de 1999

Proceso de Obtención de Piel Artificial



Fuente: Revista Newton, Madrid: (17), septiembre de 1999.

Figura 5. Obtención de piel artificial

Otro avance se ha logrado con la piel artificial que, como otros tejidos, puede ser cultivada «in vitro» produciendo en poco tiempo muchos metros perfectamente compatibles con la piel viva lesionada. La figura 5 muestra en forma esquemática el procedimiento para la obtención de piel artificial a partir del ácido hialurónico, cuyos principales precursores son la quitina y la quitosana, y que junto con otros biomateriales es cultivable.

POLÍMEROS BIODEGRADABLES Y/O ABSORBIBLES

En la búsqueda de materiales avanzados que satisfagan las exigencias de la medicina moderna, sobre todo en el campo de las prótesis e implantes, se han hecho grandes adelantos y junto con ellos han evolucionado los criterios para la selección y aplicación de los nuevos materiales sintéticos y naturales que, por sus características de biocompatibilidad y bioresorción se conocen como "biomateriales", tal como puede observarse en la tabla 5.

En la categoría de los materiales sintéticos, son los polímeros los que vienen jugando un papel preponderante e incluso innovador, porque han impulsado las nuevas técnicas quirúrgicas y ortopédicas para la recuperación de tejidos degenerados, la reparación de lesiones causadas por esfuerzos inadecuados y la corrección plástica de defectos y malformaciones congénitas o adquiridas en accidentes, como por ejemplo la rehabilitación del rostro y la prótesis maxilo-facial con mezclas de hidroxiapatita y polímeros naturales como la quitosana, el colágeno y otros glucosaminoglucanos.

La construcción de nuevos compuestos poliméricos aptos para reemplazar metales como aceros inoxidables austeníticos, titanio aleado

y sin alear, aleaciones fundidas cobalto-cromo-molibdeno y aleaciones base cobalto forjadas, que se usan tradicionalmente en los dispositivos de fijación ósea, las prótesis y en el tratamiento de fracturas, se basa en el estudio comparativo de las propiedades y prestaciones que estos materiales pueden ofrecer.

En estas aplicaciones los materiales poliméricos no sólo deben ser biodegradables y bioresorbibles, deben cumplir además con los siguientes requisitos biológicos:

1. Deben servir como soportes reabsorbibles en contacto con el medio fisiológico
2. No pueden ser mutagénicos, es decir no deben aumentar las mutaciones genéticas ni celulares en forma nociva
3. No pueden ser cancerígenos
4. No pueden ser antígenos, o sea perjudiciales para el sistema inmunológico
5. No pueden ser teratógenos, es decir propiciar tumores cancerígenos
6. No deben ser tóxicos
7. Deben ser antisépticos
8. Esterilizables, y
9. Por supuesto, biocompatibles con los tejidos receptores o adyacentes al implante.

Como los polímeros naturales o biomateriales de origen natural, no cumplen con la totalidad de estas exigencias, los científicos han concentrado sus esfuerzos en el diseño y preparación de sistemas biodegradables con excelentes

propiedades mecánicas y extrema compatibilidad biológica, lo cual ha sido un verdadero reto tecnológico.

Otro aspecto de los biomateriales, que ha llamado la atención de la medicina, además de su compatibilidad biológica con el entorno del implante, es también su rigidez y resistencia mecánica con respecto al tejido óseo y muscular, donde será implantado o fijado.

Las propiedades mecánicas de los metales que tradicionalmente se emplean en prótesis y fijaciones óseas, son diez veces mayores que las del hueso u órgano, que le sirve de huésped. Sin embargo, si en la reconstrucción del hueso se presentan espacios en la fractura o falta de fragmentos del hueso, las fuerzas que soportan el peso no estarían completamente balanceadas e igualmente distribuidas. Como resultado, la flexión y los esfuerzos torsionales se pueden concentrar en áreas del implante donde el apoyo del hueso se pierde. El implante sufre cargas cíclicas en estas zonas, las cuales le pueden ocasionar condiciones críticas de fatiga y terminar en una rotura, y la necesidad de una segunda cirugía para extraer la prótesis metálica instalada.

Como el material metálico puede presentar fallas, las cuales se pueden atribuir a la existencia de microfisuras internas, corrosión o una inadecuada fijación del implante dentro del organismo, el paciente puede llevarse sorpresas desagradables como el retiro de una placa de acero quebrada, aparentemente sin explicación, como un caso que fue analizado recientemente en los laboratorios del Centro ASTIN. Los estudios metalográficos del material revelaron la presencia de microfisuras, típicas de un proceso de fatiga, las cuales pudieron haber causado la rotura, ya que en condiciones normales este

material no habría fallado con el esfuerzo normal de la persona. Se habría necesitado diez veces su peso para apenas doblar la platina. En las figuras 6, 7 y 8 pueden observarse radiografías de la platina implantada.

La figura 9 muestra fotografías del análisis metalográfico realizado a la probeta extraída de la platina en los laboratorios de espectrometría y ensayos de materiales del CDT ASTIN, que permite arrojar las siguientes conclusiones:

- El material con el cual está fabricado el implante corresponde a un acero inoxidable austenítico y es equivalente a un acero tipo DIN X2CrNiMo 18 13 3. Según la norma internacional ISO 5832/1 una de las aplicaciones de este material es en el campo quirúrgico en la fabricación de implantes.
- El análisis microestructural muestra una estructura normal de matriz austenítica con una dureza de 290 Brinell, con granos de tamaño medio y con una cantidad de maclas originadas en el proceso de conformación en frío de este material. En términos generales la microestructura es de apariencia normal.
- En un corte longitudinal a través de la zona de fractura y a unos milímetros de ésta, se observan dos microfisuras a nivel superficial de 350 y 600 micras de longitud respectivamente. Si comparamos las radiografías de la placa que se fracturó con la radiografía de la última placa implantada, puede observarse que en el primer caso el tornillo que hace la fijación del tejido óseo exactamente en el sitio de la fractura del hueso es casi horizontal y el área de contacto es relativamente pequeña. En el último caso el área de contacto con el hueso es

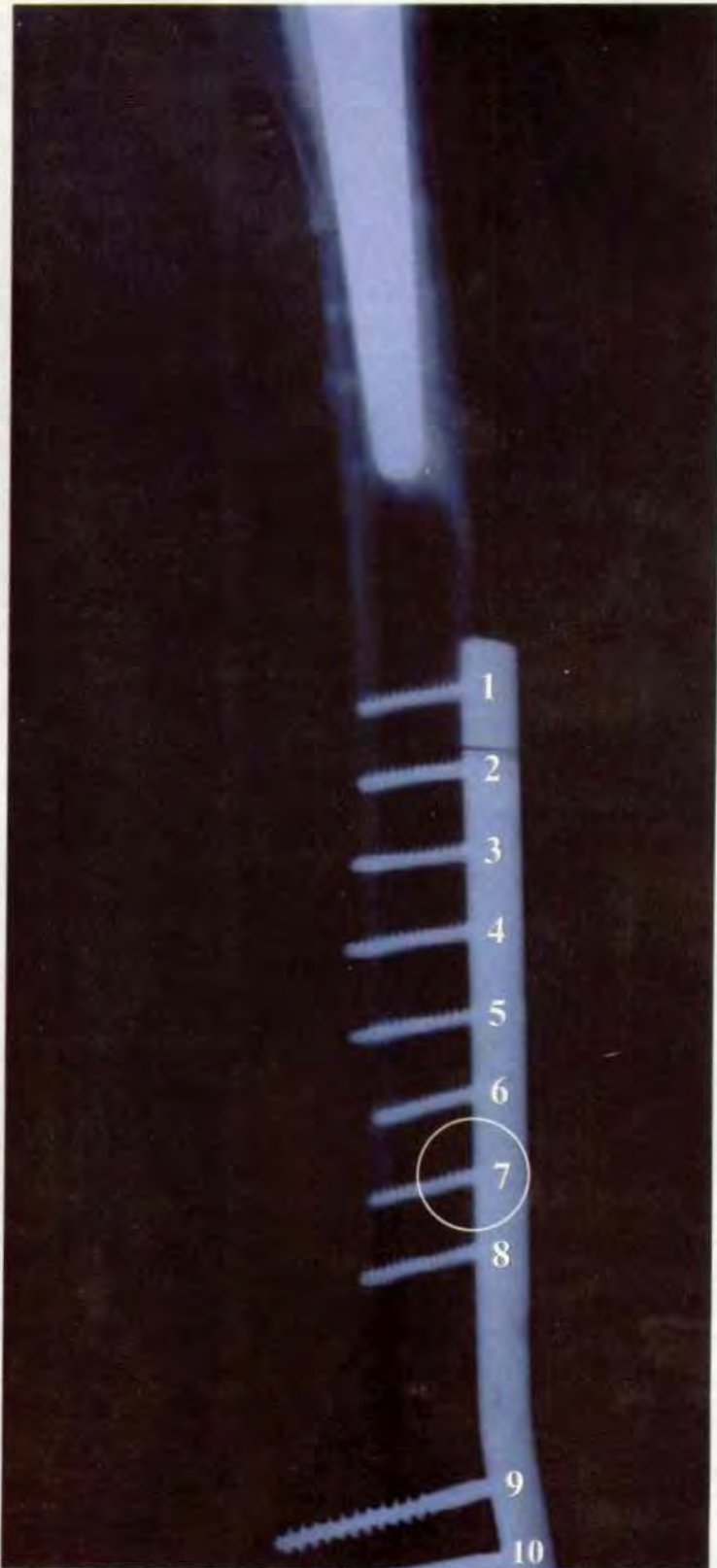


Figura 6. Radiografía del fémur derecho, tomada en septiembre 14 de 2 000. La placa hecha en acero inoxidable austenítico de alta resistencia se utilizó para tratar la fractura entre los tornillos 6 y 8.



Figura 7a.

Radiografía del fémur derecho, tomada nueve meses después de realizado el implante. Muestra la placa de la figura 6. 7a. La flecha indica la fisura en la placa perforada y el espacio existente de la fractura del hueso



Figura 7b.

7b. La radiografía muestra en la parte superior un reemplazo total de cadera del lado derecho y en la parte inferior la placa fracturada

mucho mayor y el ángulo del tornillo con respecto al eje longitudinal del hueso permite que este sea exigido en menor grado a esfuerzos oscilantes, correspondiendo además a un procedimiento más adecuado de acuerdo a la teoría estipulada en

este artículo. Con base en lo anterior, la preexistencia de microfisuras sumadas a las tensiones internas por el trabajo en frío de la pieza y el sometimiento de esta a esfuerzos oscilantes podrían originar la aparición de fisuras adicionales y

conllevar a la propagación de todas o algunas de ellas y terminar en una fractura del implante. Es de anotar que este fenómeno tiene una ocurrencia estadística muy baja para piezas en este tipo de aplicaciones.

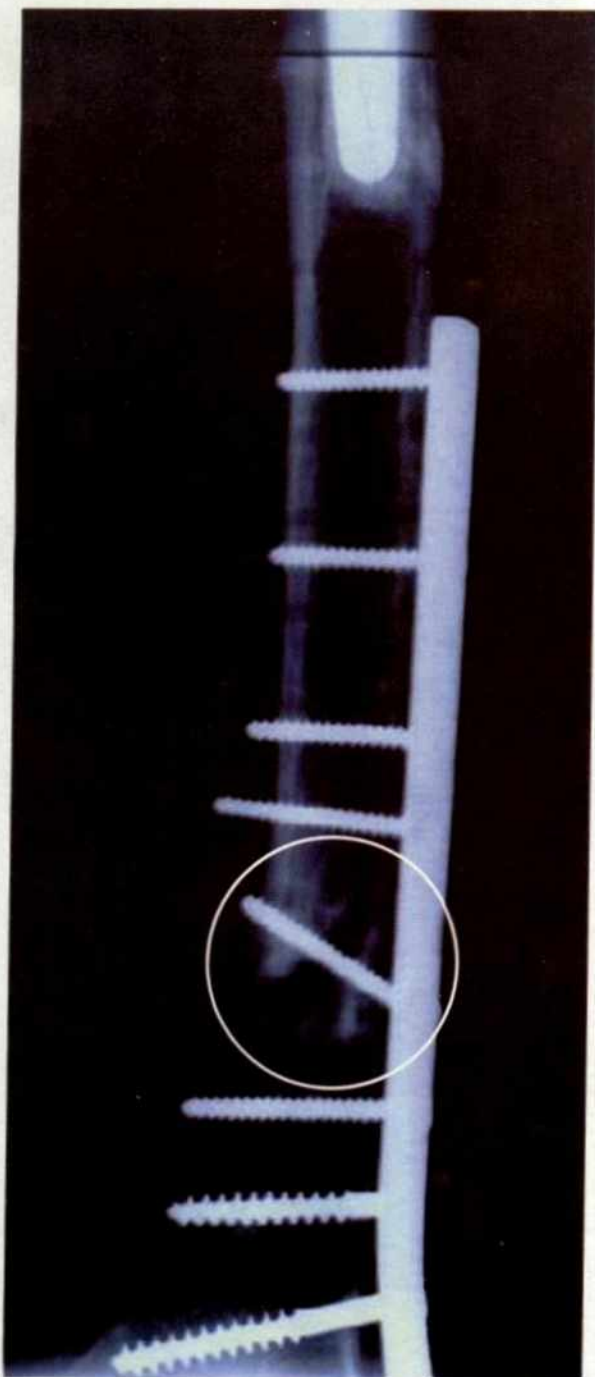


Figura 8. La radiografía del fémur derecho con la nueva placa tomada un mes después de detectada la fractura. Se puede comparar la posición del tornillo que agarra las dos porciones del hueso con la posición del tornillo en la radiografía de la figura 6

Figura 9. Ensayo de metalografía.
Norma aplicada: ASTM E45 y ASTM E112
Dureza: 290 Brinell

Microestructura: Este corte longitudinal a través de la zona de fractura, donde se aloja uno de los tornillos, muestra dos microfisuras. La primera en la micrografía superior de 300 micras de longitud y la segunda abajo de 600 micras



Ampliación: 100



Ampliación: 200

Figura 9.

