



INFORMADOR TÉCNICO

Tarifa Postal Reducida No. 2009-179-4-72 La Red Postal de Colombia / Vence 31-06-2009

SENA
Regional Valle
en su Centro
Nacional de Asistencia
Técnica a la Industria
ASTIN recibió del Icontec
la Certificación del Sistema de
Gestión de Calidad bajo la Norma
NTC - ISO
9001-2000

ASTIN



Certificado No. SC 5522-1
Certificado No. SC 5522-2
Certificado No. SC 5522-3
Certificado No. SC 5522-4



ISSN 0122-056X • EDICIÓN No. 72 • 2008

www.sena.edu.co - <http://centroastinsena.blogspot.com/>

Sumario

EDITORIAL

- 4** **Aura Elvira Narváez Agudelo**
Subdirectora del Centro Nacional de
Asistencia Técnica a la Industria

TENDENCIAS ORGANIZACIONALES

- 6** **Automatización: Sistemas de
Información Gerencial para la
Producción Industrial IPMIS**
Edwin Téllez Dextre Jara



- 14** **Modelo de Dirección de
Proyectos de I+D en el
Centro ASTIN del SENA**
Aura E. Narváez
Nidia K. Mora
Alejandra Suárez
Esperanza A. Ramos
Luz D. Gómez



INFORMES TÉCNICOS

- 22** **Selección del Mejor
Método de Soldadura
para el Uso en Moldes**
Steven J. Bales



- 27** **Fisuración en Caliente en
la Aleación AA 6261T6**
Edison Jairo Gómez
Harold Belalcázar



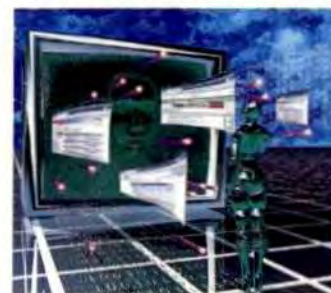
- 32** **Control de Calidad
en la Industria del
Caucho**
Ciro Martínez



INFORME ESPECIAL

- 39** **El SENA - Valle en su
Centro Nacional de
Asistencia Técnica a
la Industria recibió del
ICONTEC la Certificación
del Sistema de Gestión de
Calidad bajo la Norma
NTC - ISO 9001-2000**
Aura E. Narváez Agudelo
Erika J. Álvarez García

TECNOLOGÍA INDUSTRIAL



- 45** **Vigilancia Tecnológica
como Herramienta
en Los Proyectos de
Mejoramiento de la
Competitividad en la
Industria de
Recubrimientos Duro**
Iber James Quiñones

DIFUSIÓN



- 52** **SENA sigue siendo la
entidad más querida por
los Colombianos con el
92.81% de
Favorabilidad**
Irma Chacón Páez

Son muchos los logros que el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA alcanzó durante el 2008. Lo más relevante para la Entidad es ser considerada la más querida por los Colombianos con un 92,81% de favorabilidad de acuerdo con el estudio efectuado por la firma Yanhaas.

El Centro Nacional de Asistencia Técnica a la Industria - ASTIN, se suma a la dinámica de esta magnífica institución, incorporando tecnologías tanto para la gestión, como para la operación de sus diferentes procesos.

Un hito importante fue obtener la certificación del Sistema de Gestión de Calidad bajo la Norma NTC - ISO 9001: 2000 otorgada por ICONTEC, organismo Internacional de Certificación; lo que permite iniciar con la gestión de una plataforma que brindará al Centro ASTIN el desarrollo de un Modelo en Gestión del Conocimiento útil para socializar a los Colombianos como aporte fundamental de la entidad a la productividad, la innovación y competitividad del país.

Toda esta gestión estará sustentada por una amplia formación y actualización del capital humano y los aprendices con el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación TIC's como herramientas claves para incorporar en la cotidianidad de sus actividades laborales, al igual que en las de Formación Profesional Integral reforzando importantes cambios que se vislumbran dentro de la cultura organizacional.

La tendencia organizacional a mejorar continuamente repercute en los servicios que se prestan a la comunidad; teniendo en cuenta la constante evolución de la competencia que se impone en el mundo de cara a la globalización. Por este motivo se implementa la automatización, en la producción industrial, generando

en la presente edición, un artículo que resalta lo fundamental de los procesos industrializados en los sistemas gerenciales.

Sin lugar a dudas actualmente las organizaciones tienden a basar sus estrategias en la Dirección de Proyectos para lograr éxitos en diversos procesos, razón por la cual en esta edición se incluye información de sobre el modelo que se ha diseñado en el Centro ASTIN para ser implementado, evaluado y mejorado con una visión en la ejecución de proyectos de Investigación y Desarrollo (I+D). La ejecución de este modelo se planteó al interior del Centro con el objetivo de obtener excelentes resultados e impacto dentro de las actividades misionales del SENA asociadas a la Formación Profesional Integral, al Emprendimiento a la Innovación y a los Servicios Tecnológicos.

Los Servicios Tecnológicos que presta el Centro ASTIN a la comunidad, permiten que la institución esté en constante contacto con los empresarios manteniendo una retroalimentación de los requerimientos y necesidades de los subsectores. Es así como en esta publicación número setenta y dos, se profundiza en temas sugeridos por estos industriales con los siguientes temas: la selección del mejor método de soldadura para el uso en moldes, seguido con una investigación tecnológica en soldadura sobre la fisuración en caliente en la aleación AA 6261T6. Sin dejar a un lado, lo importante que es el control de calidad en la industria del caucho mediante la realización de pruebas de ensayos físicos de laboratorio; igualmente se mantiene la investigación y desarrollo de tecnologías para las organizaciones por medio del análisis de una vigilancia tecnológica como herramienta en los proyectos de mejoramiento de la competitividad en las industria de recubrimientos duros.



Aura Elvira Narváez Agudelo
Subdirectora del Centro Nacional de
Asistencia Técnica a la Industria

Aura Elvira Narváez Agudelo
Subdirectora del Centro Nacional de
Asistencia Técnica a la Industria

Diplomado

Diseño de Productos



Estrategias, Técnicas y Herramientas

Contenidos

- El diseño como estrategia competitiva
- Los procesos de diseño en las empresas
- Identificación de productos para la empresa
- Herramientas aplicadas al desarrollo de productos
- Diseño del producto
- Pensamiento productivo
- Procesos de calidad en el diseño



Perfil del Participante

- Técnicos, Tecnólogos ó Ingenieros que tengan participación en el diseño de producto dentro de empresas del sector de plásticos y metal-mecánica.

Duración

- 120 horas comprendidas por trabajo presencial y autónomo.

Requisitos de Ingreso

- Tener manejo de alguna herramienta tipo CAD de modelado paramétrico (Solid Edge, Solid Works).
- Manejo de informática básica (Internet, office, Windows).
- Haber participado en el diseño, desarrollo y/o producción de productos en su empresa.



Mayor Información:

ASTIN

Calle 52 N° 2 Bis - 15
Tel. 4315800 Ext. 22694
4315850
Fax: 4471075
e-mail: astin@sena.edu.co

SENA: Conocimiento para Todos los Colombianos

AUTOMATIZACIÓN



Resumen

En el desarrollo de este artículo se profundiza la propuesta de la Automatización de Sistemas de Información Gerenciales como una herramienta de inteligencia competitiva para las empresas. Es importante incorporar conceptos, modelos, sistemas y tendencias tecnológicas que orienten a la construcción de un nuevo paradigma para las empresas basadas en la economía del conocimiento, lo que obliga a una solución de "problemas complejos" mediante la gestión tecnológica de sistemas automatizados.

Palabras Claves:

Automatización Industrial, Inteligencia Competitiva, Economía del Conocimiento, Gestión tecnológica,

Competitividad, Sistemas de Información Gerencial, IPMIS¹.

Abstract

In the present article, a special emphasis is put on the proposal of Management Information Systems Automation as a Competitive Intelligence tool for organizations. It is important to incorporate concepts, models, systems and technological trends leading to the creation of a new paradigm useful for those companies based upon knowledge economy. This moves organizations to give a solution to "complex problems" through technological management of automated systems.

Keywords:

Competitive Intelligence, Knowledge

¹Del inglés Industrial Production Management Information System



Información la Producción

Edwin Téllez Dextre Jara

Laboratorio de Automatización para la

Productividad Industrial

Profesor de la Facultad de Ingeniería Química y Textil

Universidad Nacional de Ingeniería, Lima • Perú

Economy, Technological Management, Competitiveness, Management Information Systems Automation, MIG.

Introducción

En el actual escenario global, las empresas e instituciones deben ser altamente competitivas para enfrentar con éxito el desafío de los mercados mundiales. El nuevo marco económico, institucional y jurídico derivado del modelo prevaleciente en Perú desde inicios de esta década ha revalorado la innovación y el conocimiento como fuente de ventajas competitivas.

¿Cómo ser competitivos y tener alta productividad territorial?

Existen numerosos estudios sobre competitividad en diferentes lugares, pero es necesario enfrentar los siguientes desafíos:

- a) Planificar las actividades a largo plazo utilizando herramientas de prospectiva tecnológica.
- b) Potenciar el intangible y más valioso recurso para las organizaciones: el capital humano.
- c) Incrementar los niveles de producción y de calidad: con el desarrollo, la productividad y fortalecer su acumulación.

En torno a tales desafíos, surge la automatización industrial como una herramienta primordial para una gestión eficiente en las empresas.

Es vital resaltar que la sociedad

moderna se encuentra inmersa en la información y las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), lo cual representa una influencia gravitante para la construcción de los Sistemas de Automatización Industrial, partiendo de este hecho es posible entonces pensar de manera estratégica.