Probeta: Implante ortopédico de fijación interna, placa angular Condylar

Factores que Intervienen en la Biodegradación Electrolítica de Polímeros Biodegradables de Preparación Sintética

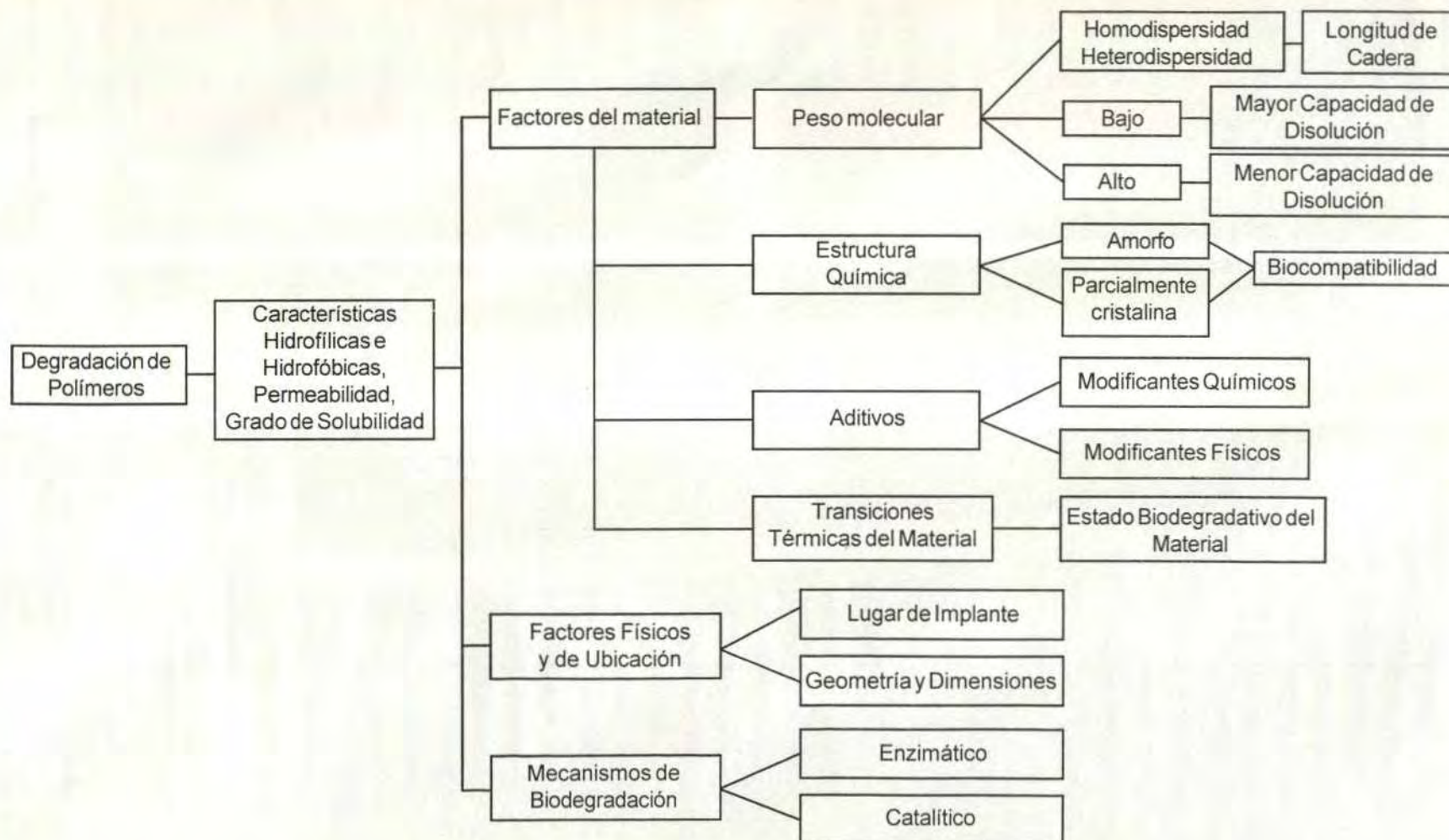


Figura 10. Factores que Intervienen en la Biodegradación Electrolítica de Polímeros Biodegradables de Preparación Sintética

Estas experiencias clínicas dieron un gran impulso a la bioingeniería para estudiar nuevos compuestos de matriz polimérica que hoy se usan como cementos óseos, finas membranas que reemplazan piel dañada por lesión o quemaduras, tal como lo muestran las figuras anteriores, adhesivos naturales extraídos de las almejas del mar para curaciones de heridas y también dispositivos temporales de fijación ortopédica que finalmente son absorbidos por el organismo.

Los principios básicos por los cuales estos materiales son degradados y absorbidos por el organismo ya fueron explicados, sin embargo es conveniente conocer más a fondo su mecanismo. El cuadro de la figura 10 relaciona los factores que intervienen en estos procesos.

Debemos entender que el factor principal de la degradación en un organismo vivo es la permeabilidad al agua de los materiales implantados y que el cuerpo humano consiste en un 70% de agua salina mezclada con los jugos fisiológicos que, según su función, pueden ser agresivos, bien por su acidez o alcalinidad. A estos factores se agrega el metabolismo propio del sistema que, a través de

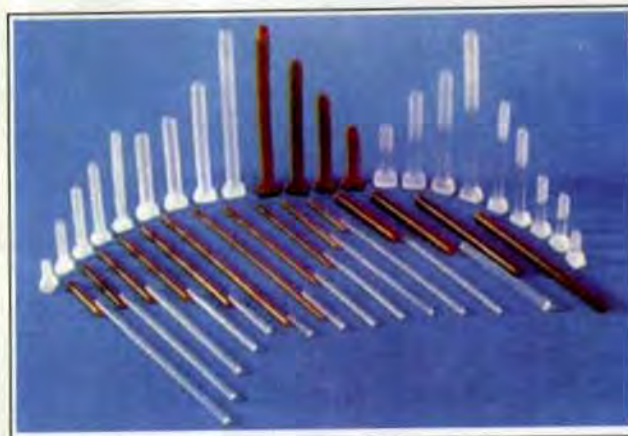


Figura 11. Placas, pines y tornillos biabsorbibles

sus células, produce los cambios o renovaciones que todas las partes del cuerpo requieren.

La propiedad hidrofílica de la pieza implantada ha sido diseñada y construida a propósito por los bioingenieros. Poreso siguen en orden de importancia, después de la solubilidad, características como su composición química y su estructura molecular, que permiten ajustar su interacción con el entorno vivo de acuerdo a las necesidades y lograr una menor o mayor capacidad de biodegradación y con ello menores o

mayores tiempos de absorción en el organismo. También influye en el proceso la menor o mayor agresividad fisiológica del sitio donde la prótesis ha sido implantada. Otro aspecto importante es el tamaño y la geometría del implante, porque el tiempo de biodegradación será más prolongado en piezas grandes que en pequeñas. Con base en estos criterios, se utilizan compuestos de colágeno, proteínas y otros polímeros naturales, que son también los constituyentes del organismo humano, para la reparación de huesos fracturados, en forma de pegantes o de placas, pines, clavos y otros elementos de unión absorbibles (figura 11).

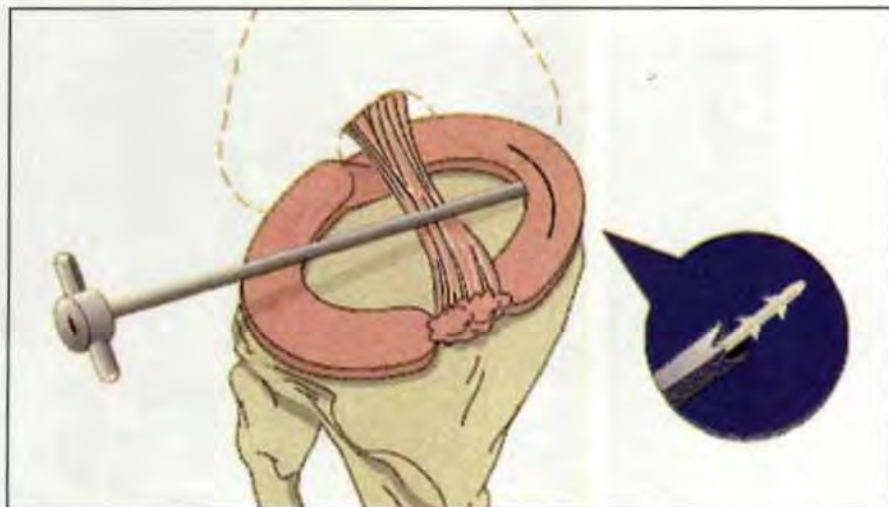


Figura 12. Proceso de deterioro del menisco, que se manifiesta con fisuras curvas conservando la geometría anular

Para la restauración de cartílagos y meniscos de las articulaciones, se tienen hoy varias opciones. Un menisco de la rodilla en proceso de deterioro, por ejemplo, se manifiesta mediante fisuras curvas, conservando su geometría anular (detalle de la figura 12). En esta etapa aparecen síntomas de dolor, pero por lo general se les presta poca atención. Si el menisco además es sometido a aplastamiento, debido a cargas pesadas, lesiones por golpes o a sobreexigencia, como es frecuente en deportistas de alto rendimiento, la lesión avanza, las fisuras se agrandan y se hace necesario reemplazar la parte dañada.

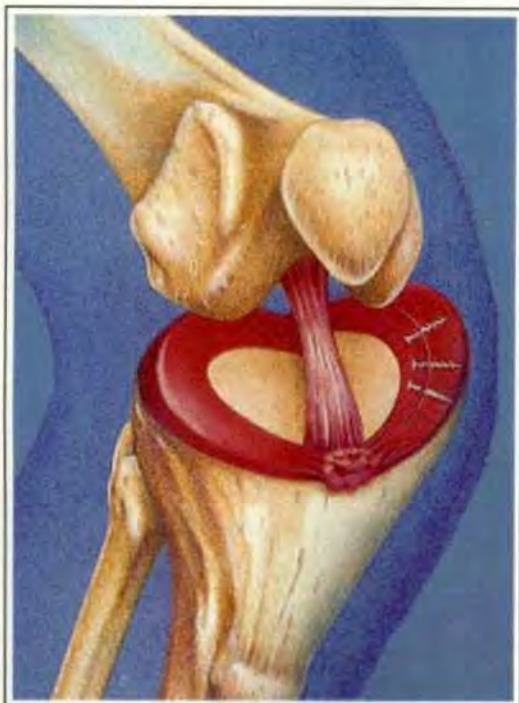


Figura 13. Clavos insertados para reparar la fisura



Figura 14A. Deterioro mayor del menisco



Figura 14B. Reparación del menisco

La bioingeniería y la tecnología quirúrgica tienen soluciones interesantes para los dos casos, que han sido aplicadas y evaluadas por los laboratorios Bionx Implants, Aesculap, Sulzer Medica y otros, que después de largos años de experimentación han logrado salir al mercado con implantes bioabsorbibles que vienen sustituyendo las prótesis metálicas con excelentes resultados.

Para reparar fisuras incipientes del menisco, pueden insertarse también clavos, empezando con una pequeña perforación, tal como se observa en las figuras 12 y 13, donde se fijan luego los elementos provistos de estrías en forma de anzuelo, a lo largo de la periferia, para garantizar que durante el tiempo de absorción, no se aflojen ni se salgan. La gran ventaja consiste en que estos clavos no se extraen, después de que el menisco se haya curado. El material de tales elementos de unión se obtiene a partir de precursores hormonales, como la tirosina, que forman compuestos con

el policarbonato y con el ácido láctico, para conformar piezas mecánicas de excelente comportamiento como implantes temporales. Las altas prestaciones mecánicas del policarbonato, junto con las propiedades eléctricas y químicas que le proporcionan sus grupos ésteres y carbónicos (COOH) y sus características de solubilidad, hacen

estos compuestos ideales para la primera fase de fijación.

Existe otra solución para el caso de meniscos que inician su proceso de fisuración y que pueden ser reparados a través de suturas bioabsorbibles, fabricadas con biomateriales de los cuales ya se hizo referencia como se muestra en las figuras 14A y B.



Figura 15. Prótesis de menisco fabricado en colágeno



Figura 16A. Inserción de prótesis de menisco fabricado en colágeno

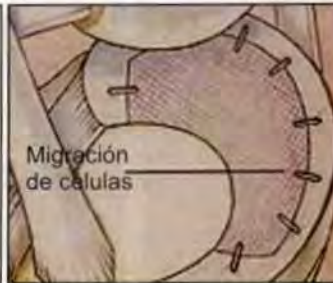


Figura 16B. Migración de células



Figura 16C. El tejido se regenera

Cuando el menisco ha sufrido un deterioro mayor, es necesario remover todo el tejido dañado e insertar una prótesis tal como lo muestran las figuras 16A-C. En este caso se utiliza un compuesto de colágeno (figura 15) y otros materiales poliméricos de gran afinidad con los tejidos de las articulaciones humanas.

Después de la inserción del nuevo material, se sutura la herida para evitar que el implante se mueva o se desplace y con el fin de que las células del menisco original empiecen a colonizar el injerto, produciendo con el tiempo la regeneración natural de los tejidos.

No obstante el gran adelanto tecnológico logrado en la utilización de los biopolímeros en la medicina, es necesario tener mucho cuidado con el uso que de una manera no profesional e irresponsable vienen haciendo algunas personas o entidades ofreciendo soluciones que solamente son ilusiones en el campo de la cirugía plástica y la cosmetología, ofreciendo a pacientes desprevenidos tratamientos con biopolímeros implantados en la piel o en otras partes del cuerpo y en especial la cara con resultados desastrosos.

En un próximo artículo, el autor expondrá los resultados de un proyecto de investigación aplicada realizado en el CDT-ASTIN sobre las aplicaciones terapéuticas de la quitina-quitosa, un biopolímero que ha sido llamado por la comunidad científica la "sustancia premio Nobel del siglo XXI". El autor presentó las experiencias terapéuticas con la quitina adquiridas en el marco de este proyecto en el Simposio Internacional sobre Biopolímeros que se celebró en la Habana, Cuba en noviembre del 2000.

BIBLIOGRAFÍA

Revista Newton. Siglo XXI. El espectáculo de la ciencia, Madrid: (17), septiembre de 1999.

Revista de Plásticos Modernos, Madrid: (413), noviembre de 1990

Revista de Plásticos Modernos, Madrid: 77, (511), enero de 1999.

Kunststoffe und Umwelt. Verband Kunststofferzeugende Industrie. Frankfurt, 1995

DE BRUNNER, Hans U., RÜDIGER HOPP, Wolfgang, "Orthopädisches Diagnostikum", Georg Thieme Verlag, 1994

MOLINA, Javier, "Fundamentos de Medicina Patológica", Medellín: Corporación para Investigaciones Biológicas, 1998

BENAVIDES CUÉLLAR, Mariano Antonio, "Quitina - Quitosana, los Polímeros del Futuro", Cali: Centro de Desarrollo Tecnológico y Asistencia Técnica a la Industria, 2000

E. M. POHLER, Ortrum, "Failures of Metallic Orthopedic Implants", Institut Strauman AG

METALS HANDBOOK - Volume 11: Failure Analysis and Prevention, ASM INTERNATIONAL, Ohio: ASM, 1986

<http://www.integra-ls.com>

<http://www.bionximplants.com>

<http://www.aesculap.de>

<http://www.regenbio.com>

<http://www.nlm.nih.gov/pubs/cbm/implants.html#120>



33095

PERSONAL CALIFICADO - PERSONAL MOTIVADO: Un concepto para la calificación de personal de producción en empresas de inyección

Por: Michaeli, W. y Romberg-Forkert, V.

Instituto para la Transformación del Plástico, Universidad Técnica Aachen/ Alemania

INTRODUCCIÓN

En las industrias de inyección se observa actualmente una carencia masiva de personal técnico calificado y notorios déficits en su perfeccionamiento. El Instituto para la

Transformación del Plástico (IKV) de Alemania, desarrolló un concepto para la calificación continua del trabajador en la producción y la configuración de un entorno laboral que favorece el aprendizaje. Uno de los resultados de este esfuerzo es el

concepto para la calificación de ajustadores que se presenta a continuación.

La capacidad de innovación, el nivel de formación, la creatividad y la flexibilidad del personal son factores

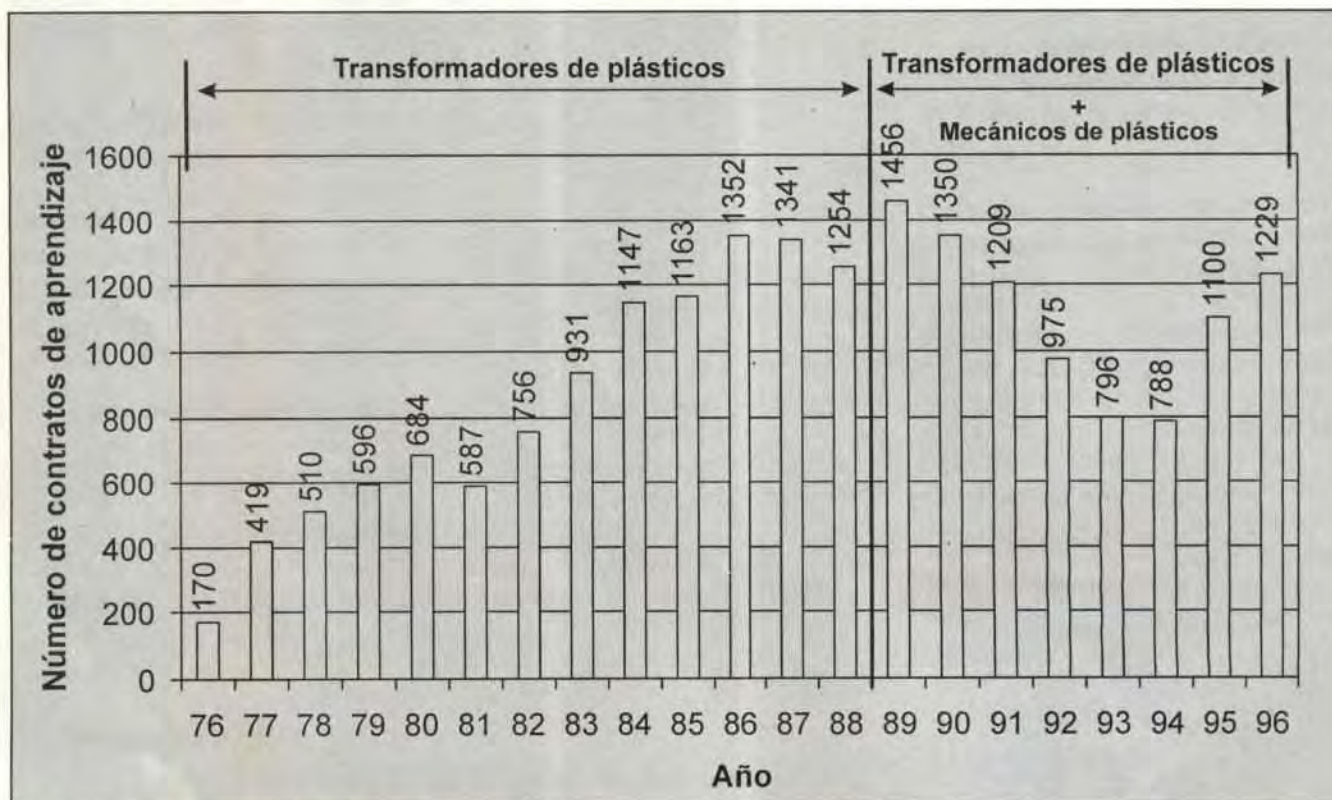


Figura 1. Contratos de formación profesional cumplidos en la especialidad del transformador de plásticos.

decisivos para el éxito de una empresa. Los continuos cambios tecnológicos y la creciente competencia exigen trabajadores calificados. Sólo aquellos que son capaces de aplicar la tecnología disponible en forma óptima y que comprenden las correlaciones/interdependencias en una empresa productiva, estarán motivados para usar todo su potencial en beneficio de la fábrica, a largo plazo.

Déficits en calificación y escasez de trabajadores con formación profesional

Una encuesta que el Instituto para la Transformación del Plástico realizó en 88 pequeñas y medianas empresas de la Industria (alemana) de inyección², demuestra que en la gran mayoría de estas fábricas existen déficits de calificación. Sólo una tercera parte de los representantes entrevistados estaba satisfecha con la calificación de los trabajadores. Precisamente, la poca disponibilidad de personal calificado expone la empresa a serios problemas: en un 75% de las empresas, el mercado laboral no puede cubrir la demanda de personal que esta rama industrial presenta. Si

se considera el número de aprendices en la especialidad de la transformación del plástico y la drástica reducción de los contratos de formación cumplidos, a principios de los 90, es muy probable que esta problemática se agudice en los próximos años. (figura 1)¹. Sin embargo, muchas empresas manifiestan que les gustaría formar personal en la transformación de plásticos. Pero no encuentran aspirantes adecuados. Como razones se enumera un deficiente conocimiento de la profesión, la poca popularidad del trabajo por turnos y la mala imagen de los materiales plásticos.

Conceptos claros para la actualización (calificación)

Como consecuencia de la escasez de personal calificado, especialmente en las pequeñas empresas, más de la mitad de los trabajadores son entrenados o no calificados. Ante la necesidad de enseñar a este tipo de personal el manejo de las máquinas inyectoras y las complejas propiedades de los plásticos, un plan de capacitación se torna cada vez más importante. Es cierto que en casi todas las empresas entrevistadas se

realizan eventos de actualización y perfeccionamiento puntuales, pero se trata por lo general de medidas irregulares y de corta duración.

Hasta la fecha, muchas empresas carecen del know-how, de las capacidades de planeación y de los recursos apropiados para desarrollar medidas de actualización regulares, planeadas estratégicamente y a largo plazo. En colaboración con un grupo de trabajo compuesto por representantes de empresas de inyección de muy diversa índole, el IKV elaboró un concepto integral para la calificación en pequeñas y medianas empresas de inyección. Integral significa en este contexto que el entorno de trabajo está integrado al concepto como un elemento para la realización de procesos continuos de aprendizaje. La figura 2 muestra los componentes de este concepto. Es importante que la actualización corresponda a un plan estratégico y se realice en forma regular. Medidas de perfeccionamiento puntuales (de emergencia) que sólo se aplican cuando ya se están presentando problemas concretos, son de corto alcance. Para que una calificación tenga una orientación

Integración estratégica de la actualización	
• Determinar la demanda de calificación • Planear medidas de calificación • Ejecutar medidas de calificación • Controlar los resultados	• Transferencia y aplicación • Entorno laboral

Figura 2. Componentes que conforman el concepto de calificación. La actualización del personal requiere de una planeación

1. N.N. Kunststoffverarbeitung, Jahresbericht 1996 Gesamtverband kunststoffverarbeitende Industrie e. V. Frankfurt 1997
2. Michaeli, W., Romberg, V. Huf, A.; Qualifikationssituation des technischen Personals in Spritzgiessbetrieben. Ergebnisse einer Befragung von Spritzgiessbetrieben im Frühjahr 1996; RWTH Aachen 1996

estratégica, se requiere un buen diagnóstico de las necesidades y un control de los resultados al final.

Perfil laboral del ajustador

Para iniciar la ejecución del concepto, el grupo de trabajo diseñó la calificación de aquellos ajustadores que, si bien poseen una formación técnica, no tienen conocimientos ni experiencia en la tecnología de los plásticos. Este es un caso frecuente en la industria del plástico, debido a la falta de transformadores de plásticos. Las necesidades de calificación se identificaron en este caso mediante el análisis de puestos de trabajo y entrevistas con ajustadores experimentados y sus supervisores. El resultado fue un perfil de actividades para el ajustador de una empresa de inyección (figura 3) y un listado de conocimientos básicos que un ajustador debe dominar, al tiempo que la pregunta por las mayores deficiencias ayudó a definir las prioridades más obvias.

Comprensión del proceso de inyección

El problema principal de los ajustadores entrenados (en el puesto de trabajo) fue una deficiente comprensión del proceso de inyección, un proceso de alta complejidad. Por eso es común que los trabajadores memorizan la eliminación de fallas, sin comprender su naturaleza. A veces tratan de influir sobre el proceso modificando tan solo uno o dos parámetros, lo que rara vez permite optimizar el proceso. Para una verdadera comprensión del proceso es indispensable poseer conocimientos sólidos en materia de máquinas, moldes y plásticos.

Con base en este análisis de necesidades se estableció los módulos del concepto de calificación. Tales módulos contienen determinadas medidas de calificación, que han de transmitirle al trabajador las diferentes destrezas y los conocimientos que el requiere. Se definieron los siguientes factores:

- el contenido de la capacitación (**qué** se debe enseñar ?)
- el mejor método para la capacitación (**cómo** se debe enseñar ?)
- fecha y duración de la medida (**cuándo** y por cuánto tiempo ?)
- la calificación requerida del instructor (**quién** puede enseñar ?)
- y los recursos didácticos que se van a usar.

Además se identificaron para cada módulo los requisitos que debería cumplir el trabajador. Al final de cada medida de capacitación, se verificaría su éxito mediante listas de control o pruebas, puesto que sólo así es posible comprobar la eficacia de la calificación o introducir mejoras conceptuales.

Plan de formación

Los diferentes módulos fueron integrados en un plan de formación (figura 4). En el desarrollo de este plan



Figura 3. Perfil de actividades del ajustador

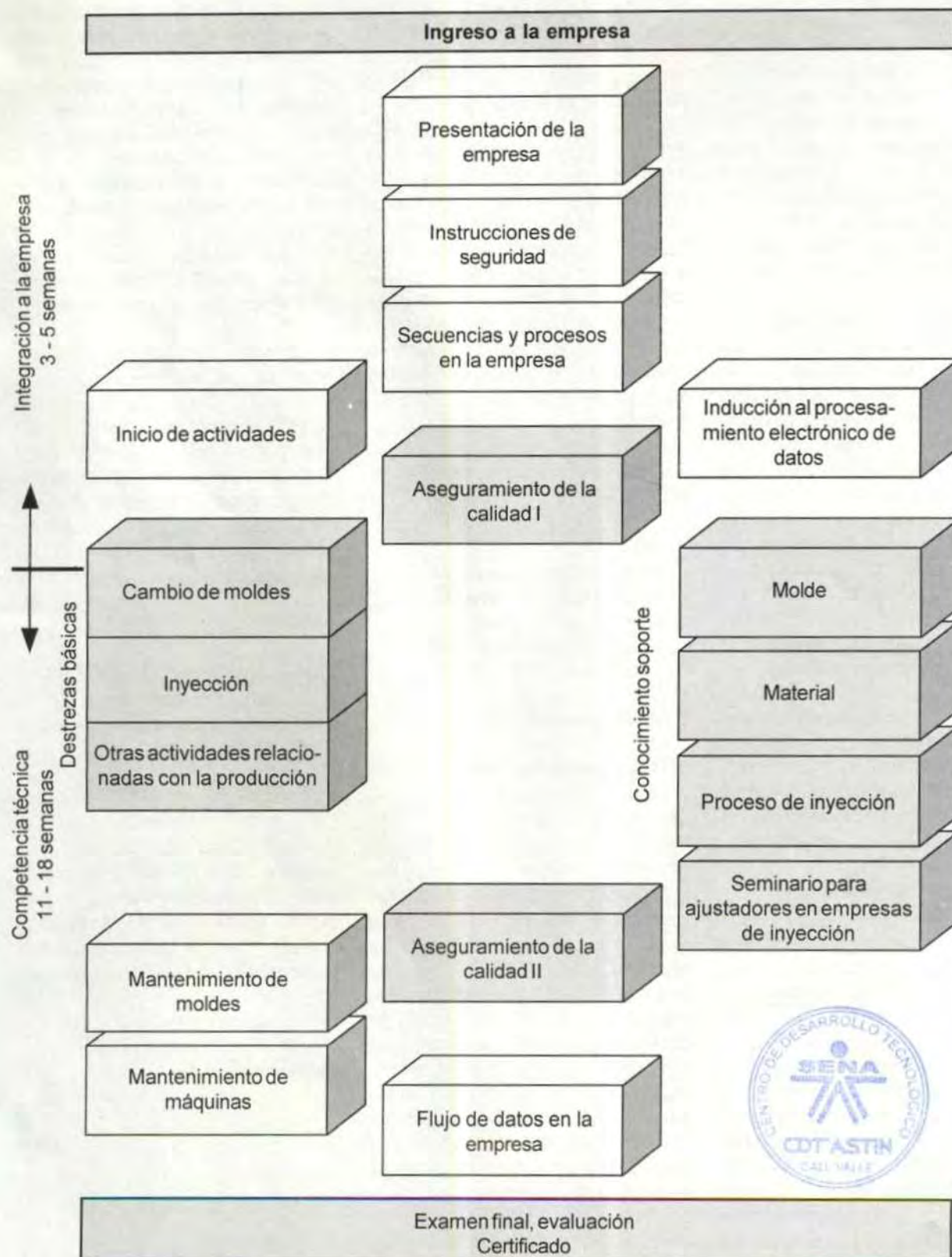


Figura 4. Según este plan, el personal nuevo conoce primero los procesos de la empresa y adquiere luego la competencia técnica.

se atribuyó especial importancia a la idea que el nuevo colaborador de la empresa tuviera oportunidad de conocer en la práctica todos los recorridos y procesos, donde incidiera su trabajo, antes de adquirir la necesaria competencia técnica. La transferencia de la competencia técnica consiste en la enseñanza de las destrezas básicas, en el sitio de trabajo, y los contenidos teóricos correspondientes, paralelamente.

La enseñanza interna es complementada por talleres externos para ajustadores, en institutos o con fabricantes de maquinaria. Por eso el plan no prevé una secuencia estricta de los diferentes módulos, sino que debe ser adaptado a las condiciones específicas de cada empresa. Sin embargo, la secuencia de las distintas medidas de calificación no es aleatoria, existe un orden lógico, donde un conocimiento es construido sobre otro. Antes de iniciar cualquier calificación, el trabajador debe cumplir con los requisitos necesarios.

Al final de la capacitación completa el trabajador se somete a un examen, que lo hace acreedor de un certificado expedido por la empresa. De esta manera la calificación puede contribuir a motivar al nuevo empleado.

Procesos de aprendizaje permanente

Esta primera calificación de un colaborador nuevo es sin embargo tan sólo un aspecto parcial de un concepto más completo, que incluye la actualización continua de todo el personal y la aplicación de lo aprendido en la práctica diaria de la empresa. Su objetivo a largo plazo es el monitoreo de procesos permanentes de aprendizaje en la empresa. Pero esto requiere de un mayor esfuerzo que la simple calificación de algunos trabajadores. Debe haber una transferencia del conocimiento hacia

los demás colaboradores para permitir que toda la empresa pueda ampliar sus bases técnicas y adaptarse con mayor rapidez a las cambiantes condiciones de producción.

En la práctica, esta transferencia de conocimientos no es tan natural como podría parecer. Muchas veces el temor a los cambios o poca capacidad para transmitir contenidos en una forma accesible la impiden. Si se quiere instalar en la empresa procesos continuos de aprendizaje, en forma duradera, el personal debe tener la **capacidad** de aprender, la **voluntad** de aprender y la **oportunidad** de aprender.

Por eso es importante diseñar un entorno laboral con sus áreas

- dirección
- participación del personal
- organización del trabajo
- sistema de incentivos
- horarios de trabajo y remuneración
- y cultura empresarial,

que favorezca este proceso.

El directivo es "coach"

La dirección debe darles a los colaboradores la oportunidad de aprender cosas nuevas. Es indispensable que estén informados sobre flujos y procesos en la empresa para poder comprender sus interrelaciones. "Dirigir" significa además "inducir al aprendizaje" y "apoyar el estudio". El directivo se convierte en "coach", que da consejos e indicaciones y que fomenta y orienta los procesos de aprendizaje de los colaboradores. El personal debe tener la oportunidad de participar activamente en las decisiones, por ej. en equipos de proyectos o círculos de calidad. Tales oportunidades de participación pueden ser apoyadas, estimulando el aprendizaje. Un sistema de remuneración que tiene

en cuenta la calificación del personal ya comenzó a dar resultado en las primeras empresas. Una organización del trabajo que permita al trabajador a integrar sus capacidades en el proceso de trabajo debe prever también tiempos y espacios libres para la dedicación a innovaciones. En el marco del proyecto, se elaboraron métodos y medios para la configuración de un entorno laboral que favorece el aprendizaje, a la medida de la pequeña y mediana empresa.

En últimas, la autoimagen de la empresa y la autoimagen de cada empleado debe considerar el aprendizaje como su valor principal. Una "cultura del aprendizaje" en la empresa debe incluir un trato abierto entre los colaboradores, que se caracteriza por una intensa comunicación, confianza y un aprendizaje común. (enseñanza mutua?).