Esto significa que todo proyecto de automatización debe estar sustentado en un Sistema de Información Gerencial que se estructure dentro del marco del Plan Estratégico de la organización que integre de un lado, las actividades productivas, basadas en información de planta, (monitoreadas por instrumentos) y las actividades administrativas de gestión fundamentadas en información documentaria.

Por otra parte, el empresario y el capital humano que laboran en la empresa, requieren una actitud de cambio, es decir, romper esquemas, paradigmas y comportamientos obsoletos.

¿Para qué un Sistema de Información Gerencial (SIG)?

Hasta ahora no hay acuerdo entre los diferentes autores respecto a la definición de un SIG (o MIS de la siglas en Inglés). Un Sistema

de Información Gerencial (SIG) es importante para el apoyo en las operaciones, la administración, el análisis, las funciones y las transacciones para el proceso de toma de decisiones en las organizaciones con una visión a futuro. Igualmente, es útil para suministrar información interna y externa; al establecerse un sistema integrado usuario-máquina, los administradores pueden monitorear y controlar los procesos en tiempo real en los equipos y plantas piloto existentes.

En esta década, el proceso de automatización ha recibido con toda intensidad y éxito, el impacto del desarrollo informático; aunque el auge de los sistemas digitales de control no obedece a una moda, sino a los excelentes resultados económicos, de calidad y de seguridad que proporcionan.

Años atrás, la implementación de conceptos informáticos en sistemas de control generaba escepticismo y se asociaba principalmente a un concepto de *marketing*. Con el paso del tiempo, el concepto de sistema abierto de control fue cobrando vigor, particularmente en la medida en que se fueron incorporando nuevas tecnologías.

Actualmente, las grandes compañías fabricantes de Sistemas de Control han reconocido el valor de este concepto y están en el proceso de integrar tecnologías abiertas en el diseño de sus sistemas.

Estas tecnologías incluyen bases de datos relacionales, sistemas operativos abiertos, Intranet/Internet, modelos de simulación, minería de datos y sistemas de

inteligencia artificial, entre otros.

A la vez, se puede observar cómo los Departamentos de Ingeniería de las empresas relacionadas con el control automático convocaron personal no sólo con experiencia en instrumentación y control, sino también especialistas en TIC's para encargarlos del manejo de UNIX, Windows NT, TCP/IP, implementación de redes, Softwiring, GPS, GIS, etc.

Esta tendencia muestra el creciente interés en vincular Sistemas de Control y Sistemas Administrativos para asegurar un flujo continuo de información entre uno y otro.

¿Por qué es importante ligar las funciones de una empresa?

Desde una perspectiva simplificada en cualquier negocio hay tres funciones principales: fabricar productos, venderlos inteligentemente (servicio de post-venta) y observar si se generan ganancias. Los diseñadores de SIG-PI analizaron estos puntos y desarrollaron una interfase basada en ingeniería, producción e ingreso de órdenes de compra.

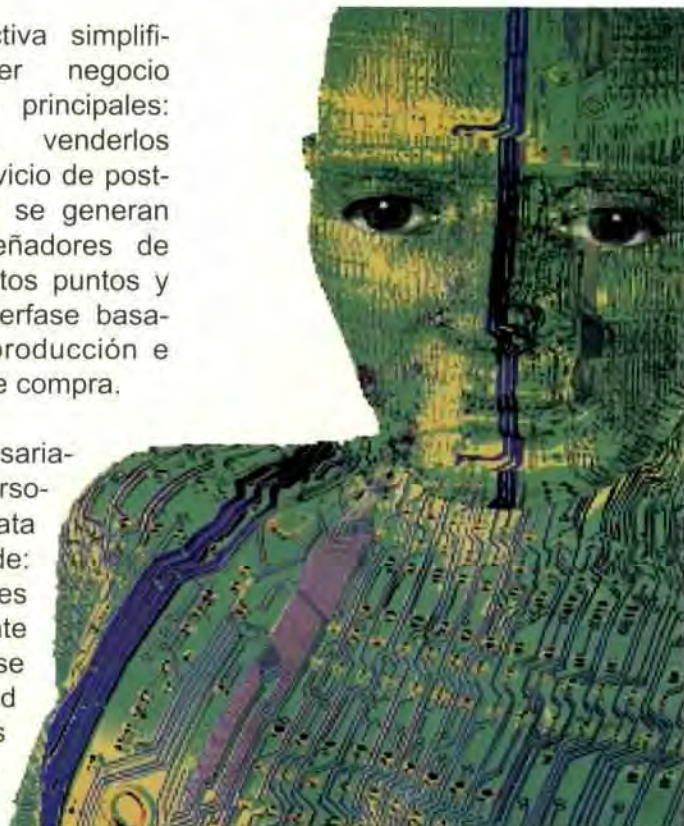
Este proceso necesariamente involucra al personal; de eso se trata la era informática de: tomar más y mejores decisiones en el frente de trabajo a la vez que se desarrolla la capacidad de adaptarse a las necesidades de los clientes con costos

cada vez más bajos, gracias a la eliminación de la burocracia y gastos generales, todo esto con un enfoque competitivo.

¿Qué es Automatización?

Automatizar en la actualidad conlleva una connotación filosófica porque involucra la visión empresarial del grupo humano (*stakeholders*) que orienta a la empresa con una visión a futuro.

En general, consiste en disminuir la intervención humana en la ejecución de secuencias o procesos industriales. Sobre todo se aplica en tareas rutinarias o monótonas, que implican riesgo a la vida y en otras de considerable probabilidad de ocurrencia de fallas.



En este campo se han desarrollado técnicas denominadas **técnicas de automatización**, cuyo objetivo es mejorar las condiciones de trabajo, haciéndolo más productivo y eficiente; sin embargo, alcanzar dichos objetivos no representa plena garantía de obtener una mayor rentabilidad.

El término **automatización** abarca un amplio campo de actividades orientadas a mejorar la calidad, productividad, competitividad y a disminuir el riesgo industrial.

La automatización también es denominada tecnología "dura" en cualquier proceso de gestión de calidad. Muchos confunden automatización con mecanización, que consiste en manufacturar las funciones manuales mediante el diseño de una máquina apropiada o un aparato robótico. Los humanos toman decisiones sobre cómo aplicar la tecnología mecanizada.

Por estas razones se considera que la automatización hoy en día es una herramienta de inteligencia para la empresa y es necesario abordarla con un informe estratégico como el IPMIS (Sistema de Información Gerencial para la Producción Industrial) o SIG-PI (Figura 1).

La Visión de la Empresa

La visión de la empresa es el enunciado permanente que comunica los fundamentos de la organización en términos del propósito corporativo; el alcance del negocio y el liderazgo competitivo; esto proporciona a las organizaciones un marco referencial que regula sus relaciones con

Figura 1. Estrategias para abordar la Automatización

Sistema de Información Gerencial para la Producción Industrial

1. Conocimiento del Negocio:
Definir cuál es el negocio.
2. Prospectiva Tecnológica: Escenario
Futurista del negocio.
3. Diseñar un Plan Estratégico:
Misión del Negocio
Visión del Negocio
Objetivos Generales y Específicos
Imagen y Comunicación
4. Diseño del Modelo del SIG
5. Plan Maestro de la Tecnología de Información.
Plan Maestro del Sistema de Cómputo
Objetivos del Plan Maestro
Redes del Sistema de Cómputo
Sistema Total de Redes
6. Uso de la Información

Pensamiento Estratégico



los principales accionistas para trazar los objetivos globales del desempeño organizacional.

Los principales componentes de la visión de una empresa son: La misión, segmentación del negocio (identificación de las unidades de negocio), la estrategia horizontal y la integración vertical (interacciones de las unidades estratégicas de negocios), la filosofía corporativa y temas estratégicos especiales.

Como parte integral de este primer paso del proceso de planeación estratégica, se deben considerar la infraestructura administrativa, la cultura corporativa y el manejo del personal clave.

La misión de la empresa representa un enunciado del producto, mercado y ámbito geográfico actual proyectado al futuro. Igualmente, se

constituye en alcanzar el liderazgo competitivo, identificando las diferentes unidades estratégicas de negocios.

La piedra angular del proceso de planeación estratégica es la segmentación de las actividades de la empresa en términos de Unidades de Negocios (*SBU's*, *Strategic Business Units*). Una SBU es una unidad de operación o un enfoque de planeación que vende un conjunto singular de productos o servicios a un grupo objetivo de clientes en competencia con un conjunto de competidores definidos. La SBU representa el nivel de análisis donde se concentra la mayor parte del esfuerzo de la planeación estratégica.

¿Qué es un SIG?

Un SIG es un Sistema de Información Gerencial definido como un conjunto de componentes interrelacionados que permiten capturar, procesar, alimentar y distribuir la información para apoyar el proceso de toma de decisiones y el control en una organización.

Modelos para la Integración de Sistemas de Control y Sistemas Administrativos

Es importante aclarar que el proceso de automatización de la producción surge en el marco del control automático aplicado sobre aspectos de las organizaciones, como la autorregulación del trabajo de oficina. Hacia los años 70, a medida que se fueron difundiendo los Sistemas Digitales de Control de Procesos, surgió la idea de interconectar los Sistemas Administrativos y de Control.

Los proyectos que tenían como objetivo esta interconexión fueron incorporados en lo que actualmente se conoce como CIM (*Computer Integrated Manufacturing* - Manufactura Integrada por Computadora).

Inicialmente se consideró que se trataba de salvar un problema de conectividad. Interfaces normalizadas como la RS-232 (interfaz para el intercambio de datos binarios) resolvieron esta barrera, pero no produjeron resultados esperados. Pese a las importantes inversiones que se hicieron, en general los resultados fueron pobres.