*Traducido y adaptado para el informador Técnico por:
Ilse Koenig de Laverde, instructora
CDT ASTIN.*

Tomado de:

W., Michaeli; ROMBERG-FORKERT, Aachen. "Qualifikation bringt motivation: Qualifizierungskonzept für produktionsmitarbeiter in spitzgießbetrieben" = Personal calificado - personal motivado: Un concepto para la calificación de personal de producción en empresas de inyección, Kunststoffe, Munich, 88(5), mayo 1998, p. 608-610



33096

INFLUENCIA DEL BOMBARDEO IÓNICO SOBRE LA MICROESTRUCTURA Y LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS RECUBRIMIENTOS DUROS

Por: Ingeniero Gilberto Bejarano Gaitán
Msc. en Metalurgia y Ciencia de los Materiales
Profesional CDT ASTIN

Proyecto de Recubrimientos Duros de las Herramientas de Producción en Serie, formulado por CDT ASTIN, financiado por el SENA con recursos de la Ley 344 y dirigido por el Ingeniero Gilberto Bejarano Gaitán

INTRODUCCIÓN

Los continuos cambios tecnológicos, la globalización del mercado y la creciente competitividad conllevan a que las empresas tengan que racionalizar sus procesos productivos incorporando nuevas tecnologías, modernizando máquinas y equipos, capacitando su talento humano, ofreciendo productos y servicios de óptima calidad y precios competitivos. Este fenómeno hace que las herramientas, piezas y demás elementos de máquinas y equipos sean sometidos a esfuerzos y cargas cada vez mayores ocasionando en ellos desgaste, averías y deterioro, que perjudican la economía y la rentabilidad de la empresa, causando millonarias pérdidas al sector productivo y al país.

Todos los fenómenos de desgaste sea cual fuese la causa que los origina, tienen lugar a nivel superficial en la interfase herramienta/medio circundante. Con el fin de mejorar las propiedades físicas, químicas y mecánicas en la superficie de los materiales se han desarrollado diferentes tecnologías, las cuales

podemos clasificar de acuerdo con la tabla 1.

Con miras a disminuir el fenómeno del desgaste, mejorar el comportamiento de las herramientas utilizadas en el sector metalmecánico y del plástico y a incrementar la productividad y la competitividad de este sector productivo, el CDT ASTIN formuló el proyecto "**Recubrimientos Duros de las Herramientas de Producción en Serie obtenidos por la Deposición Física de Vapor asistida por un Plasma**" utilizando un sistema de Magnetron Sputtering para la fabricación de los Recubrimientos y financiado totalmente por el SENA mediante recursos de la Ley 344.

Este proyecto es complementario al proyecto que sobre el mismo tema adelanta la Universidad del Valle con el apoyo de Colciencias.

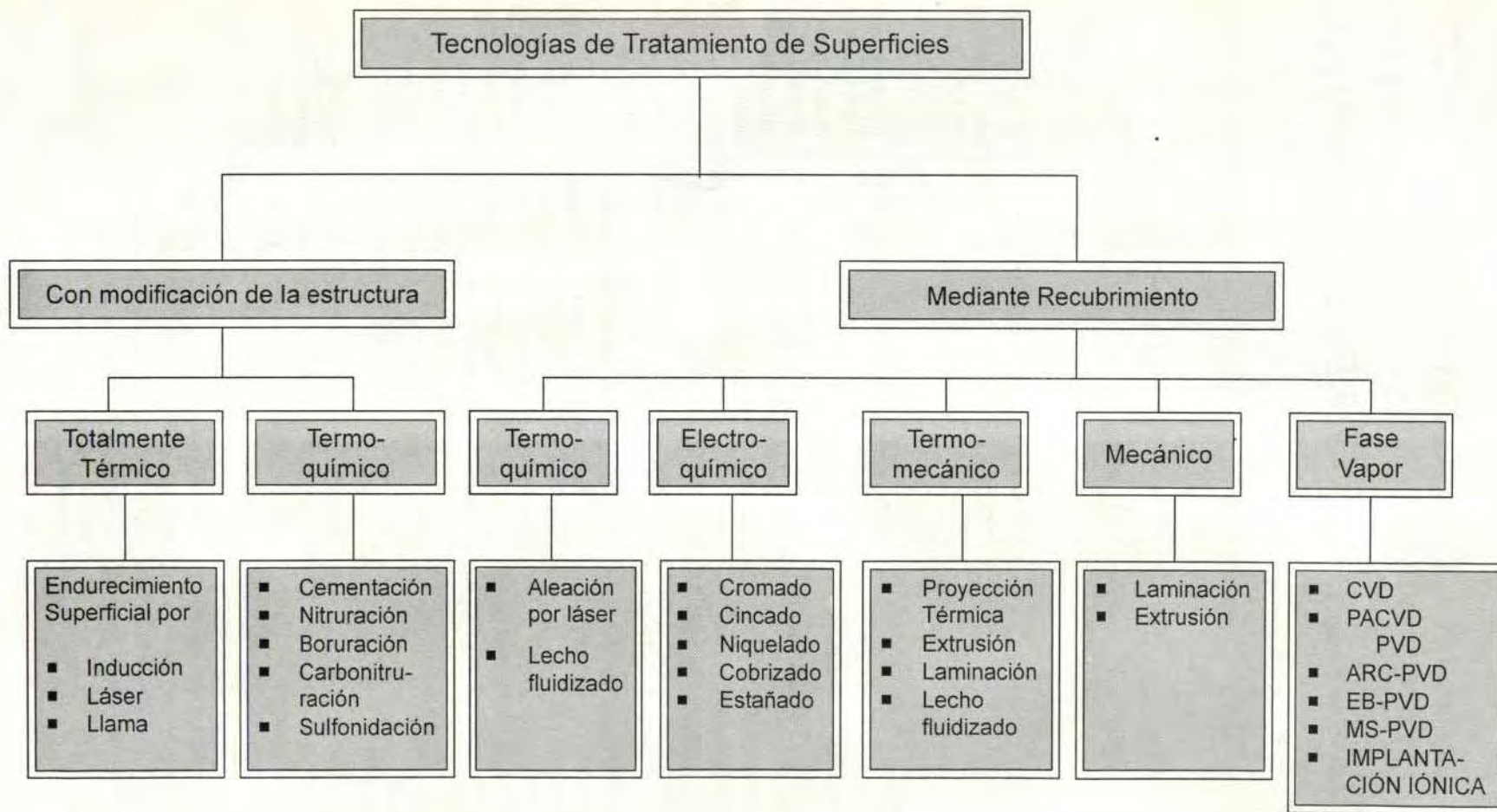
Con el propósito de correlacionar las diferentes tecnologías utilizadas en el tratamiento de superficies y apreciar el amplio espectro de aplicaciones tecnológicas de los recubrimientos duros se incluye en este trabajo el respectivo **mapa tecnológico**.

Con base en el análisis y en el estudio del estado del arte, el autor de este artículo, funcionario del SENA y director del proyecto, realizó una pasantía de investigación en la Universidad de Montana en Austria interactuando con el grupo de trabajo de Películas Delgadas y Recubrimientos Duros de dicha Universidad.

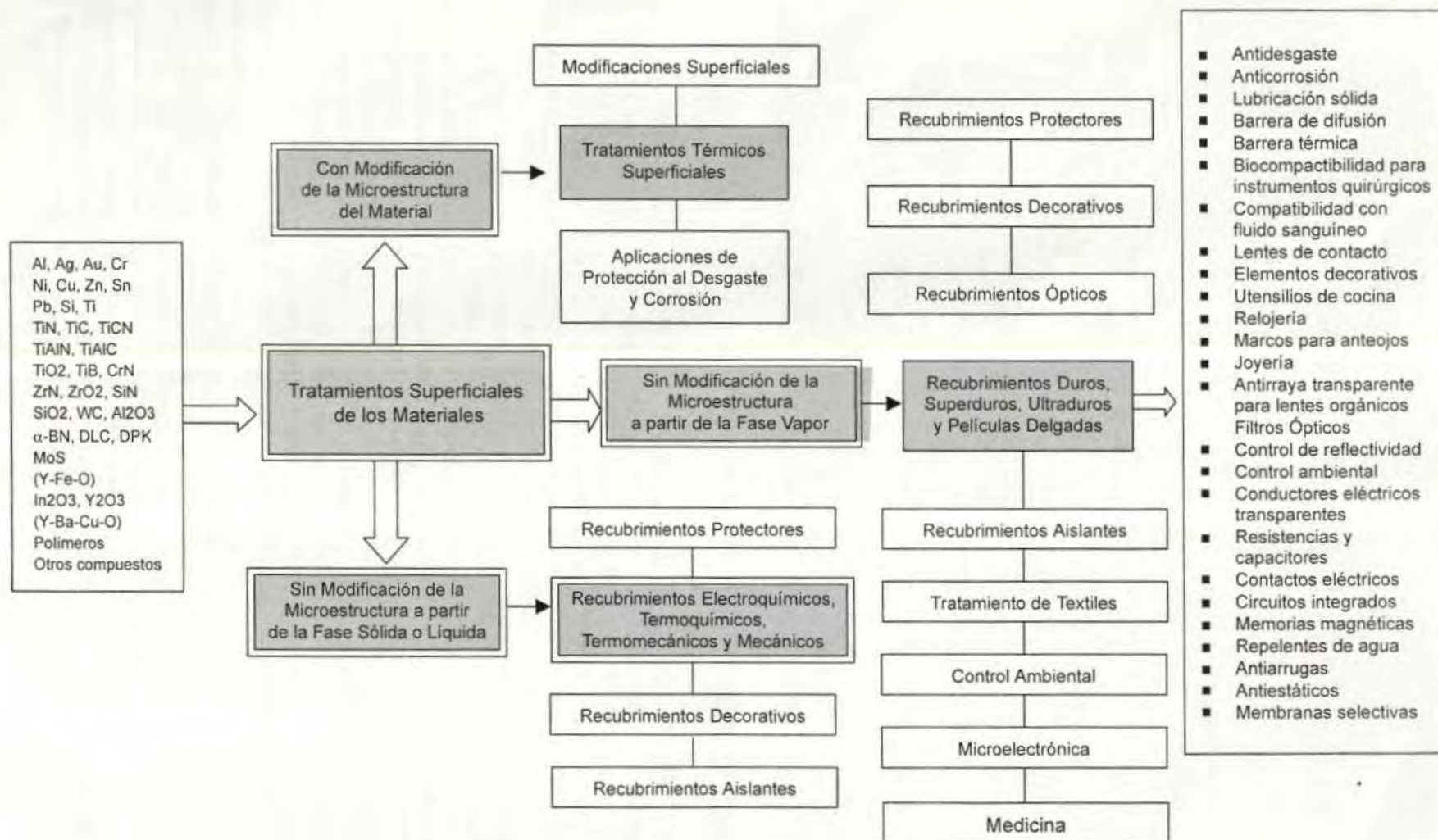
Este grupo de investigación lo dirige el Doctor Christian Mitterer, quienes se dedican al desarrollo de nuevos recubrimientos de tipo cerámico para aplicaciones en herramientas y elementos de máquinas y equipos, que están sujetas a condiciones extremas de trabajo.

El trabajo constó básicamente de la deposición de recubrimientos de nitruro de titanio sobre probetas de acero, estableciendo la dependencia de la calidad del recubrimiento respecto a su microestructura y propiedades mecánicas, de parámetros fundamentales del proceso tales como la tensión aceleradora (Bias Voltage), Intensidad de campo electromagnético externo (unbalanced magnetron system) y grado de ionización (plasma

Tabla 1. Clasificación de los Tratamientos Superficiales



Mapa Tecnológico de los Recubrimientos Duros



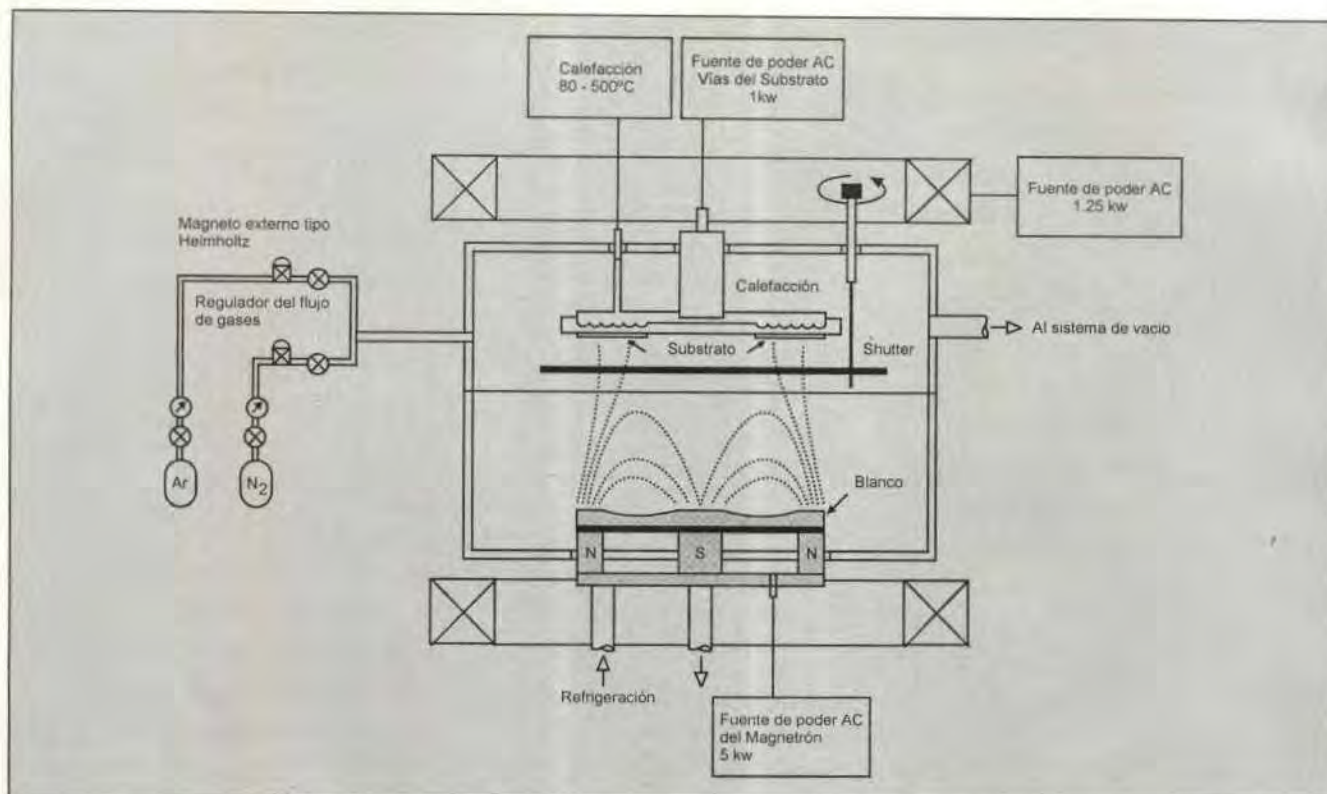


Figura 1: Sistema de Deposición Unbalanced Magnetron Sputtering

current density), para lo cual se utilizaron también los trabajos realizados por otros investigadores de dicha universidad y la correlación de los resultados obtenidos por ellos.

Para la realización del trabajo se utilizó un equipo de bombardeo iónico asistido por un campo electromagnético desbalanceado, cuya representación esquemática se observa en la figura 1. El equipo está compuesto de una recámara de acero inoxidable austenítico, el material de aporte o blanco (hace las veces de cátodo), la pieza a recubrir (que hace las veces de ánodo), un sistema de bombas para alto vacío, reguladores y controladores de flujo de gas, regulador y controlador de temperatura del sustrato, regulador y controlador de presión, como también las respectivas fuentes de poder para el magnetron, para el electro-magneto externo y para el Bias del sustrato.