Actualmente se considera que esto se debió a una errónea evaluación sobre la magnitud del problema, al

identificar cuatro barreras que se cruzan en la implementación del CIM (Manufactura Integrada por Computadora); de las cuales, la conectividad es la primera de las 4 etapas:

1. Conectividad.
2. Comunicación.
3. Información.
4. Aplicación.

Al analizar la CIM (Figura 2) y experimentar en los cuatro segmentos, se establecen condiciones tecnológicas para obtener beneficios en esta implementación, aunque es indispensable tener en cuenta el proceso de adaptación y capacitación del talento humano. El análisis de estas barreras tecnológicas se simplifica al emplear Modelos de Automatización, centrados en aspectos conceptuales de la integración como son los objetivos de las mismas o los recursos que exigen.

El Modelo de Foxboro

El modelo de Automatización de Foxboro Co. representa la fusión entre Sistemas Administrativos y Sistemas Industriales Abiertos.

En cuanto al componente de hardware, fue desarrollado a mediados de los años 80 con el fin de poder transmitir a la industria el

concepto de OIS (Open Industrial System), desarrollado por Foxboro al crear su sistema de control I/A Series. Básicamente, el modelo incluye 2 pirámides (una de ellas invertida), que representan la relación entre Sistemas Administrativos y Sistemas de Control de Procesos.

El dominio de tiempo real representa las funciones de fabricación de productos, cuya urgencia de ejecución está asociada al proceso de producción. En esta instancia, bien se pueden incluir no sólo el control del proceso, sino además los sistemas de paro de emergencia, actividades de mantenimiento y programación de producción, etc.

Este modelo se divide a su vez en tres áreas: sensores, actuadores de campo, sistemas de control, administración y producción. El patron transaccional representa funciones cuya ejecución está asociada a actividades humanas, que se divide en dos áreas, a saber:

Área de administración, operaciones y Área de administración del negocio. La primera incluye tareas operativas rutinarias, como el pago de sueldos, administración de compras y ventas, etc.

La segunda involucra aquellas tareas que permiten definir la orientación del negocio, como una unidad usualmente asociada a

Figura 2. Sistema de Información Gerencia

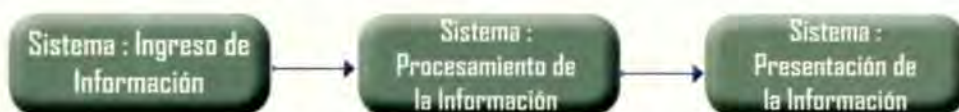
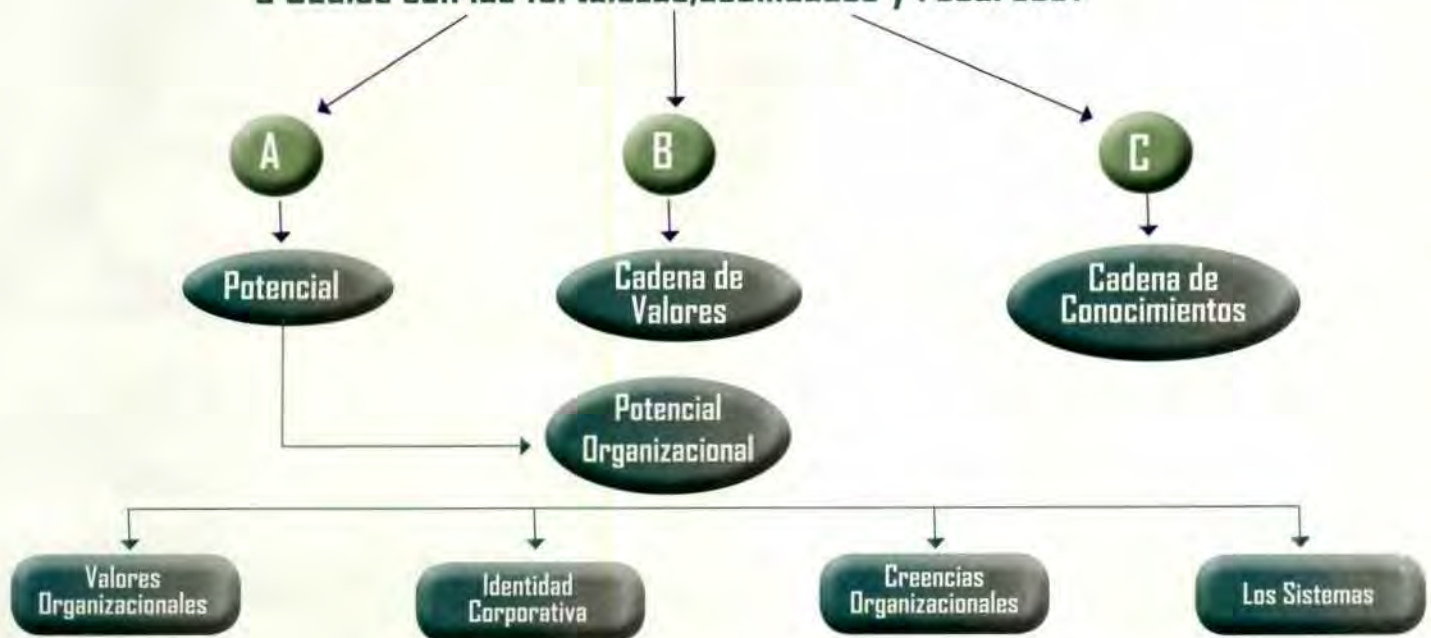


Figura 3. Diagnóstico interno del negocio
¿Cuáles son las fortalezas, debilidades y recursos?



niveles gerenciales.

La funcionalidad que ofrecían los Sistemas de Control Distribuido (DCS, *Distributed Control Systems*) en la década de los 80 era muy buena, aunque costosa.

Físicamente se puede materializar esta época por medio de un DCS que cubra la funcionalidad mencionada y un computador central (muchas veces denominado *host computer*) que sustenta los requerimientos del área de administración.

Hasta mediados y finales de los 80, ambos sistemas eran esencialmente propietarios. Desde entonces el modelo evoluciona básicamente por dos hechos: El desarrollo de los Sistemas Abiertos en el área administrativa y el reflejo de este proceso en los sistemas de control por medio de la aparición de los OIS.

Esta evolución facilita la fusión

de ambos sistemas en un único sistema de información que permite una visión global del negocio.

Físicamente se pueden identificar entonces los sistemas de control como un recurso informático más de la empresa, absolutamente integrado con los sistemas administrativos (Figura 3).

El Modelo de Gartner Group

Gartner Group desarrolló un modelo en el que divide al CIM en cuatro componentes:

a) Planificación de los recursos de la empresa (*Enterprise Resource Planning*, ERP), b) La administración del proceso de fabricación en la planta (*Manufacturing Operation Management*, MOM), c) El Sistema de Control OIS. d) La planificación e ingeniería asistida por computadora (*Computer Assisted Planning and Engineering*,

CAPE).

El Sistema de Administración de Operaciones de Fabricación MOM (2) se define como un sistema proactivo utilizado por el personal de la planta con el objetivo de mantener un balance en tiempo real entre los siete agentes de fabricación que son:

● Órdenes de Fabricación:

Administración de recetas, estado de trabajos, especificaciones técnicas.

● **Operaciones:** Instrucciones y avisos para los operadores, no sólo alarmas, sino también actividades programadas como la toma de muestras para laboratorio e inspecciones.

● **Materiales:** Incluye la trazabilidad de lotes e inventarios de material en producción.

● **Equipos:** Cubre el inventario de máquinas, herramientas y mantenimiento predictivo y correctivo.

● **Mano de obra:** Adicionalmente a las actuales tareas de administración y de asistencia de personal, se agrega la administración de equipos de trabajo y el inventario de la capacidad del personal que integra la compañía.

● **Calidad:** Incluye la predicción de problemas de calidad, la aplicación de técnicas de control estadístico y la administración de los procesos bajo la norma ISO 9000.

● **Medio Ambiente, Salud y Regulaciones:** Relacionado con el cumplimiento de regulaciones. En este sentido, con la emisión de los correspondientes reportes.

Gartner Group se identifica como uno de los grandes desafíos del MOM la brecha que presenta entre los otros tres (3) integrantes del CIM; se refiere a los siguientes aspectos:

→ La falta de interés que ha despertado la automatización.

→ El Insuficiente o nulo grado de automatización que actualmente tienen.

→ El escaso nivel de conocimientos disponible para la automatización.

Esta situación se está modificando debido a la presión ejercida por parte de los clientes. Antes era posible solicitarle a un cliente que

llamara luego para ser atendido en sus requerimientos por un especialista (bien sea una orden de compra, o la entrega de un producto).

Hoy, los clientes usualmente no aceptan este tipo de respuesta, exigen soluciones inmediatas y primordialmente que sean acordes a sus exigencias. Se hace imprescindible, entonces brindar soluciones inmediatas a los requerimientos de los clientes.

La necesidad de implementar el MOM resulta indispensable; de lo contrario, no se contará con la prioridad o la urgencia requerida para una implementación exitosa.

Un aspecto clave para los gerentes es lograr crear necesidades antes que la competencia lo haga.

¿Quiénes proveerán soluciones de MOM?

La implementación de soluciones tipo *Manufacturing Operation Management* (MOM) implica desarrollos específicos para cada cliente, con escasez o limitación de productos. Por otra parte, estos productos cubren una cantidad relativamente pequeña de las funciones requeridas por lo general, estas soluciones son costosas.

En el futuro se identifican tres



proveedores potenciales, cada uno con una probabilidad del treinta (30%) para alcanzar una posición exitosa. El primer grupo son los actuales proveedores de las primeras soluciones de MOM, como *Consilium*, *Biles* o *Set Point*. Los otros dos grupos comprenden, respectivamente, a los proveedores de OIS y ERP. Ambos buscan nuevas oportunidades de negocios y miran con interés la evolución del mercado de MOM.

Proveedores de sistemas ERP como SAP o SSA están incluidos en esta categoría. Del lado de los OIS, tanto *Foxboro* como *ABB* mencionaron indirectamente la posibilidad de entrar en este negocio. Para *Foxboro* es una continuidad natural de sus actuales planes (Fuente: Gartner Group). Un aspecto adicional a considerar es la implementación de soluciones MOM en diferentes industrias de procesos discretos que se dedican a procesos continuos. Por lo tanto, pueden existir líderes distintos para uno o para otro mercado.

Pasos para implementar la Integración entre *Sistemas de Control* y *Sistemas Administrativos*: ARC recomienda que el proceso de implementación se lleve a cabo considerando tanto factores tecnológicos como humanos, según se muestra en los siguientes pasos:

1. Fusión de diferentes culturas:

Integrar las diferentes culturas en la compañía, capacitando al personal de ventas, administración e ingeniería sobre los roles y los beneficios de trabajar en equipo.

2. Desarrollar una arquitectura de sistema abierto:

Una empresa dinámica debe estar basada en una arquitectura tecnológica que promueva el intercambio de información entre el capital humano.

3. Instalar una red de información que cubra la empresa

4. Adoptar arquitecturas cliente-servidor

5. Comprar soluciones abiertas

6. Encontrar el más adecuado "socio" (partner):

Las nuevas tecnologías son complejas y cambian rápidamente como para que una compañía de producción intente implementarlas por su cuenta. Se recomienda integrar a un socio en este proceso, que entienda sus necesidades, objetivos y que tenga la capacidad y experiencia para ayudarlo a obtener sus objetivos.

Conclusión

Las Herramientas de Inteligencia Competitiva para las empresas existen muchas, pero en el desarrollo de este documento se presenta una que está tomando cada vez mayor fuerza y es la Automatización Industrial. Con ella es posible identificar paradigmas basados en la economía del conocimiento, ya que incorpora modelos, conceptos y tendencias tecnológicas que permiten la solución de problemas complejos.

Se aprecia también la relación de los Sistemas de Información Gerencial como una herramienta de Prospectiva Tecnológica al integrar las operaciones de la empresa y la administración con la toma de decisiones y una visión al futuro.

Referencias

Asociación Argentina de Control Automático (AADECA). Automatización de Procesos e Informática: Su interrelación y su impacto en la industria y su gente.

Cuadernos Profesionales AADECA. 1996, Vol. 4, no. 10. 43p.



LA RED POSTAL DE COLOMBIA

www.4-72.com.co

▶ Línea de Atención al Cliente Nacional 01 8000 111210 ◀



LA RED POSTAL DE COLOMBIA

Modelo de Dirección de Proyectos de I+D en el Centro ASTIN del SENA

AURA ELVIRA NARVÁEZ AGUDELO
SUBDIRECTORA CENTRO ASTIN

NIDIA KARINA MORA LONDOÑO
ADMINISTRADORA DE EMPRESAS - CENTRO ASTIN

ALEJANDRA SUÁREZ RAMÍREZ
ING. MECÁNICA - CENTRO ASTIN

LUZ DARY GÓMEZ MOLINA
ING. AGROINDUSTRIAL - CENTRO ASTIN

ESPERANZA ADRIANA RAMOS RODRÍGUEZ
DIRECTORA REGIONAL SENA - VALLE



Resumen

Las organizaciones concebidas como entes dinámicos, son influenciadas y afectadas fuertemente por el entorno, se caracterizan por manejar altos riesgos durante toda su existencia; riesgos que sólo pueden ser minimizados según la manera de dirigir, administrar y gestionar los recursos; lo anterior es un reflejo de una mínima expresión: "La toma de decisiones."

Hasta la fecha son varios los enfoques administrativos que han surgido para las organizaciones, que sirven como guía y apoyo para enfrentar los retos y cambios del mercado. En este artículo se describe un modelo de dirección de proyectos de I+D formulado en el Centro Nacional de Asistencia Técnica a la Industria ASTIN dentro del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) en Colombia.

Palabras Claves: Modelo de Dirección de Proyectos de I+D, Gestión de Proyectos, Propiedad Intelectual.

Abstract

Organizations conceived as dynamic entities, strongly influenced and affected by environment, are used to manage high risks all over their existence. Those risks can only be reduced according to the style of directing, administering and managing resources. This is reflected in a very simple term, "decision making".

Up to date, several managerial approaches have emerged as guidelines and support for organizations to handle and face challenges and market changes. The present article describes an R&D Project Direction Model, formulated at Centro de Desarrollo Tecnológico y Asistencia Técnica a la Industria (Technological Development and Technical Assistance to Industry Center) ASTIN, inside Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA (National Apprenticeship Service), in Colombia.

Key words: Project Management Models, R& D, Project Management Intellectual Property

Introducción

El SENA es una entidad que imparte Formación Profesional Integral para incorporar a las personas en actividades productivas, que aporten al desarrollo social, económico y tecnológico del país. Así mismo, brinda mediante los diversos Centros de Formación Profesional, servicios de capacitación para el recurso humano vinculado a las empresas y para aquellos que por primera vez se van a integrar en el mercado laboral, con fortalezas que ofrece la institución como la información, orientación para el empleo y además apoya e impulsa proyectos productivos de innovación y desarrollo tecnológico.

El Centro Nacional de Asistencia Técnica a la Industria ASTIN, fue creado en 1975 y está ubicado en el departamento del Valle del Cauca. El ASTIN se especializa en las tecnologías de Diseño y Desarrollo de Productos, Materiales y Procesos de Transformación para el subsector Metalmecánico, Plástico, Caucho y Fibras Sintéticas.

Se fundamenta en los modelos de Dirección de Proyectos, en el desarrollo de la investigación aplicada, los servicios tecnológicos, especialmente los de asistencia técnica y los de Formación Profesional, basándose en el uso de metodologías activas de aprendizaje como la Formación por Proyectos.

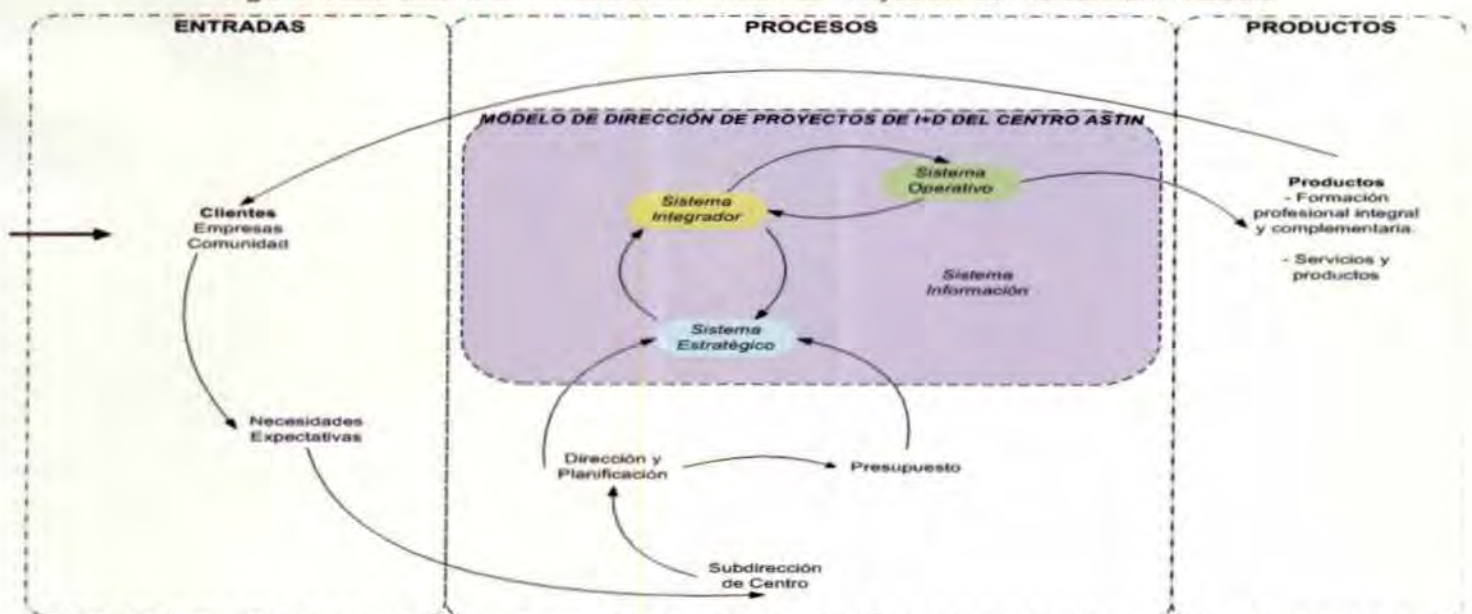
Se requieren especiales capacidades para la dirección, gestión, y administración de los recursos. Bajo el esquema gerencial por proyectos; el Centro Nacional ASTIN determinó la necesidad de contar con un modelo adecuado para gestionar el conocimiento y movilizar la información relacionada con todos los proyectos, evitando de esta manera que se perpetúen dinámicas lentas de transferencia de los diferentes resultados que se obtienen.

Además, encuentra en la aplicación de un modelo de dirección de proyectos la oportunidad de mejorar los procesos productivos, logrando una mayor agilidad, flexibilidad, pertinencia y oportunidad en el desarrollo de las actividades especializadas.