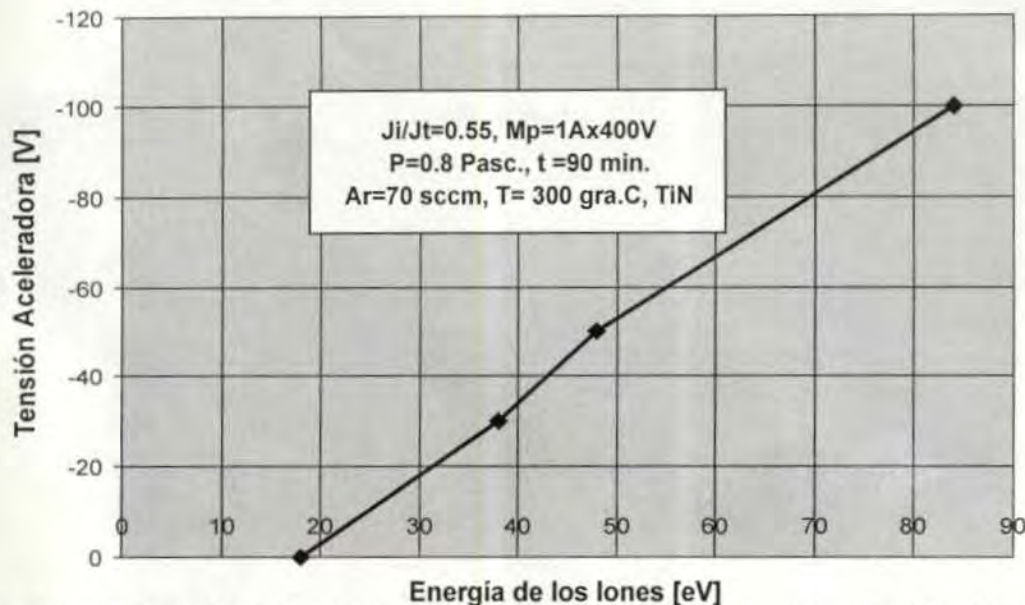
Una vez evacuada la cámara a una presión de 2×10^{-5} mbar se introdujo argón, el cual es ionizado en gran parte por los electrones que fluyen del cátodo hacia el ánodo. Por la acción del campo electromagnético del magnetron los electrones son obligados a seguir un recorrido helicoidal alrededor de las líneas de flujo de dicho campo, que fluyen desde el polo norte al sur. Este hecho origina un incremento del tiempo de estadía de los electrones en el espacio plásmico y aumenta el grado de ionización en el mismo, mejorando la eficiencia del proceso de deposición.

Un problema es la concentración iónica enfrente del cátodo, lo cual limita la rata de deposición en la pieza ubicada como ánodo. Con el fin de abrir las líneas del flujo magnético y dirigirlas hacia el ánodo permitiendo así incrementar la ionización en el resto del espacio plásmico entre

ambos electrodos y con ello mejorar la eficiencia y la rata de deposición del recubrimiento, se desbalancea el magnetron mediante la inclusión de un electromagneto externo del tipo Helmholtz y configurado tal como se muestra en la figura 1.

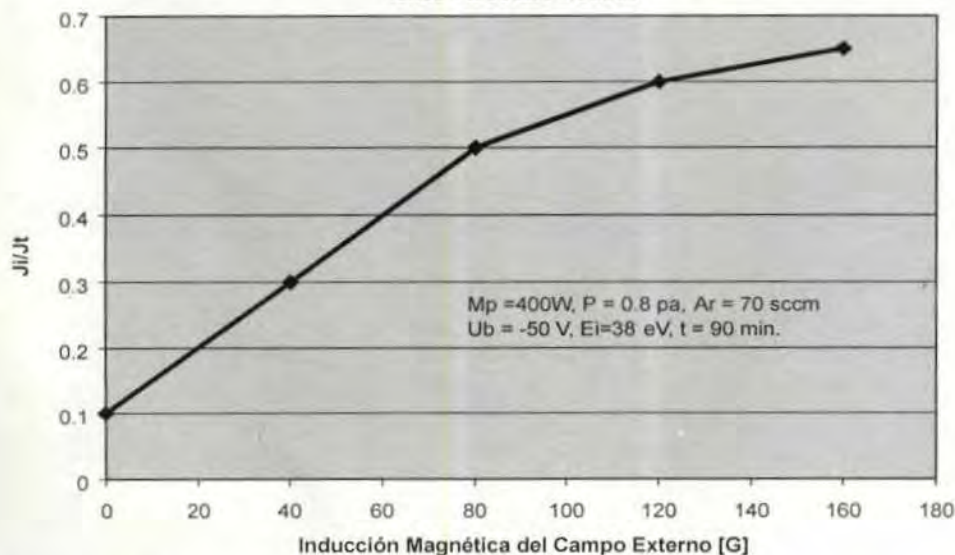
Para la realización de la investigación se ajustaron a valores constantes la potencia del magnetron, el flujo del argón, la presión interna, la temperatura del sustrato y el tiempo de deposición. Solamente se variaron la tensión aceleradora (Bias Voltage) y el campo electro-magnético externo. La influencia del flujo de gas y con ello de la presión, de la temperatura del proceso y de la potencia del magnetron sobre las propiedades del recubrimiento y sobre la eficiencia del proceso de deposición será publicada en otro artículo en la próxima edición de esta revista.

Influencia de la Tensión Aceleradora sobre la Energía de los Iones



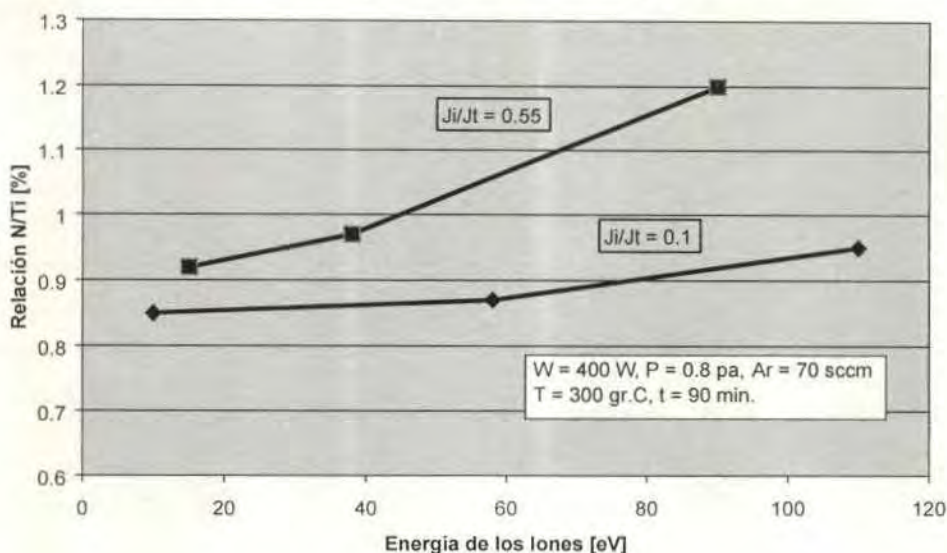
La aplicación de una pequeña tensión negativa al sustrato (Bias Voltage) tiene como efecto la atracción de una gran cantidad de iones que son acelerados hacia la superficie de la pieza, removiendo aquellos átomos débilmente adheridos y compactando los Cluster de átomos que conforman la película. Al mantener los demás parámetros del proceso constantes e incrementar la tensión aceleradora del sustrato, aumenta la energía de los iones que bombardean la pieza a recubrir, efecto que influye positivamente en la adherencia, densidad, dureza y coeficiente de fricción del recubrimiento (ver los siguientes diagramas). Sin embargo, existe un valor límite a partir del cual empieza a predominar el desprendimiento (fenómeno de sputtering) de átomos de la película formada por la fuerte transferencia de energía cinética de los iones y la eficiencia del proceso de deposición se reduce sustancialmente.

Influencia de la Inducción Magnética del Campo Externo sobre la Relación Iones Partículas Neutras



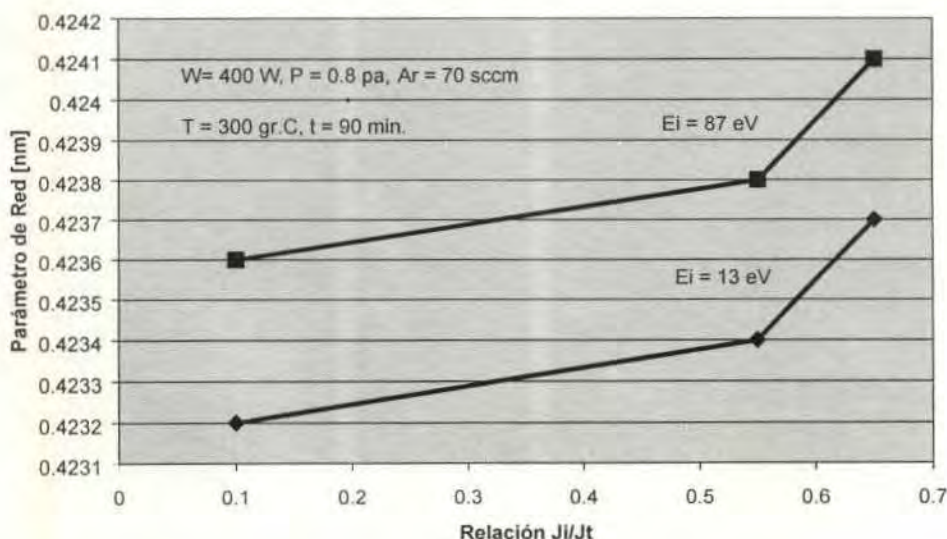
De este diagrama se puede apreciar como la relación de iones con respecto al número de partículas neutras J_i/J_n crece de 0.1 hasta 0.65, cuando la inducción magnética del campo externo aumenta de 0 hasta 168 Gauss. Al incrementarse el número de iones en el plasma (grado de ionización) se eleva también la tasa de bombardeo del blanco y con ello la eficiencia del proceso de deposición. Por otro lado es mayor la densidad de iones que llegan al sustrato mejorando las condiciones de la deposición del recubrimiento. Es de anotar que la inducción electromagnética no se puede incrementar ilimitadamente, ya que a valores muy altos, el plasma se desestabiliza y se forman descargas por arco que afectan notoriamente la calidad del recubrimiento. El flujo de iones fue determinado a partir de mediciones efectuadas con una Sonda de Langmuir.

Variación de la Estequiometría de TiN con la Energía de los Iones



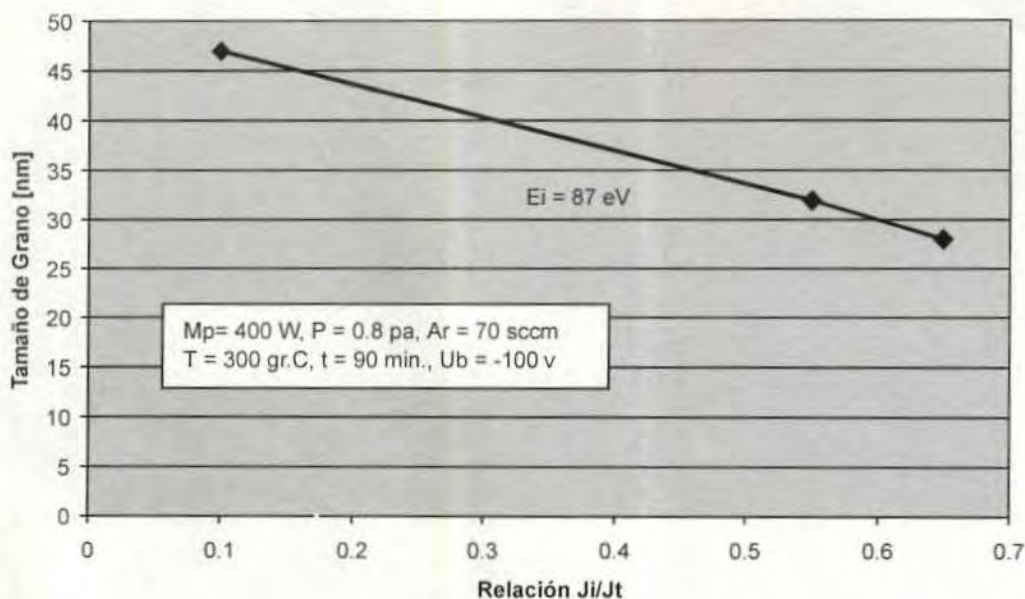
Muchas de las propiedades físico-químicas y mecánicas de los materiales dependen de la estequiometría de la aleación. Estas mediciones fueron realizadas en un microscopio electrónico de barrido, el cual tenía incorporado un difractor de rayos X de dispersión de longitud de onda (WDX-Espectrometry). El espectro así obtenido fue comparado con análisis estándares obtenidos para TiN mediante la técnica de Rutherford Backscattering (RBS), para efectos de cuantificar la aleación. A bajo grado de ionización se tiene básicamente una subestequiometría del TiN, que aumenta lentamente con la energía de los iones acercándose al valor de 1.0 para 120 eV. Para mayores valores de la densidad iónica la dependencia de la estequiometría es más notoria y por encima de 40 eV se obtienen ya recubrimientos sobreestequiométricos.

Parámetro de Red del TiN en Función de la Relación Iones/Partículas Neutras



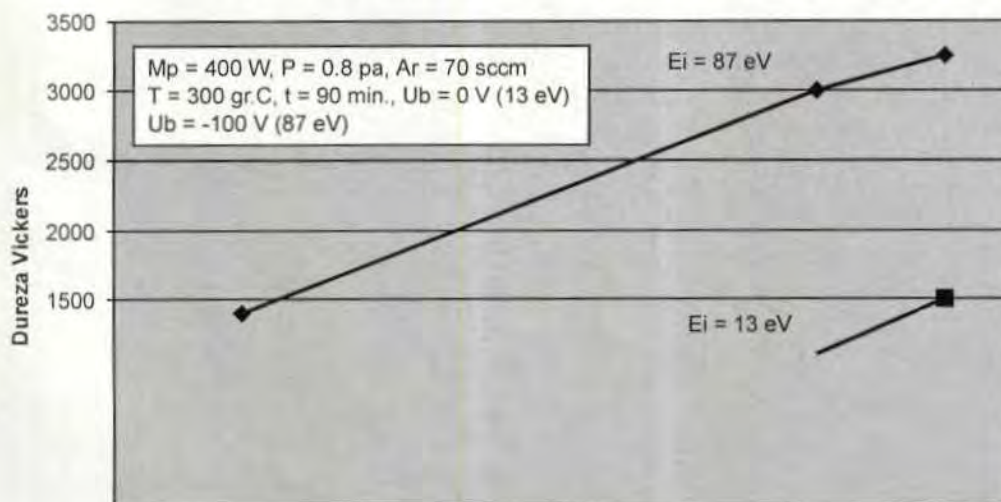
El parámetro de red crece tanto con el grado de ionización como con la energía de los iones, siendo esta última la de mayor influencia, debido ante todo al nivel de distorsión que originan los átomos y otras especies depositadas, al ocupar los intersticios de la red de titanio por efectos de la sobresaturación con dichos elementos. Este fenómeno origina microdeformaciones y tensiones internas que se reflejan en un incremento de la dureza. Es de anotar que las mediciones registradas aquí están en términos generales por debajo del valor teórico del parámetro de red del TiN de 0.4240 nm. La constitución cristalográfica y el parámetro de red se determinó mediante mediciones en un difractor de rayos-X (XRD).

Tamaño de Grano del TiN en Función de la Relación Iones/Partículas Neutras

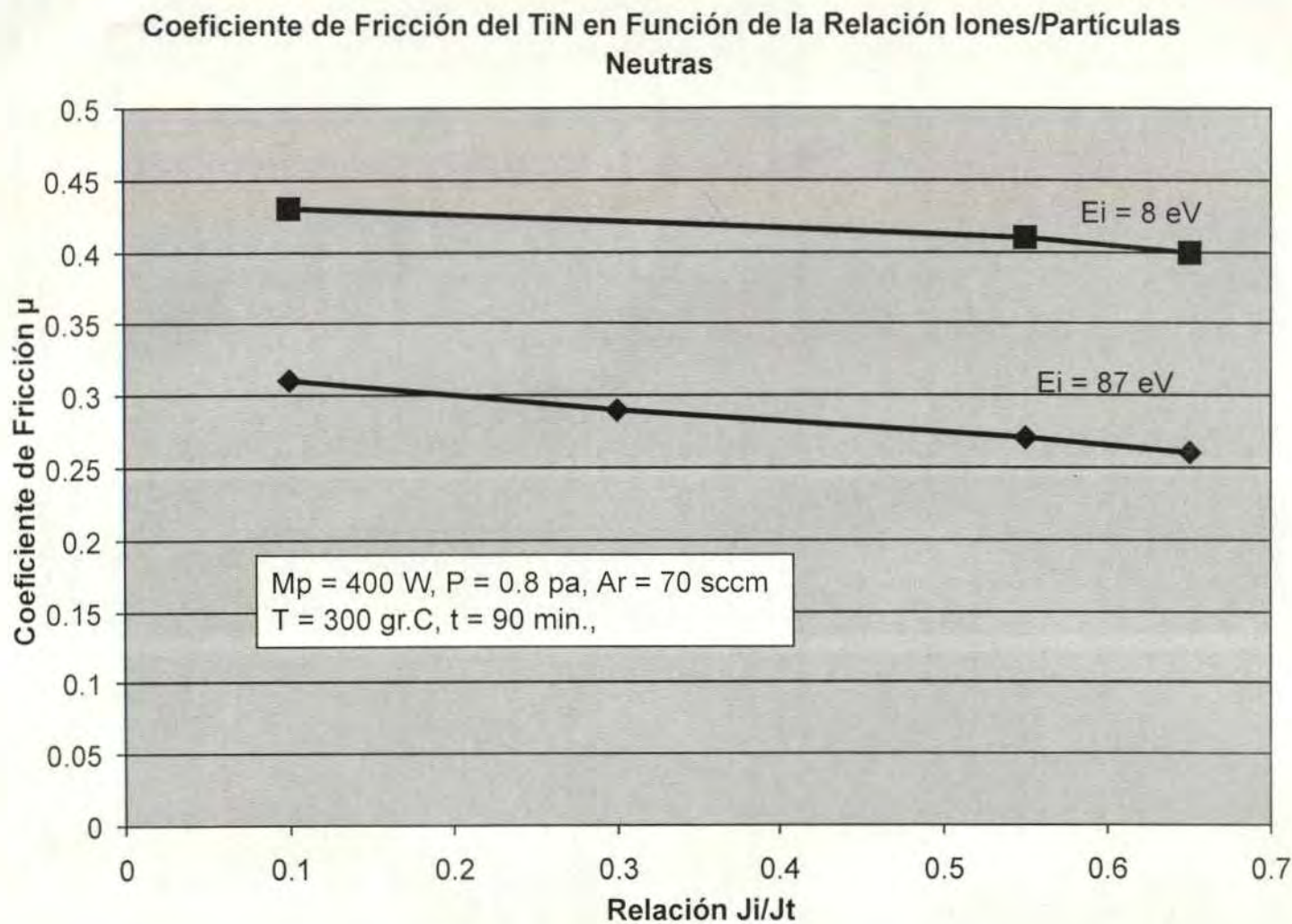


Para un valor dado de la energía de los iones que son atraídos hacia la superficie del sustrato por efecto de la tensión aceleradora, el tamaño de grano disminuye con el grado de ionización (es decir con el aumento de la inducción magnética del campo externo) debido al mayor número de puntos de nucleación que se originan a nivel superficial en la pieza, a partir de los cuales crece y se desarrolla el recubrimiento. Esto resulta en una película más densa y de grano más fino con propiedades mecánicas mejoradas.

Dureza del TiN en Función de la Relación Iones/Partículas Neutras



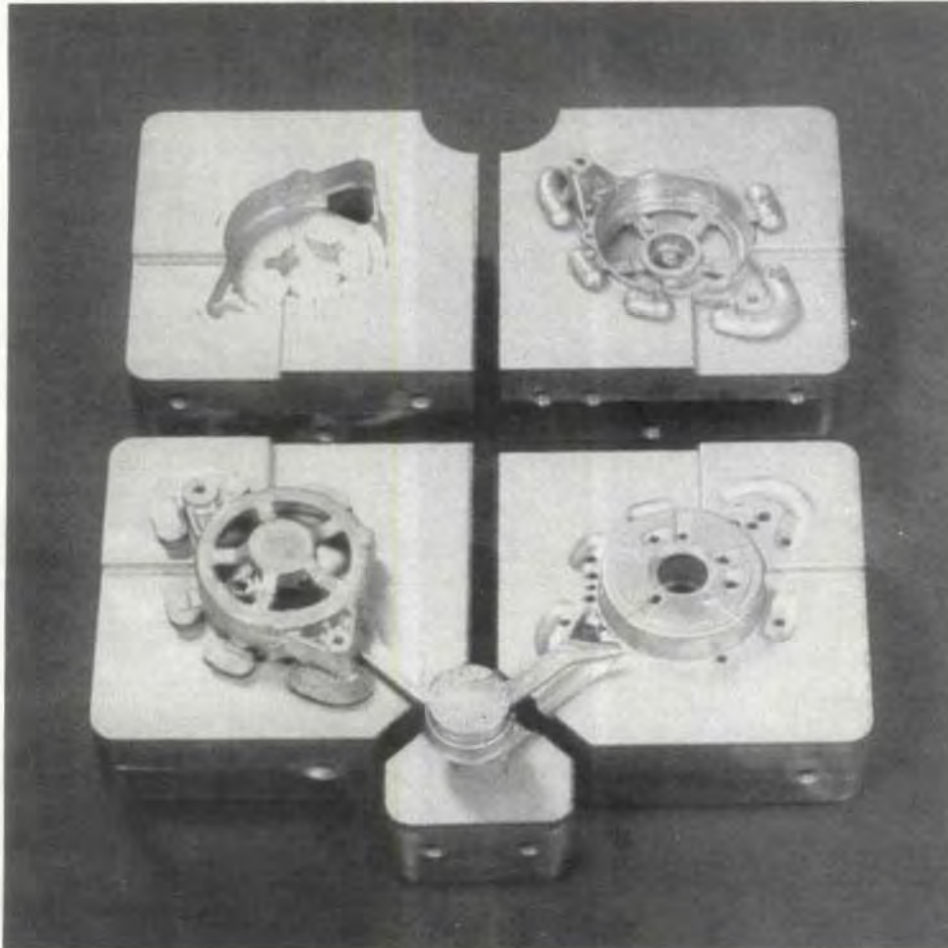
Como se aprecia en la gráfica, la dureza tiene muy poca dependencia del grado de ionización para valores bajos del mismo, sobre todo cuando se trabaja con tensiones aceleradoras pequeñas. A partir de una relación del número de iones con respecto al número de partículas neutras de 0.55, empieza a notarse un incremento pronunciado de la dureza. Para tensiones aceleradoras mayores, como en este caso de 87 eV, la dureza crece rápidamente con el grado de ionización. Esto se debe al mayor número de puntos de nucleación que originan recubrimientos mas densos. El incremento del bombardeo de la película en crecimiento con iones de mayor energía cinética a causa de la tensión aceleradora promueve una mejor adherencia y mayor densidad del recubrimiento. Del mismo modo origina un mayor nivel de tensiones internas, efectos estos que resultan en un incremento considerable de la dureza del recubrimiento.



Para un mismo nivel de pulimento el coeficiente de fricción depende, entre otros aspectos, de la naturaleza misma del material. Así por ejemplo el coeficiente de fricción de un acero puede ser mejorado mediante su recubrimiento con una aleación de menor coeficiente de fricción como el TiN o el TiAlC. Sin embargo, y como ya se discutió en gráficas anteriores, las películas que se forman bajo la acción de un bombardeo iónico son mucho más densas y compactas mientras mayor sean los valores de la energía y el número de los iones impactantes (es decir mientras mayor sea el incremento de la tensión aceleradora y de la inducción magnética del campo externo). Las asperezas y las crestas a causa de la rugosidad existente de la superficie de la pieza son reducidas por el intenso bombardeo que los iones ejercen sobre ella. De esta manera disminuye adicionalmente el coeficiente de fricción de la superficie recubierta del material. El coeficiente de fricción se calculó a partir de mediciones realizadas en un equipo tribológico Pin on Disc Tester.

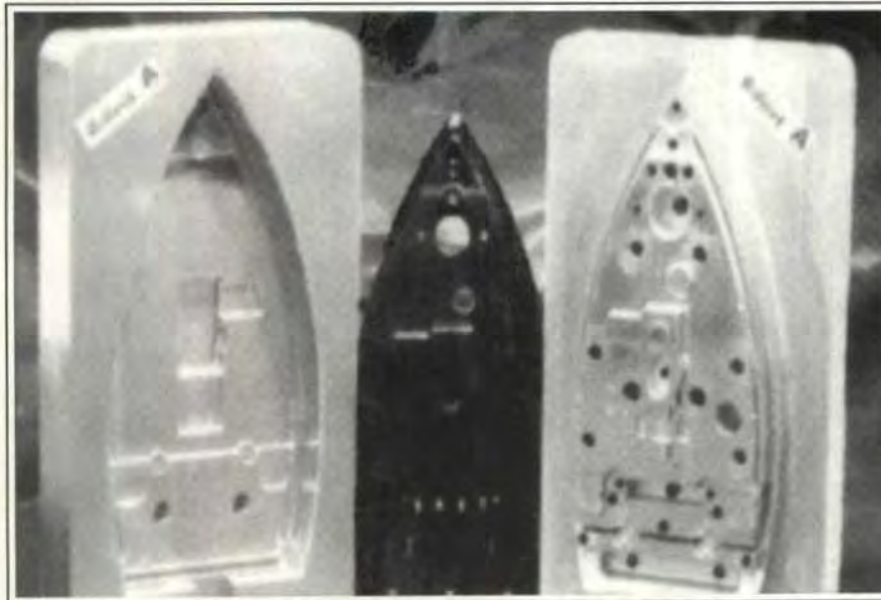
Los siguientes ejemplos muestran la gran influencia que tienen los recubrimientos duros sobre la calidad, eficiencia y vida útil de las herramientas, utilizadas en los procesos de conformación de los materiales:

TAPAS DE ALTERNADOR INYECTADAS EN ALEACIÓN AISI9



	MOLDE SIN RECUBRIR	MOLDE CON TiN
PRECIO	6.660.000 pts.	7.686.000 pts.
VIDA DE LAS CAVIDADES	150.000 Ciclos	250.000 Ciclos
VIDA DE LOS MACHOS	10.000 Ciclos	40.000 Ciclos
PARE DE MÁQUINAS	Cada 10.000 inyectadas	Por programa de Producción
COSTE POR CICLO	44,40 pts.	30,74 pts.
REDUCCIÓN DE LOS COSTOS DIRECTOS		45%

MOLDE DE INYECCIÓN PARA CARCAZA SUPERIOR DE UNA PLANCHA



DESPUÉS DE 80.000 PIEZAS INYECTADAS APARECERÍAN:

- . Problemas de adhesión en el molde
- . Problemas de brillo y textura
- . Problemas de rebaba
- . Desgaste en los puntos de inyección

MEJORAS CON MOLDES RECUBIERTOS CON TiN

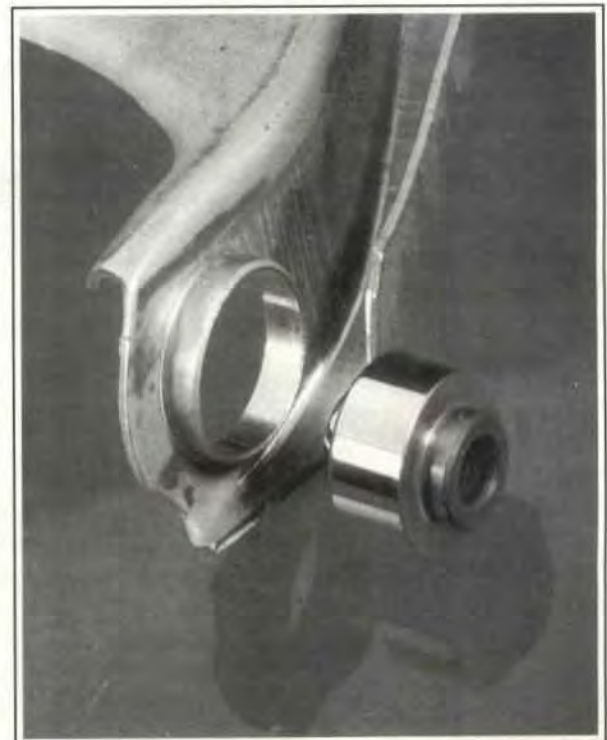
- . Menos adherencia y mayor fluidez en el molde
- . Reducción en los tiempos del proceso
- . Producción de 2 millones de piezas
- . Ahorro de 2 millones de pts (1 pts. por piezas).

TROQUELADO DE LÁMINA PARA AUTOMÓVIL

Punzón: M62 (0.8%C, 6%W, 5%Mo, 4%V, 2%C, 4.0%Cr).

Material: Acero de bajo carbono tipo HSLC.

Sin recubrir	10.000 piezas
Nitruración iónica	60.000 piezas
Recubierta con TiN	175.000 piezas
Recubierta con TiCN	876.000 piezas



PUNZÓN DE ACERO AISI M62 PARA TROQUELADO DE CHAPA

CONCLUSIONES

La Deposición Física de Vapor mediante la utilización de un sistema de pulverización catódica asistida por un campo electromagnético (magnetron sputtering) es la tecnología, que sin ser la más eficiente, es la de mayor flexibilidad para la deposición de recubrimientos duros y películas delgadas, la cual hace casi ilimitable la gama de materiales que pueden ser utilizados tanto para el blanco como para el sustrato. Sin embargo, es también la tecnología con mayor nivel de complejidad, ya que son muchos los parámetros que intervienen y rigen el proceso de deposición. Por lo tanto, es indispensable conocer la influencia que tiene cada uno de ellos sobre la eficiencia del proceso mismo y sobre la calidad de los recubrimientos a depositar.

De este trabajo podemos concluir que con un incremento, hasta ciertos valores críticos, de la tensión acelerada, de la energía cinética, de los iones que llegan a la superficie del sustrato, de la inducción magnética del campo externo y del grado de ionización del plasma, aumenta la densidad y adhesión del recubrimiento, disminuye su tamaño de grano y su coeficiente de fricción, se eleva su dureza y mejora en términos generales la tasa de deposición del proceso.