El modelo de Dirección de proyectos de I+D establecido en el ASTIN apoyado por los planteamientos del PMI (Project Management Institute) y el P2M (Modelo Japonés de dirección de proyectos), está orientado al cumplimiento de la misión institucional, la creación y socialización del conocimiento con valor en innovación y desarrollo tecnológico, además de la protección de propiedad intelectual (PI) sobre los resultados obtenidos como una manera de generar innovación y apropiarse de la información y el conocimiento existente.

Es importante mencionar que a la estructura del modelo es incorporado en un banco de proyectos, con el fin de promover una mayor dinámica en la dirección de los mismos (Figura 1).

Figura 1. Estructura del Modelo de Dirección de Proyectos de I+D del ASTIN 2008



El modelo trabaja sobre conceptos de: alcance, recurso humano, planificación, riesgo, verificación, validación y sistema de información, bajo la estructura de cuatro sistemas y dos unidades adicionales.

Sistemas:

- Estratégico
- Integrador
- Operativo
- De información

Unidades Adicionales:

- Marco de Referencia
- Fuentes de Apoyo

Los proyectos se desarrollan a partir de 7 procesos.

- a) Diagnóstico
- b) Propuesta
- c) Planeación
- d) Ejecución
- e) Control y Supervisión
- f) Documentación y Transferencia
- g) Cierre

Estructura del modelo de gestión de proyectos de I+D

Sistema Estratégico: Su objetivo principal es definir las directrices, lineamientos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico que rige el modelo.

Mediante el establecimiento de políticas de aprobación de las metodologías utilizadas, este sistema evalúa, ajusta el modelo y finalmente es quien decide la ejecución y financiación de los proyectos.

Cabe resaltar que para desarrollar este sistema debe existir claridad sobre la misión y el Core Business de la organización, al igual que la estrategia que se enfoca para el logro del objetivo. Los que conforman este sistema son principalmente los directivos de la organización (Figura 2).

Sistema Integrador: Transfiere y asimila las políticas y directrices emitidas por el sistema anterior con los demás procesos. Este administra, controla, evalúa y efectúa un seguimiento a nivel general del modelo, también a los proyectos de forma individual, incluyendo el cierre, por medio del banco de proyectos. Igualmente, revisa la pertinencia de los procedimientos, instructivos, guías y metodologías necesarios para la ejecución de los proyectos (Figura 3).

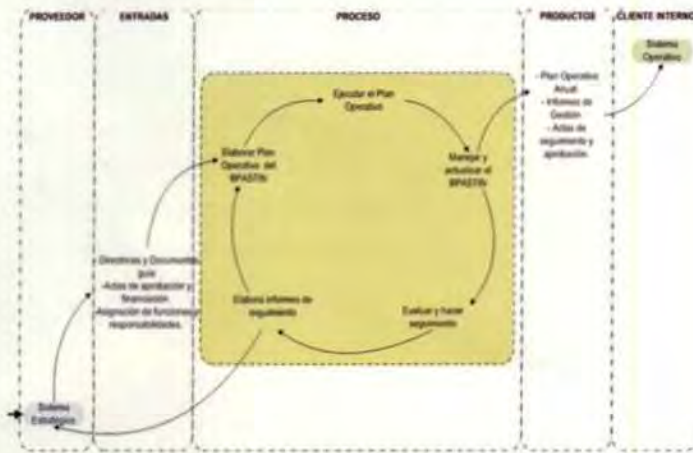
Sistema Operativo: En éste se describen las actividades que deben realizar los responsables en la formulación, presentación, planificación y ejecución de los proyectos (Figura 4).

Sistema de Información: Opera de manera transversal, es importante mencionar que este proceso permite y apoya la generación del conocimiento, asegurando que se consigne todo el Know How adquirido por las personas durante la ejecución de los proyectos; al mismo tiempo, permite obtener de manera confiable y oportuna la información requerida

Figura 2. Sistema Estratégico



Figura 3. Sistema Integrador



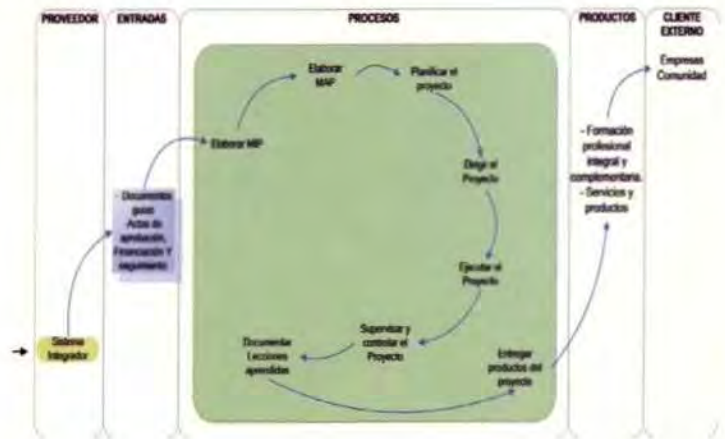
por cualquier consultor, claro está, bajo unos criterios establecidos en el sistema integrador. Además, contribuye a la toma de decisiones, ejecuta el seguimiento y control de los proyectos (Figura 5).

Marco de Referencia: Conformado por las leyes, normas, resoluciones y políticas externas – gubernamentales, ministerios - y las internas –propias de cada organización-. Es el que delimita el funcionamiento del modelo.

Fuentes de Apoyo: Constituido por las áreas de la organización que apoyan de manera indirecta la ejecución de los proyectos, por ejemplo: El Sistema de Gestión de Calidad, el área administrativa y la de gestión humana.

Procesos Básicos para la Ejecución de Proyectos:

Figura 4. Sistema Operativo



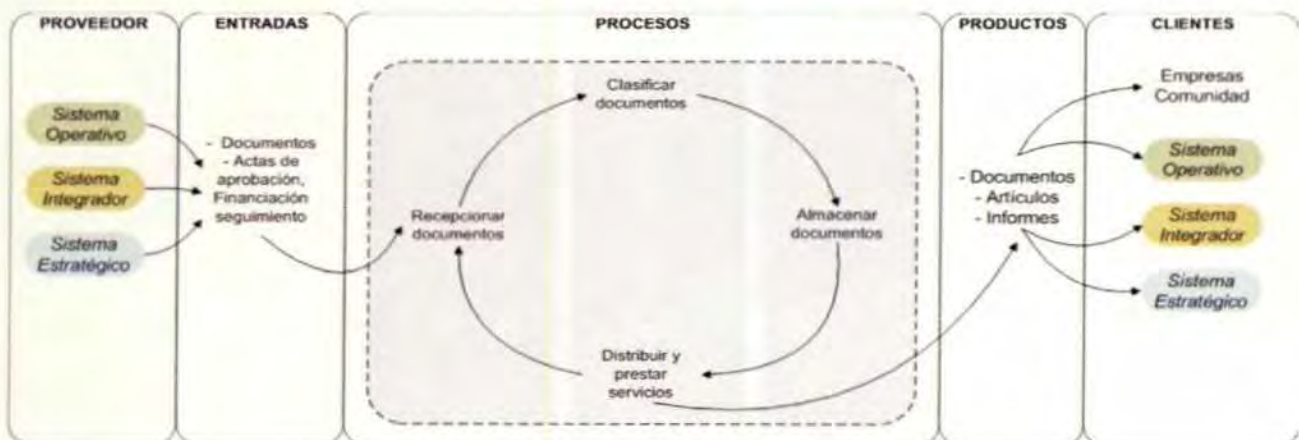
a) **Diagnóstico:** El proceso de ejecución de un proyecto comienza con la elaboración del documento Memoria de Identificación del Problema (MIP), el cual contiene:

- **Identificación del Problema:** Se realiza una descripción del problema, definiendo el asunto y elaborando un análisis con los involucrados.

- **Análisis del Problema:** Se analizan causas y efectos del problema, con la identificación de un árbol del problema y describiendo la finalidad que argumenta una justificación; simultáneamente, se determinan los requerimientos de los involucrados, estableciendo restricciones, supuestos y riesgos.

b) **Propuesta:** Se registran todas las actividades y esfuerzos para llevar a cabo un proyecto; igualmente,

Figura 5 Sistema de Información



se conforma la evidencia formalmente con todo lo requerido para que exista un acuerdo claro. Esto, mediante la elaboración de la Memoria de Aprobación del Proyecto (MAP), conformado por:

● **Alcance:**

Se establecen y definen los resultados esperados, mencionando la finalidad, el objetivo y los productos.

● **Metodología:**

Descripción de la forma cómo se efectuará el proyecto.

● **Estructura de Desagregación Conceptual del Trabajo (EDT):** Provee las bases para definir el trabajo mediante la descomposición orientada por entregables bajo un esquema jerárquico que permite establecer la estructura para el seguimiento y control del proyecto.

● **Programa de Hitos:** Eventos claramente verificables; no reflejan o aportan información de la interdependencia entre las actividades. Estos son identificados al iniciar y finalizar el programa de los entregables.

● **Presupuesto de Inversión:** Es un plan que integra y coordina los recursos que son parte del proyecto. Se debe considerar la mayor cantidad de costos - directos e indirectos - en los que pueda incurrir el proyecto.

● **Evaluación:** Se efectúa una valoración de la propuesta del proyecto, posteriormente se realiza un análisis de la situación actual frente a los resultados o beneficios.

● **Análisis de Supuestos y Riesgos Asociados a los Objetivos y Entregables:**

El Análisis abarca y describe la importancia de los involucrados y su participación con los supuestos y riesgos establecidos en relación directa al cumplimiento de los entregables.

c) **Planificación:** Comprende la parte más relevante de los proyectos, ya que depende del buen desarrollo del mismo, cuando se esté ejecutando. Está integrado por diversos planes como: alcance, tiempo, costos, recurso humano, Sistemas de Información, comunicaciones, calidad, riesgo, adquisiciones y valor.

El cumplimiento de este proceso se realiza teniendo en cuenta las guías y metodologías establecidas.

d) **Ejecución:** De acuerdo con la planificación, comprende el desarrollo del proyecto.

e) **Control y Supervisión:** Este proceso va ceñido al plan de calidad que contiene el método de verificación y validación.





Este proceso se basa en las guías y metodologías establecidas.

f) Documentación y Transferencia: Consiste en dejar por escrito las causas, raíces y el razonamiento subyacente a todas las acciones elegidas, permitiendo efectuar la transferencia con mayor facilidad y confiabilidad.

g) Cierre: Comprende las actividades pertinentes para concluir el proyecto desde la parte administrativa y financiera, teniendo en cuenta la entrega al cliente del producto o servicio terminado y (como entidad de Formación Profesional que es el SENA) la transferencia a los servicios tecnológicos y a la Formación Profesional.

Ventajas y Oportunidades que Ofrecen los Modelos de Dirección de Proyectos

Las principales ventajas y oportunidades que obtienen las organizaciones con un modelo de dirección de proyectos son:

- Normalizar y estandarizar los procesos de evaluación, selección, formulación y ejecución de proyectos permite trabajar bajo un modelo acorde con la arquitectura y políticas de la organización, para optimizar los tiempos de respuesta, los cuales son reflejados en una mayor cobertura en la atención al cliente.
- Capacidad de respuesta en mejorar los productos o procesos con recursos en tiempos límites.
- Asimilar tecnologías apropiadas para la entidad de manera rápida, lo que permite una mayor oportunidad de transferencia tanto al personal de la organización como a los procesos y productos.
- Mayor asimilación del conocimiento aplicado al mismo servicio mediante la documentación de la información al llevar registros de los resultados obtenidos.
- Mejor planificación de los recursos físicos, financieros y humanos que permite conocer una

percepción más objetiva de la capacidad del equipo de trabajo, ya que maximiza la sinergia entre del talento humano.

- Fácil manejo de la información de manera confiable, oportuna y asequible que permite fortalecer la divulgación efectivamente al recurso humano sobre lo que se está ejecutando en la entidad.

- Aporta una visión en conjunto, en la toma efectiva de decisiones en consenso, logrando que todo el capital humano conozca el Core Business de la organización.

- Permite aprender de las lecciones pasadas mediante una correcta Gestión de Proyectos. Se crea un "know how" en la organización que permite usar las experiencias para la planificación y realización de proyectos futuros.

Conclusión

Para finalizar es importante mencionar que en la actualidad existen muchas organizaciones que trabajan con diversos enfoques organizacionales, mientras otras se esfuerzan por lograr adaptar y generar sus propios procesos y productos con un valor agregado, característico el expuesto aquí.

Algunas compañías cometen un gran error cuando se consideran competitivas frente a la industria, el motivo, sólo tienen una mayor producción o comercialización de un producto determinado; es recomendable que las organizaciones ambicionen más allá del capitalismo y generen un reconocimiento, en primera instancia al interior de su firma a través del talento humano y posteriormente lograr un posicionamiento frente a la competencia como una de las principales en: gestionar y administrar los recursos, mantener la facilidad para adaptarse al cambio y la innovación, trabajar con procesos flexibles y efectuar investigación con recurso humano que posea un alto nivel intelectual y que este en su entidad.

La gestión de proyectos es una actividad organizacional que constituye un "sistema social organizado" en el campo de la ciencia, la economía, la administración y genera dentro de la entidad una mayor agilidad,



flexibilidad, oportunidad y pertinencia, por fuera de ella: reconocimiento, competitividad y mayor participación en el mercado.

Lo más importante que debe considerarse en el enfoque de modelo de dirección de proyectos es el papel que juega la Propiedad Intelectual (PI) y cómo ésta apoya la creación y apropiación del conocimiento.

No sólo con el uso de este enfoque, en el sector industrial y comercial, o con la implementación de un modelo de dirección de proyectos es suficiente para lograr el éxito, reconocimiento y competitividad en el mercado.

Para ello es necesario trabajar un conjunto de teorías, que facilitan el logro del objetivo, empezando por lo más básico: la implementación de un Sistema de Calidad, vivir la organización bajo el pensamiento sistémico, trabajar bajo la concepción de Lean Management, identificar la cadena de valor de la empresa y aplicar la ingeniería concurrente, integrados todos de forma sinérgica, por mencionar algunas.

GLOSARIO

Lean Management: Sistema de mejoramiento basado en el trabajo en equipo y el aprovechamiento del talento humano, que genera flujos de valor en los clientes, mediante la eliminación de desperdicios, reducción de variabilidad en los procesos. Rubiano O. 2008

Cadena de Valor: Conjunto de acciones específicas requeridas desde el inicio de la producción hasta el recibo del producto o servicio por el cliente. Rubiano O. 2008

Ingeniería Concurrente: Filosofía que involucra todas las personas y entes que participan en el ciclo de vida de un producto, su principal objetivo es la disminución en los plazos de lanzamiento de productos, servicios o procesos nuevos. Rubiano O. 2008

Referencias

- NARVÁEZ A., Aura; RAMOS Adriana; Informador Técnico No 71, "Modelos para la Gestión de Proyectos". 2008.
- URL <<http://www.infomipyme.com/Docs/GT/Offline/empresarios/sde/sdeprint.htm>>
- ESCORSA CASTELLS Pere, Conferencia "De la Vigilancia Tecnológica a la Inteligencia Competitiva en las Empresas" Septiembre 2001, Available online: <http://www.uoc.es/web/esp/art/uoc/escorsa0202/escorsa0202_imp.html>
- ESCORSA, P.; MASPORISA, R.; RODRÍGUEZ, M.; "Mapas Tecnológicos, Estrategia Empresarial y Oportunidades de Mercado". El caso de los Textiles para usos Médicos. 2000.
- Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales UNED. ESPINOSA, M.M y DOMÍNGUEZ, M. "La ingeniería concurrente, una filosofía actual con plenas perspectivas de futuro". Madrid.
- Fundación General de Apoyo a la Universidad del Valle. Memorias del curso: "Pensamiento Sistémico, Cadena de Valor y Lean Manufacturing". Cali Diciembre 2008.
- GONZÁLEZ, Nuria; NIETO, Mariano; MUÑOZ María; "La gestión del conocimiento como base de la innovación tecnológica: El estudio de un caso" 2001.
- QUESADA MADRIZ Gilberto; Grupo Kaizen S.A, "Balanced Scorecard de V Generación". 2008.
- KLAUS E., WOLFGANG H., DIRK M., Instituto Alemán de Desarrollo Competitividad Sistémica "Competitividad Internacional de las Empresas y Políticas Requeridas" Berlin 1994.
- FAJARDO Oscar., "La Gestión de Proyectos en las Organizaciones", 2008. Available online: <<http://fbusiness.wordpress.com/2008/02/16/la-gestion-de-proyectos-en-las-organizaciones/>>
- RUBIANO O., Memorias del curso dictado por la Universidad del Valle, "Pensamiento Sistémico, Cadena de Valor y Lean Manufacturing". Cali, 2008.
- SUÁREZ A., Memorias del curso dictado por el SENA - Centro ASTIN, "Formulación de Proyectos". Cali, 2008.
- PORTER Michael., "La Ventaja Competitiva de las Naciones". 1991.
- Project Management Institute (PMI). "Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos, PMBOK"; Tercera edición. Estados Unidos, 2004.
- Project Management Institute (PMI), "Modelo Organizacional de Madurez de la Dirección de Proyectos (OPM3)".
- KLAUS Esser., WOLFGANG Hillebrand., DIRK Messner., MEYER-STAMER Jörg., Revistade la CEPAL. "Competitividad sistémica: Nuevo desafío a las empresas y a la política" Santiago 1996, No 59, p. 39-52
- ROJAS Amaya., STALIN Jose., Universidad Nacional, Gestión Siglo XXI: Nuevas Tendencias en la Gestión Organizacional, Cap II Exigencias del Entorno, Lección 1: "Tendencias en Manufactura – Asociatividad & Pymes" Available online: <<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/economicas/2008551/lecciones/cap3-1-1.htm>>
- Universidad Politécnica de Catalunya, Tecnología e Innovación en la Empresa. Dirección y Gestión, 2005.

SELECCIÓN DEL MEJOR MÉTODO DE SOLDADURA PARA EL USO EN MOLDES

MOLD MAKING TECHNOLOGY™
Propiedad de Gardner Publications, Inc.
By Steven J. Bales
®Reproducido con la autorización
expresa del Editor
Traducido por: José Dámaso Ortiz
Ingeniero Mecánico
SIDT - Centro ASTIN
SENA - Regional Valle

Resumen

Este artículo presenta una comparación de las características funcionales entre los métodos de soldadura TIG convencional y TIG micro en aplicaciones en moldes para plástico, brindando una orientación a los matriceros en la selección de la tecnología adecuada para cada necesidad, mencionando su principio tecnológico, similitudes, diferencias, ventajas y desventajas, reduciendo así tiempo y costos.

Palabras Claves

Procesos de Soldadura, Soldadura TIG Convencional, Soldadura TIG Micro, Moldes para Plástico, Matricería.

Abstract

This article presents a comparison of the functional

characteristics between the conventional TIG and micro TIG welding methods in plastics tooling applications, providing guidance to the mold makers in the selection of the appropriate technology for each need, mentioning the technological principle, similarities, differences, advantages, and disadvantages, reducing time and costs.