Finalmente, quiero agradecer doctor Pedro Prieto, Director del Programa CYTED-Colombia para el fomento de la investigación en el área de los materiales, al profesor Franz Jeglitsch, Director del Instituto de Metalurgia y Ciencia de los Materiales de la Universidad de Montana, al doctor Christian Mitterer, Director del Grupo de Investigación de Recubrimientos Duros y Películas Delgadas de la misma Universidad, al doctor Mariano Benavides C., Jefe del CDT ASTIN del SENA y a la Dirección General del SENA por su apoyo y

contribución para la realización de este trabajo de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

1. NEGRETE, Andrés, TAGLE, José A., MOJICA, Juan C., OÑATE, José I., Tecnologías asistidas por plasma, 1997
2. Ultraharte PVD- Schichten im System Ti-B-N, Dissertation de Paul Lösbichler 1998, Universidad de Montana de Leoben, Austria.
3. Handbook of Sputter Deposition Technology, Noyes Publications N.Y. USA, 1992, Kiyotaka W., Hayakawa S.
4. Phys. Rev. 22, 1923, 347. I. Langmuir and K.B. Blodgett
5. National Tech. Rept. Vol. 8, No. 5, 1962, 419. S. Hayakawa and K. Wasa
6. Auswirkungen des Ionenbombardementes auf Struktur, mechanische Eigenschaften und Korrosionsschutz gesputterter Nitrid- und Boridschichten von Ti und Zr, Dissertation 1998, Universidad de Montana de Leoben, Austria.
7. Handbook of Physical Vapor Deposition Processing 1970, Donald M. Mattox
8. X-ray Diffraction Procedures for polycrystalline and amorphous materials, ISBN 0-471-49369-4, Toronto 1974, Harold P. Klug and Leroy E. Alexander
9. Empfehlungen zur röntgenographischen Struktur- und Texturuntersuchung dünner Schichten, DIN- Fachbericht 39, 1993, T. Hirsch, V. Tomola, P. Weise.
10. Eigenspannungen und Lastspannungen, moderne Ermittlung-Ergebnisse-Bewertung, Carl Hanser Verlag, München 1982, S. 1-19, V. Hauk und E. Macherauch.
11. Advanced Techniques for Surface Engineering, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 1992, p. 135-179, Y. Pauleau, W. Gissler, H.A. Jehn.
12. Vakuum Beschichtung I, Plasmaphysik- Plasmadiagnostik- Analytik, VDI Verlag, Düsseldorf 1995, p.1-172, H. Frey,
13. Deposition Technologies for Film and Coatings, Noyes Publication, Park Ridge, NJ, 1982, p. 170, J.A. Thornton and R.F. Bunshah.
14. Hartstoffschichten zur Verschleissminderung, DGM Informationsgesellschaft, Oberrursel, 1987, p.45, H. Jehn.
15. J. Vac. Sci. Technol., 11(4) 1974, p.666, J.A. Thornton
16. Phys. Met. Metallogr., 28 (4) 1969, p.83, B.A. Movchan und A.V. Demchishin
17. Ann. Rev. Mater. Sci., 7 (1977) 239, J.A. Thornton
18. J. Vac. Sci. Technol., A2 (2) (1984) 500, R. Messier, A.P. Giri und R.A. Roy
19. J. Vac. Sci. Technol., A7(3) (1989) 1105., D.M. Mattox
20. Surf. Coat. Technol., 76-77 (1995) 609., H. Deng, J. Chen and R.B. Inturi.
21. Surf. Coat. Technol., 97 (1997) 567., P. Lösbichler und C. Mitterer.
22. Recubrimientos extraduros Balinit 1995, Balzers Elay S.A



Centro de Comercio Internacional UNCTAD/OMC

- Una correcta evaluación del mercado y de Los intereses de la clientela.
- Una gestión apropiada del proceso de innovación.

Por lo general, las empresas prestan una atención patente a los factores de mercado, pero descuidan la gestión del proceso de innovación. Pocas son las que aplican medidas innovadoras de probada eficacia, y menos aún las que disponen de una política para guiar el proceso de innovación. Los principios esenciales para llevar a buen término la innovación son los siguientes:

- [illegible]

56

- **Para impulsar los cambios se necesita visión de futuro.** Los dirigentes deben ser capaces de comunicar al personal una clara visión de futuro y del cometido de la empresa.
- **La innovación necesita de un entorno que acepte los riesgos y el fracaso eventual.** No todas las ideas de mejora de los servicios son viables, y los fracasos ocasionales son inevitables. Los directivos deben apoyar a quienes corren riesgos y velar porque los esfuerzos creativos sean reconocidos, incluso si no prosperan.
- **La innovación supone que todo el personal de la empresa tenga acceso a una formación permanente.** Los trabajadores necesitan apoyo para no limitar su formación al período de la escolaridad.
- **La innovación exige una mentalidad creadora, en un entorno variado y rico en información.** El proceso de creación necesita de muchos aportes para estimular la formulación de nuevos conceptos.
- **La innovación requiere de una perspectiva de sistemas multifuncionales** para el análisis de los efectos del cambio y la supervisión de su aplicación.

CUESTIONES QUE SE DEBEN RESOLVER

La dirección de las empresas de servicios deberán ocuparse de siete cuestiones básicas: atenuar la impresión de riesgo; organizar la atención a los clientes; formar a la clientela; gestionar el rendimiento del personal; movilizar al personal de atención al público; relacionar las

opciones de innovación con el tipo de servicio prestado, y usar las tecnologías de la información.

Atenuar la impresión de riesgo

Una barrera importante a la innovación es el temor que los clientes sienten por el riesgo. En lo que atañe a los servicios, dicho riesgo es intrínseco: el cliente nunca sabe de antemano cuál será la calidad de la prestación. Aunque el proveedor sea por lo general fiable, habrá días en que su personal estará abrumado por problemas personales o en que las exigencias simultáneas de varios clientes superen su capacidad de entrega. Es posible que las innovaciones entusiasmen a la clientela, pero también pueden despertar su inquietud en cuanto a la capacidad de la empresa para asegurar la calidad de los servicios menos habituales.

Para atenuar el sentimiento de riesgo de los clientes en los nuevos mercados de exportación, se pueden tomar medidas como las siguientes:

- Dé una muestra gratuita del servicio, que puede ser una breve presentación o evaluación.
- Como garantía, ofrezca la gratuidad del servicio en caso de que el cliente no quede satisfecho.
- Trate de vender sus servicios a un organismo público para conseguir su aprobación antes de ofrecerlos al sector privado.

Organizar la atención a los clientes

Los fabricantes producen sus mercancías lejos del cliente, de manera que pueden separar las funciones operativas y de comercialización. Las empresas de servicios no pueden hacerlo. Sus

clientes tienen casi siempre un grado de interacción directa con el proceso de producción del servicio, sea personalmente o en forma virtual. La impresión que el cliente se forma del proceso de prestación es influenciada en gran parte por el personal administrativo y de comercialización.

Para mejorar la opinión de la clientela, aplique medidas como las siguientes:

- Llame a su empresa como cliente para saber cuál es la calidad de la acogida.
- Asegúrese de que las llamadas se respondan al menos cuando el teléfono suena por tercera vez, y que no se utilicen mensajes automáticos de espera interminable.
- Convierta al personal de recepción en «auxiliares de comercialización», que contribuyen a añadir valor en sus contactos con los clientes.

Si la empresa dispone de un espacio físico en que la clientela interactúa con el personal, obsérvelo desde la perspectiva del cliente. Entre los problemas que se han de detectar y resolver figuran los siguientes:

- El personal está presente, pero no disponible para responder a los clientes. Para evitar que la clientela se sienta ignorada, el personal que no puede ocuparse de ella debería ausentarse del recinto.
- Las conversaciones de los clientes y el personal de recepción son interrumpidas por el personal encargado de tareas administrativas. Todos los colaboradores deberían asegurar un servicio ininterrumpido y hacer sentir al cliente que es importante para la empresa.

También se debe examinar la interacción entre los responsables de los servicios a la clientela y el personal encargado de las funciones auxiliares (contabilidad, administración de los sistemas informáticos, etc.) que inciden en la calidad de los servicios recibidos por los clientes. En este nivel de la empresa se pueden hacer innovaciones muy prometedoras, pero por lo general, éstas se descuidan. La gestión de estas relaciones suele citarse como «calidad interna de los servicios».

Formar a la clientela para que participe adecuadamente

Es frecuente que los clientes participen activamente como «coproductores» o «personal no remunerado» en el proceso de prestación de los servicios que les están destinados. Esto supone que comprendan la función que les corresponde y la desempeñen correctamente. Un estudio realizado en los Estados Unidos puso de manifiesto que el 30% de los casos de descontento de los clientes se origina en su propia actuación inadecuada.

Las empresas suelen subestimar el aporte de los clientes. Pero está aumentando el número de proveedores de servicios que recaban su opinión sobre la forma de mejorar los nuevos servicios o su suministro. Una vez que el servicio se ha prestado, pueden cambiar los papeles de la clientela y también del personal. En un contexto de autoservicio, los clientes asumirán la función principal de «producción». Al introducirse innovaciones, tal vez sea preciso modificar la participación

CAPACIDAD DE INNOVACIÓN

¿Cuál es la de su empresa?

Responda las preguntas siguientes para medir la capacidad innovadora de su personal y su empresa.

- ☐ ¿Figura la innovación entre sus objetivos y plan de actividades?
- ☐ ¿Ha emprendido alguna vez por lo menos dos experiencias o conceptos piloto al mismo tiempo?
- ☐ ¿Revise regularmente su oferta de servicios para cerciorarse del buen equilibrio entre la novedad/innovación y el riesgo?
- ☐ ¿Tiene por meta ser líder de su mercado ofreciendo mayor valor añadido que sus competidores?
- ☐ ¿La innovación figura en su informe financiero como gasto o como inversión?
- ☐ ¿Le interesan las nuevas tecnologías y ha previsto integrarlas en su empresa?
- ☐ ¿Apoya Usted a los empleados que innovan, aunque sus ideas fracasen?
- ☐ ¿Dispone de un procedimiento de visitas y compras «incógnitas» a los competidores para fines de información?
- ☐ ¿Imparte formación a sus empleados sobre técnicas de innovación?
- ☐ ¿Espera Usted conseguir al menos 5% de sus ingresos de exportación gracias a la innovación de sus servicios?

Notación:

- 9-10 marcas = ¡Excelente!
- 7-8 marcas = Buena capacidad de innovación.
- 5-6 marcas = Suficiente, podría ser mayor.
- 1-4 marcas = Necesita medidas más dinámicas.

de los clientes. Se planteará entonces la cuestión de si éstos quieren darse el trabajo de aprender su nueva función. Las empresas de servicios también tienen que concebir la forma de comunicar los cambios previstos y los beneficios adicionales a que los clientes podrían aspirar si aceptan su nueva función.

Gestionar el rendimiento del personal

Cuando los clientes evalúan la calidad de los servicios, por lo general se centran en el rendimiento del personal (la forma cómo se efectuó la prestación), y no en la oferta de servicios en sí. La dirección de la empresa se ve confrontada entonces al siguiente problema: mientras que la correcta ejecución de las tareas aumenta la satisfacción del cliente, la motivación del personal puede disminuir si tiene el sentimiento de hacer un trabajo rutinario. Las más de las veces, la motivación aumenta en función de la mayor complejidad y discreción que exigen las tareas.

Para mejorar el rendimiento del personal, pueden tomarse medidas como las siguientes:

- Crear círculos de innovación (análogos a los círculos de calidad).
- Dar responsabilidad y atribuciones al personal para resolver problemas en materias que provoquen el descontento de la clientela.
- Modificar el grado de contacto con el público que mantiene cada empleado, alternando las tareas de rutina (administrativas) con las funciones más dinámicas (atención al público).

Movilizar al personal de atención al público en tareas de innovación

Casi siempre es contraproducente que las empresas de servicios separen la investigación y el desarrollo en

departamentos distintos, dada que los estudios sobre innovación comienzan con la evaluación de las necesidades del cliente. De hecho, el personal mejor informado suele ser el que mantiene una relación directa con la clientela.

Tradicionalmente, la «investigación» se ha considerado como una competencia técnica, no comprendida entre las responsabilidades de atención al público. Las empresas de servicios que descuiden el aporte potencial de los empleados de «primera línea» limitan considerablemente sus posibilidades.

Para alentar al personal de atención al público a estudiar las necesidades de la clientela se pueden tomar medidas como las siguientes:

- Pedirle que observe las reacciones de la clientela (positivas o negativas) y las comuniquen en reuniones de trabajo.
- Pedirle que tomen nota de las preguntas más frecuentes recibidas, las analicen y formulen propuestas de mejora del servicio.
- Compartir con los compañeros las cartas de los clientes, y analizar las causas de su satisfacción o descontento.

Relacionar las opciones de innovación con el tipo de servicio

La forma en que los clientes perciben los riesgos es importante. Por ejemplo, escogen algunos servicios principalmente porque les conviene la ubicación del proveedor (la tienda o restaurante más cercano). Es muy improbable que se desplacen a locales distantes, por innovadora que sea la oferta. Por cierto, esto también abre cauce a nuevas innovaciones, como los servicios de tintorería que



recogen y entregan la ropa a domicilio. La compra de servicios más delicados (atención médica, servicios de seguridad) es objeto de un estudio cuidadoso por los clientes, y obedece más a la capacidad de prestación que a cuestiones de comodidad.

Usar las tecnologías de la información

Los nexos entre la tecnología de la información y las telecomunicaciones han revolucionado el sector de los servicios, tanto locales como de exportación. La Internet se usa cada vez más como media de comercialización, búsqueda de asociados, prestación de servicios, coordinación entre el personal, estudios interactivos sobre la clientela, etc. Los médicos especialistas

prestan atención sanitaria directa a comunidades apartadas que casi nadie visita. Las permanencias telefónicas de las empresas de servicios pueden contactarse desde cualquier región del mundo. Otras empresas usan los progresos de la técnica numérica para producir con gran rapidez impresos publicitarios de alta calidad para una clientela local e internacional, a la que envían las matrices por medio del correo electrónico.

Tomado de:

CENTRO DE COMERCIO INTERNACIONAL UNCTAD/OMC, "Gestión del cambio en su organización", Forum de Comercio Internacional, Ginebra, (2), abr.-jun. 2000, p. 26-28



33098

HISTORIA DEL SOPLADO

El PET se convierte en el material más utilizado en detrimento del PVC

Por: Dipl.-Ing Andreas Kandt

® Reproducido con la autorización expresa del editor

INTRODUCCIÓN

Junto con la extrusión y la inyección, el soplado es hoy en día el proceso de conformado de plásticos más importante. Desde sus inicios en el siglo XIX, el soplado ha experimentado numerosos cambios tanto en términos de material como tecnológicos. Actualmente los termoplásticos se han convertido en el material por excelencia y la maquinaria, que ha evolucionado de la mano del grupo alemán Krupp Kautex, permite hoy incrementar la producción y reducir los costes.

Con el desarrollo de los plásticos termoconformados, las técnicas de soplado de vidrio fueron adaptadas a los nuevos materiales.

Una patente de 1851 documenta los tempranos intentos en los que se calentaba caucho y se conformaba contra un molde rasante mediante presión interna. Por aquella época se desconocían los modernos termoplásticos utilizados en el proceso de soplado, y el celuloide y el caucho eran los principales materiales empleados para producir artículos industriales y juguetes.

El desarrollo de las poliolefinas y PVC en los años 30 y 40 dieron a los sopladores de vidrio la idea de fabricar botellas irrompibles. De esta manera el vidrio fue reemplazado por la preforma plástica.

La tecnología para la producción de botellas de plástico se desarrolló rápidamente en Estados Unidos; sin embargo, no fue hasta principios de los 50, cuando se dispuso del primer polietileno soplable (PE). A partir de entonces, los pioneros europeos

comenzaron a considerar el soplado - junto con la inyección - como un método viable de producción de artículos huecos.

En 1935 los hermanos Reinhold y Norbert Hägen fundaron la compañía "Kautex Werke" y desarrollaron la primera sopladora con características tecnológicas todavía presentes en sus sucesoras. Como compañía procesadora de plásticos con maquinaria propia, Kautex Werke hizo rápidos avances en el desarrollo de procesos



Figura 1. Krupp Kautex es especialista en tecnología de soplado

de soplado en las décadas de los 50 y 60; investigando al mismo tiempo el preformado de materias primas plásticas tales como el PP, PE o PVC.