Keywords

Welding Processes, Conventional TIG Welding, Micro TIG Welding, Plastics Tooling, Mold making.



CÓMO SELECCIONAR EL MEJOR
MÉTODO DE SOLDADURA PARA
UTILIZAR EN SU MOLDE



Los matriceros pueden ahorrar tiempo y dinero en reparaciones, entendiendo las diferencias y similitudes de los procesos de soldadura TIG convencional y micro.

Mientras las soldaduras micro y convencional emplean tungsteno para crear el arco eléctrico, existen algunas diferencias importantes entre ellas que pueden ser significativas en la soldadura y reparación final del molde. Utilizar la técnica adecuada también puede ahorrar en costos. Este artículo compara las propiedades del método de soldadura TIG micro frente al TIG convencional en moldes para plástico; con el fin de ayudar a los matriceros a determinar cómo seleccionar la tecnología correcta para la reparación más efectiva.

Método de Soldadura TIG Convencional

Actualmente, el proceso de soldadura comúnmente empleado en la reparación y el mantenimiento de moldes es el TIG (Tungsten Inert Gas), el cual utiliza un soplete, un electrodo de tungsteno, metal de aporte y gas de protección. ¿Por qué el tungsteno? El tungsteno es un material metálico escaso, con un punto de fusión extremadamente alto (3.410 °C).

Es un material ideal para tolerar el calor requerido para fundir el metal de aporte que une al acero en los

Fig. 1: Soldadura TIG micro, aplicada a un componente del molde.



moldes. El proceso de soldadura TIG es el método perfecto para materiales como el acero inoxidable, aleaciones de titanio, aleaciones de aluminio y aceros aleados para altas

Fig 2 Conjunto de piezas con aplicación de soldadura TIG micro controlada.



temperaturas. Se usa con mayor frecuencia en reparaciones generales y algunas veces en el ensamble. Por ejemplo, el método de soldadura TIG convencional sería utilizado para soldar o recubrir diversos herramientas.

El método de soldadura TIG convencional sería también una buena opción para reparar daños provocados por la ruptura del pin de expulsión, reparar defectos en la línea de partición y soldar sobre las entradas o canales de colado.

Se pueden hacer correcciones dimensionales para devolver al molde su tolerancia inicial, y se pueden utilizar para aplicar un recubrimiento permanente en la parte posterior o inferior de un inserto, cavidad o macho.

Método de Soldadura TIG Micro

El método de soldadura TIG micro es casi idéntico al método TIG convencional; excepto que éste utiliza amplificación y óptica para ayudar a aplicar una soldadura precisa. Para realizar el proceso, este método requiere un amperaje inferior al del método convencional, lo cual es potencialmente menos perjudicial para el metal base. Como

su nombre lo sugiere, el método de soldadura TIG micro es más preciso que el método de soldadura TIG convencional, lo cual lo hace ideal para usarse en trabajos de reparación o de ensamble menores.

Similitudes y Diferencias

En términos sencillos, el tamaño de una soldadura determina el proceso de soldadura a utilizar. Muchas

El proceso de soldadura TIG convencional utiliza varillas de aporte con diámetros de 0.035" y más. Considerando que un hilo de cabello humano tiene aproximadamente 0.003" de diámetro; comprenderemos las bondades del método de soldadura TIG micro.

compañías cometen el error de permitir a un vendedor de soldadura utilizar el método TIG convencional sobre soldaduras de cualquier tamaño, lo cual genera el riesgo de comprometer la integridad del material del molde y la calidad de la parte plástica resultante.

Similitudes

Tanto la soldadura TIG convencional como la TIG micro utilizan tungsteno y gas inerte para producir un arco eléctrico. El arco se forma entre el electrodo de tungsteno no-consumible y el metal base a soldar. El gas, comúnmente argón, se suministra a través del soplete para proteger la mezcla de soldadura fundida y el electrodo.

Los mismos tipos de varilla de aporte se encuentran disponibles para usarse en ambas aplicaciones. Los materiales de aporte más comunes son los aceros S-7, H-13, D-2, A-2, pre-endurecido e inoxidable.

El material de aporte debe coincidir con el material base del molde, o el resultado sería una soldadura deficiente o no homogénea con una diferencia potencial en dureza que puede afectar negativamente el pulido de la superficie, sin mencionar la calidad de la pieza moldeada. Si no se conoce el material base, por lo general es mejor usar una varilla de aporte de acero inoxidable.

Diferencias

Las soldaduras de mayor dimensión, en la mayoría de los casos, requieren del método de soldadura TIG convencional.

Los moldes de magnitud superior generalmente no son adecuados para utilizar el método de soldadura TIG micro, debido al reducido tamaño del material soldado que se produce al emplear un micro-soplete. Al contrario, cuando se requiere control máximo de una soldadura, el método de soldadura TIG micro es el indicado.

El proceso de soldadura TIG micro puede depositar capas de soldadura con espesores de hasta 0.005"; y usa varillas de aporte con diámetros entre 0.005" y 0.02".

Fig 3 Reparación de la cabeza de un pin macho de 1/4" de diámetro. Las soldaduras están en el reborde circundante de la cabeza del pin.



El proceso de soldadura TIG convencional utiliza varillas de aporte con diámetros de 0.035" y más. Considerando que un hilo de cabello humano tiene aproximadamente 0.003" de diámetro comprenderemos las bondades del método de soldadura TIG micro.

Para soldaduras de precisión, de control elevado o muy aisladas, se debe optar por el método soldadura TIG micro.

Para soldaduras con transferencia de calor elevada, en las cuales la integridad del material base no representa mayor preocupación, seleccione el método de soldadura TIG convencional.

Ventajas y Desventajas del Método de Soldadura TIG Convencional

Ventajas

La ventaja primordial del método de soldadura TIG convencional es que garantiza una elevada precisión, soldaduras sin contaminación con calidad incomparable frente a las soldaduras hechas con electrodo metálico recubierto (conocida como soldadura de arco con electrodo metálico protegido). Es uno de los procesos de soldadura más utilizados. Al involucrar moldes de muchos miles de dólares con mano de obra especializada y materiales de calidad, no utilice otro proceso diferente al TIG convencional (y TIG micro).

En soldaduras con electrodo metálico recubierto, el electrodo se recubre con fundente. Éste produce el gas de protección para el depósito de soldadura fundida, pero además genera escoria, una cubierta áspera depositada sobre la soldadura, que debe ser removida antes de iniciar el pulimento o acabado final.

Además, se presentan salpicaduras, dado que la varilla de aporte gotea material sobre el depósito fundido



durante el proceso. Las salpicaduras son diminutas bolas de acero que, al igual que la escoria, deben retirarse de los bordes de la soldadura.

Contrariamente, el método de soldadura TIG no crea escorias ni salpicaduras. Éstas son controladas por el gas inerte que protege la soldadura, haciendo del método TIG un proceso mucho más limpio y eficiente.

Desventajas

La soldadura TIG convencional se realiza a una temperatura mucho más elevada que la soldadura con electrodo metálico recubierto. Los soldadores convencionales tienen poco control al soldar a bajos amperajes, y casi siempre crean una marca de fisura de hundimiento en torno al área soldada. Esta marca puede indicar que el acero que rodea a la soldadura ha sido distorsionado en sus propiedades originales, lo cual puede causar problemas al restaurar el acabado del molde y puede afectar también la calidad de la pieza moldeada.

Una técnica utilizada para contrarrestar la marca de hundimiento es mantener el calor del soplete a un nivel extremadamente bajo, evitando socavar el material base. Es de vital importancia mantener la varilla de

aporte fundida sobre el depósito fundido y retirarla rápidamente para evitar que el metal base y el depósito fundido se extiendan alrededor de la soldadura más de lo requerido.

Además, para ayudar a proteger las áreas circundantes del arco producido por el tungsteno, frecuentemente se usan pinturas o cintas protectoras. No es mayor cosa, pero de veras ayuda a reducir cualesquiera efectos negativos, creando una barrera en las áreas afectadas térmicamente.

Existen diversas opciones al reparar una pieza que requiera soldadura; por ejemplo, al tomar un bloque de cavidades que moldea un espejo, las cuales requieren no solamente una superficie plana, sino que también, un acabado tipo diamante A-1 ó A-2 para propósitos ornamentales. Si la pieza necesita reparación, sería difícil restaurar el acabado previo sin que se vea la soldadura usando el método TIG convencional.

Cubrir con un compuesto de diamante o templar y recalentar son dos maneras de hacer imperceptible la soldadura. Pero el método menos complicado quizás sea soldar o enchapar al metal la parte posterior de la cavidad empujándola hacia arriba para luego cortar nuevamente la fisura y mecanizar de nuevo la línea

de partida, eliminando de esta manera la necesidad de soldar en el área de moldeado totalmente.

Fig. 4: Ayuda para reparar un molde (Recuadro)



Esto funciona mejor con grietas de menor tamaño y ayuda a preservar el acabado perfecto necesario para tal proyecto. La soldadura TIG micro se puede emplear también sobre cavidades más pequeñas, emitiendo bajos niveles de calor y dejando depósitos mínimos de material acumulado, además, requiere menos calentamiento y maquinado.

Ventajas y Desventajas del Método de Soldadura TIG Micro

Ventajas

El método de soldadura TIG micro raras veces provoca marcas de hundimiento que comprometan el material base, pues la soldadura se realiza a una temperatura mucho más baja.

El amperaje de la soldadura TIG micro se puede ajustar a cerca de 0.5 amperios cada vez, descendiendo incluso hasta 0.5 amperios. La soldadura TIG convencional debe iniciar mínimo con 20 amperios.