En 1978 las actividades de los ingenieros técnicos de Kautex Werke fueron vendidas al grupo Krupp, desde entonces el recién creado Krupp Kautex ha continuado con estos desarrollos y ha jugado un papel importante en la configuración de la industria de soplado. Como parte integrante del grupo Krupp Kunststofftechnik, Krupp Kautex posee la más amplia cadena de maquinaria procesadora de plásticos del mundo.

Actualmente, los aspectos de diseño juegan un papel decisivo en el exitoso marketing del producto.

Métodos de procesamiento de plásticos

El objetivo de todos los procesos es producir artículos de plástico con el mayor grado posible de libertad en el diseño geométrico. En esto, el soplado es un poco diferente a la inyección, termoconformado, moldeo rotacional y demás procesos competidores. Sin embargo, el moldeo por soplado se ha desarrollado exclusivamente para la producción de moldes huecos, mientras que la mayoría de los otros procesos producen partes planas.



Figura 2. Primera máquina sopladora Kautex

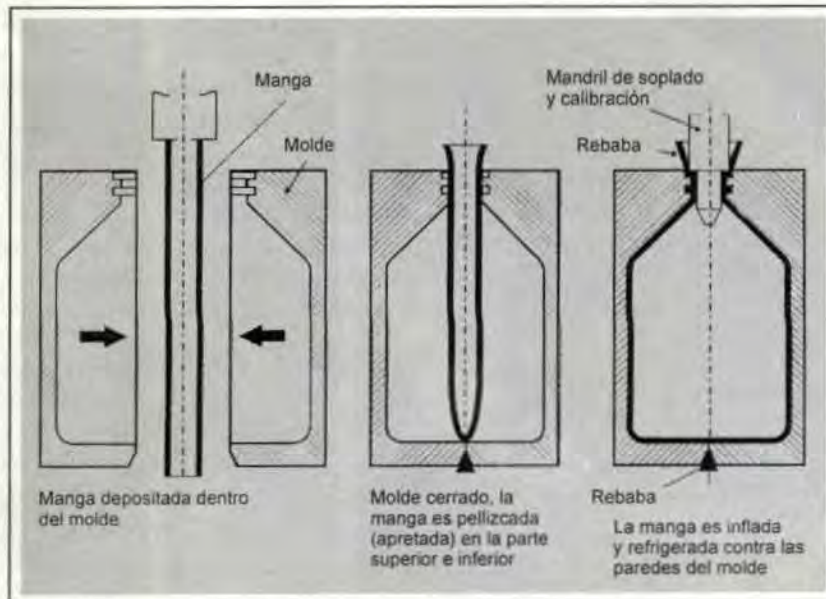


Figura 3. Proceso de extrusión por soplado

En el soplado, el granulado plástico alimenta a una extrusora, en la que se plastifica por un tornillo a alta presión, entonces extruido en la forma de un parison plástico a 200 °C en un molde de soplado, se «sopla» hasta finalizar el artículo. Una vez que la temperatura del artículo soplado se ha reducido lo suficiente mediante la cara interna fría del molde, se puede proceder al desmoldeo sin problema y sin notables deformaciones geométricas. De esta manera el proceso de rebaba en el moldeo puede ser eliminado (dependiendo del grado de automatización de la sopladora).

La principal diferencia entre el soplado y los demás métodos radica en el manejo del parison, un paso en el proceso desde el granulado hasta el producto final, y en el paso posterior, es decir, la expansión del parison al artículo soplado acabado. Mientras que en el moldeo por inyección, por ejemplo, el granulado se funde y se inyecta directamente en un molde cerrado, en el soplado el parison suspendido libremente es depositado en un molde de soplado y, después

de cerrar el molde, se expande por presión de aire. En el termoconformado o conformado al vacío, un área predeterminada del film es conformada por vacío, resultando un molde hueco con capacidad de contrasalida limitada y superficie. En el moldeo rotacional el plástico en polvo se calienta con un alto grado de libertad en un molde giratorio cerrado; sin utilizar presión, la pieza moldeada es conformada con restricciones en la calidad, relativas a la calidad de la superficie y a la precisión en el espesor de la pared.

El soplado en la actualidad

Hoy en día, las operaciones de soplado tienden a ser divididas entre la producción de partes industriales y el envasado de productos. Las partes industriales incluyen piezas moldeadas para aplicaciones automovilísticas tales como depósitos de gasolina, alerones y conductos de aire. Cada vez más, los nuevos procesos 3D están siendo utilizados para producir todos los tipos imaginables de tubos y tuberías para

fluidos de presión y de no presión. La variedad de paneles y elementos de revestimiento para aplicaciones domésticas también se incluye dentro de la categoría de partes industriales, así como los juguetes y piezas moldeadas para aplicaciones médicas. Entre los materiales más comúnmente utilizados figuran las poliolefinas tales como PE, PP y los plásticos técnicos como la poliamida (PA), policarbonato (PC) y los materiales coextruidos.

El amplio abanico de productos de envasado incluye recipientes para la comida e industrias químicas, cosmética y detergentes. Las botellas para la industria de bebida suponen la porción más grande del mercado. En menor volumen se producen los envases como bidones, depósitos calefactados de aceite y recipientes de 1.000 litros para la industria química. El material más utilizado para productos de embalaje y envasado es el polietileno tereftalato (PET) seguido del PE, PP y cada vez en menor grado el PVC. Los materiales coextruidos también son muy empleados en aplicaciones especiales de envasado.

Piezas industriales

Dependiendo de la materia prima

utilizada, las piezas industriales pueden ser producidas por extrusión continua o discontinua. Los materiales de baja viscosidad (PC o PA) son extruidos discontinuamente. Tras el fundido y casi en estado líquido, los materiales de baja viscosidad son recogidos en un acumulador y seguidamente extruidos y dilatados hasta conformar el producto acabado.

La alta viscosidad de materiales tales como PE o PP permite su extrusión de forma continua en el parison, directamente después de la fusión y del procesado. Si el parison rebasa el peso crítico tiene que utilizarse el proceso discontinuo de coste superior.

En este punto se debería observar más detalladamente la producción del depósito de gasolina multi-capas, que se ha convertido en uno de los productos más exitosos de la industria de plásticos. A principio de los años 70, la Oficina de Correos alemana adquirió 500 VW Beetles con depósitos de gasolina fabricados en su totalidad de plástico, lo que reducía su peso a menos de la mitad respecto a los depósitos tradicionales en metal.

Este depósito realizado con lupoleno 4261A fue llevado a cabo por Volkswagen, BASF y Krupp Kautex. En 1973 los depósitos de gasolina de

plástico se utilizaron por primera vez en series de producción de VW Passat. Las inmensas ventajas del proceso de soplado eran obvias:

- Gran libertad de diseño geométrico
- Menor peso que el de metal
- Resistencia a la corrosión
- Aumento de la capacidad del carburante mediante la utilización de cavidades
- Mejora en la seguridad contra explosiones
- Aislamiento acústico excelente
- Baja conductividad de calor.

En contraposición a estas ventajas existía una desventaja patente respecto a los depósitos de metal:

- Permeabilidad del carburante a través de las paredes de plástico.

Tras unas pruebas quedó constatado que se habían filtrado 20 gramos de combustible por las paredes de un depósito de plástico no tratado. Lo que multiplicado por un largo número de vehículos, supone una carga considerable para el medio ambiente.



Figura 4. Artículos realizados mediante la tecnología de soplado



Figura 5. Depósitos de carburante de seis capas

Debido a la creciente conciencia medioambiental y a leyes de países como Estados Unidos, los moldeadores por soplado se vieron forzados a inventar una barrera de hidrocarburo que erradicará la permeabilidad de los depósitos. El resultado fue un depósito de seis capas.

Otra solución a escala industrial fue el proceso de fluorado (la superficie interna es revestida con una mezcla de fluor-gas tras el soplado; la reacción química resultante crea una barrera de gas). No obstante, hasta el momento el proceso de coextrusión de seis capas ha proporcionado las mejores propiedades de permeabilidad.

Envase y embalaje

Probablemente el producto más fabricado en el sector del envasado sea la botella, seguida de botes y bidones. Las botellas de plástico están generalmente sopladas en volúmenes de tres litros, el volumen hasta 30 litros está cubierto por botes y de 30 litros a 220 por bidones. Mientras que las capacidades superiores a los 30 litros se producen normalmente con PE o PP en densidades diferentes dependiendo de la aplicación, las

botellas con capacidades inferiores admiten gran diversidad de materiales, si bien en los últimos años el PET se ha convertido en el material más utilizado. Este material, combinando excelentes propiedades físicas con aspectos estéticos y medioambientales, ha suplantado casi totalmente al PVC.

Sin embargo, un amplio abanico de botellas continúa fabricándose con las clásicas poliolefinas, PE y PP.

PET

El PET es utilizado en su más conocida aplicación -en botellas de Coca Cola y la mayoría de las demás bebidas carbónicas- debido a sus excelentes propiedades que actúan como barrera contra la permeabilidad del CO₂. En vista de las propiedades de procesamiento de los materiales, el proceso de dos fases es empleado en la producción de botellas de PET con altos promedios de producción.

En la primera fase las preformas se moldean por inyección; cuando es requerido, esas preformas se envían a una máquina sopladora (que puede estar en una ubicación completamente diferente) calentada a una temperatura predeterminada (200°C)

y después se expanden hasta formar la botella acabada mediante aire comprimido, similar al soplado convencional. Este moderno proceso de dos fases es adecuado para una producción entre 4.000 y 100.000 botellas por hora.

El proceso de una sola fase está cobrando cada vez más popularidad en la producción de botellas de PET con bajos promedios de producción (de 1.000 a 10.000 botellas por hora). Al igual que en el proceso de dos fases el primer paso es la preforma por inyección; la diferencia es que la preforma es directamente moldeada por soplado en la misma máquina sin recalentamiento previo.

En colaboración con Krupp Corpoplast, Krupp Kautex ha desarrollado un sistema que presentó en la K'98 de Düsseldorf. Kunststofftechnik es la única productora alemana de estas máquinas.

Como es habitual en el sector de maquinaria para plásticos, los principales competidores se encuentran en Italia y Japón.

Poliolefinas

El PE y PP junto con el PVC -que paulatinamente pierde peso- son probablemente los materiales más universales en la fabricación de envases por soplado. Todos los productos huecos realizados por soplado, desde el spray nasal de cinco mililitros hasta los depósitos calefactados de aceite de 10.000 litros pueden producirse empleando la maquinaria de Krupp Kautex. Los niveles de producción más altos se consiguen generalmente utilizando las máquinas multicavidad con el objetivo de minimizar los costes de la máquina por recipiente fabricado. Estas máquinas emplean los métodos descritos anteriormente para procesar



Figura 6. Envases de PET fabricados por el proceso de un solo paso

múltiples pariciones por ciclo. A esta forma de aumentar la capacidad, se le añade un segundo molde con multicavidad que ayuda a duplicar la producción.

Durante los años pasados Krupp Kautex ha desarrollado un amplio abanico de equipos de soplado para todo tipo de aplicaciones concebibles en el extranjero. En el mercado ya hay disponibles máquinas multicavidad que pueden producir 24 recipientes de 1.000 ml por ciclo (dos por doce cavidades), equivalente a un total de producción de casi 8.000 recipientes por hora, dependiendo del peso del artículo.

Diferencias geográficas

Las máquinas sopladoras se han desarrollado de una manera diferente en las distintas regiones y países del mundo. Mientras que Europa se decantó por los modelos de alta tecnología con un nivel superior de automatización y desarrollo de los sistemas servohidráulicos para

movimientos extremadamente rápidos y reproducibles, y toda la tecnología imaginable para disminuir el peso de las piezas sopladas, América orientó su estrategia alrededor de las máquinas sólidas con poca automatización o medición y control tecnológico. Aquí el énfasis se pone en los altos volúmenes de producción y en la simplicidad de operación.

En los últimos años se han establecido pequeñas compañías en Europa del Este y en los estados CIS suministrando una limitada gama de sopladoras de diseño poco sofisticado; los fabricantes asiáticos producen copias creativas de modelos europeos de los años 70 y 80.

Italia se ha convertido en el principal competidor; basado en la inventiva técnica de los ingenieros italianos, este país ahora produce casi tantas sopladoras como Alemania.

Krupp Kautex reúne una variedad de requerimientos de diferentes mercados a través de la presencia local. En China, Krupp Chen fabrica

máquinas sencillas para los mercados chino y asiático. En América del Norte, KPRM produce máquinas adecuadas a sus necesidades.

Sin embargo, todas las sopladoras para el mercado mundial de Europa, África, Australia y Sudamérica se siguen diseñando en Bonn.

Perspectiva

¿Existen tendencias reconocidas en el campo del soplado? En relación a esta cuestión se prevé que continúen los esfuerzos hacia la reducción de costes y el aumento de la automatización.

Las operaciones de acabado manual serán reemplazadas por unidades de producción totalmente automatizadas. En el futuro, incluso las máquinas más complejas podrán manejarse por personal que no esté entrenado. A través de la monitorización centralizada de los datos de producción la responsabilidad operacional y las decisiones estarán en manos de un pequeño grupo de especialistas.

En este ámbito, las unidades de auto-optimización se utilizarán para monitorizar incluso los procesos más complejos. Un menú guiado para la localización y reparación de averías será una característica estándar de las máquinas de soplado, así como el cambio automatizado de los moldes para minimizar los tiempos de reestampación y recortar costes. El objetivo principal en el futuro continuará siendo aumentar al máximo el volumen de producción en tiempos menores sin que interfiera en los índices de calidad.

Tomado de:
Andreas Kandt, "Historia del soplado",
Plast 21, Bilbao, (81), mayo 1999,
p. 66-68.

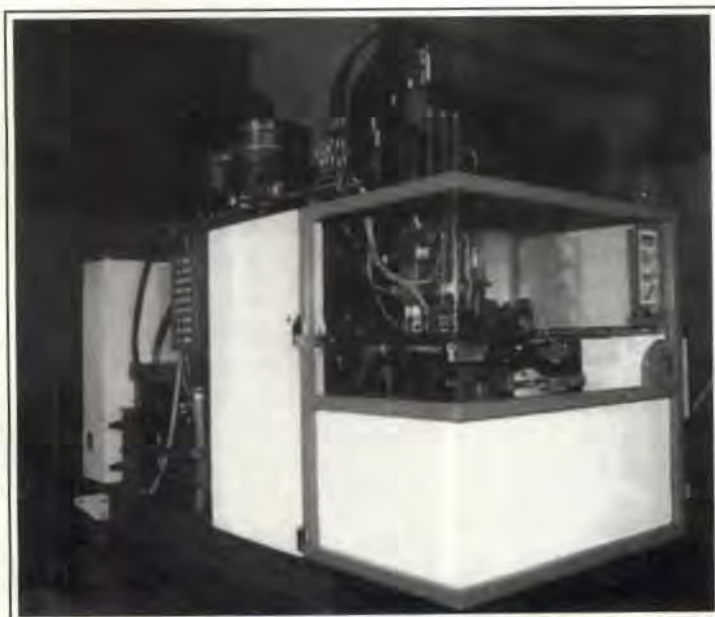


Figura 7. Sopladora KCC, desarrollada y construida en China



**CDT
ASTIN**

**Centro de Desarrollo Tecnológico
y Asistencia Técnica a la Industria**

Calle 52 No. 2Bis-15 Apartado Aéreo 8053
Tels. (2) 447 10 75 - 431 58 55 Fax: (2) 431 5853 - 431 5854
CALI - COLOMBIA

E-Mail: astin@galileo.senavalle.edu.co
senastin@colombianet.net
<http://www.sena-astin.edu.co>