La soldadura TIG micro requiere además el uso de un microscopio y una boquilla de dimensiones reducidas, que es mucho más pequeña que la utilizada para la soldadura TIG convencional, lo cual permite un mayor control del posicionamiento de la soldadura, especialmente en puntos estrechos.

La más novedosa tecnología, la soldadura láser microscópica, utiliza incluso menos calor que la TIG micro y brinda mayor control del posicionamiento de la soldadura mediante el uso de un cabezal láser fija y un microscopio.

Cuando se trata de dar acabado a un área soldada, o

restaurar el acabado original, el método de soldadura TIG micro ahorra tiempo respecto a la soldadura TIG convencional. Pues, cuando se realiza adecuadamente, la soldadura TIG micro no deja marcas de hundimientos en torno al área soldada; la pieza se puede por lo general, pulir manualmente para hacer que el área soldada recobre su tolerancia inicial.

De otra parte, la soldadura TIG convencional siempre requiere algún tipo de operación de maquinado, bien sea EDM, fresado o mecanizado, para lograr las tolerancias deseadas.

Desventajas

Mientras la soldadura láser microscópica resulta ventajosa en ciertas aplicaciones, se limita en el tamaño de las piezas por soldar. Es además una inversión tecnológica bastante costosa y un proceso de mayor consumo de tiempo para el cliente, quien inevitablemente, termina pagando más por el servicio.

La soldadura TIG convencional siempre será el principal método para soldar moldes; pero las tecnologías recientes, como la soldadura TIG micro, ofrecen algunas alternativas notables para reparaciones más precisas.

Tener conocimiento acerca de sus similitudes y diferencias puede ayudarle a elegir el método más adecuado para su aplicación y ahorrar así tiempo y dinero.

Referencias

- STEVEN J. BALES; How to Choose the Best Welding Method for Your Mold Application, Moldmaking Technology Available online URL:<<http://www.moldmakingtechnology.com/articles/110403.html>>
- CONTRERAS CRUZ., Jorge Enrique. Procesos de soldadura: Instituto de Ensayos e Investigación. Bogotá : FIP, 1989. 125 p.
- PATTON, W. J., Ciencia y técnica de la soldadura. Bilbao: Urmo, 1982. 595 p.
- GIACHINO., JOSEPH W., Técnica y práctica de la soldadura. Barcelona : Editorial Reverté, 1981. 463 p.
- GIACHINO., JOSEPH W., Técnica y práctica de la soldadura. Barcelona : Editorial Reverté, 1981. 456 p.



FISURACIÓN EN CALIENTE EN LA ALEACIÓN AA6261T6

RESUMEN

Las aleaciones de aluminio son conocidas por ser susceptibles al agrietamiento en caliente [10,23]. Por ejemplo, el agrietamiento de licuación ocurre en la zona parcialmente fundida (ZPF). En cambio, el agrietamiento de solidificación ocurre en la zona de fusión. En esta investigación se hicieron soldaduras de parche circular mediante el proceso TIG con materiales de aporte ER5356 y ER4043.

Se observaron grietas de licuación para ambos materiales de aporte. Con el aumento del calor de aporte, la longitud de grieta era considerablemente mayor en el caso del ER5356 que en el del ER4043. Se concluyó que el agrietamiento de licuación era severo al emplear ER5356, lo que hacía que los porcentajes de dilución fluctuaran entre 50 y 70.2%, que en el caso del ER4043 corresponden a rangos de 54 al 73.2% de dilución.

Palabras Claves. Efecto del Calor de Aporte, Porcentaje de dilución, Agrietamiento de licuación, Prueba de Parche Circular, Temperatura Vs Fracción Sólido (T vs fs.).

ABSTRACT

Aluminum alloys are known for being prone to hot cracking. For instance, liquation cracking occurs in the partially melted zone (PMZ) [1- 6,11,22].

Ing. Edison Jairo Gomez
Harold Belalcázar
Instructor Centro ASTIN
SENA • Regional Valle



But solidification cracking takes part in the fusion zone [8]. Circular patch welds of Alloy AA6261T6 were made by GTA (gas tungsten arc) with both filler metals ER4043 and ER5356.

Liquation cracks were observed for both ER5356 and ER4043 filler metals. At augmented heat input, the crack length was considerably greater in the case of ER5356 than in the case of ER4043 filler metals. It was concluded that "liquation cracking was severe when using ER5356, which made dilution ratio ranging from about 50 to 70.2% than in the case of ER4043 of 54 to 73.2 %.

Keywords: Heat Input Effects, Dilution ratio (%D) Effects, Liquation Cracking, Circular patch Test, Temperature Vs Fraction

Solid ($T-f_s$).

INTRODUCCIÓN

La fisuración en caliente es un fenómeno de agrietamiento que se produce a temperaturas elevadas durante la última etapa de la solidificación y es de carácter intergranular [1-5,24]. Entre otros factores, las impurezas presentes en las aleaciones de aluminio inducen licuación en la zona parcialmente fundida (ZPF) debido a la reacción eutéctica con la matriz circundante [7,8].

Debido a las aplicaciones crecientes de las aleaciones Al-Mg-Si en elementos estructurales, es importante obtener uniones soldadas sanas, libres de fisuras en caliente, para así lograr transmitir los esfuerzos que a lo largo de la

vida de la estructura se produzcan sobre la unión soldada.

Por lo anterior, resulta de gran interés a nivel mundial el estudio del fenómeno de la fisuración en caliente de las soldaduras, de la misma manera que se requiere minimizar y predecir la susceptibilidad de estas aleaciones a tal fenómeno.

En consecuencia, existen investigaciones orientadas a identificar las condiciones tanto metalúrgicas como mecánicas que permiten la formación de grietas en caliente [21].

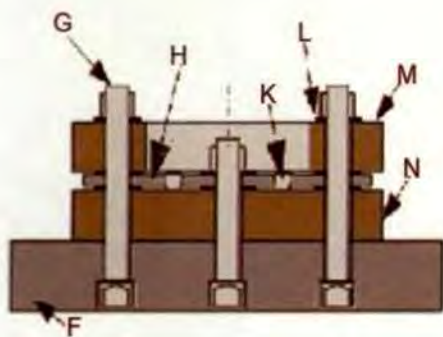
PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Para evaluar la influencia del calor de aporte (HI) y el tipo de material de aporte sobre la susceptibilidad

al agrietamiento en caliente de AA6261T6, se utilizó la prueba de parche Circular (Figura 1).

Se seleccionó esta prueba debido a su gran reproducibilidad y a su construcción relativamente sencilla, la cual no requiere de un complejo equipo que disponga de un sistema de control de carga externa, como ocurre con el ensayo de Varestraint [9, 17, 19].

FIGURA 1 Montaje de la Prueba de Parche Circular (PC). **F:** Placa de acero A36 **N:** placa de acero A36 **M:** Placa de acero A36 con una perforación en el centro de diámetro 83mm, **L:** Arandela, **G:** Tornillo-5/16 pulg, **H:** probeta de ensayo, **K:** soldadura [1-4]



$$\% \text{ Dilución (D)} = \frac{A_{MB}}{(A_{MB} + A_{MA})} \times 100 \% \quad (2)$$

Donde, A_{MB} es el área de la sección transversal del metal Base fundido (mm^2) y A_{MA} es el área de la sección transversal del metal de aporte (Figura 2 y 3).

Figura 2. Esquema del área de la sección transversal del metal base fundido (A_{MB}) y el área de la sección transversal del metal de aporte (A_{MA}).



Figura 3. Determinación de los valores de A_{MB} y A_{MA} . Mediante el programa Autocad 2007.



el número de micro-fisuras y se procedió a tomar la medida aproximada de las longitudes totales, empleando la escala del microscopio.

Fracción sólido (f_s):

Es un fragmento o fracción de sólido de la cantidad total de material que está solidificando que se encuentra entre la temperatura de *solidus* y de *liquidus* [12,14]. Por tanto, la siguiente es la expresión para la variación de la fracción sólido en función de la temperatura, conocida como ecuación de Sheil [1-4,13]:

$$f_s = 1 - \left[\frac{T_m - T_L}{T_m - T} \right]^{1-k}$$

Donde T_m es el punto de fusión del aluminio puro, T_L la temperatura de *liquidus* de la aleación, k el coeficiente de distribución en el equilibrio, $m_L = (T_L - T_m)/C_o$, y C_o el contenido de soluto de la aleación antes de la solidificación.

Microanálisis: Se realizó un microanálisis óptico (aumento 10 μm) para observar y determinar

Cálculo de Curvas de Temperatura (T) - Vs Fracción Sólido (f_s).

Calor de Aporte (HI): El calor de aporte se calcula según la siguiente ecuación [25]:

$$\text{Calor de Aporte (HI)} = \frac{V \cdot I}{V_s} \quad (\text{J/mm}) \quad (1)$$

Donde, I es el amperaje (A), V el voltaje y V_s la velocidad de Soldadura (mm/Seg).

Dilución: El coeficiente de dilución se determinó según la ecuación 2 [25]:

Tabla 1. Calor de Aporte

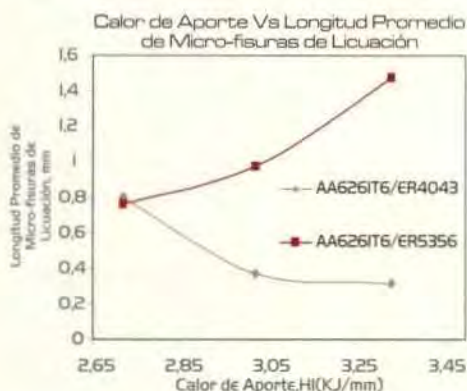
Soldadura	%D	Numero de Micro-fisuras de Licuación (ML)	Longitud de Microfisuras de Licuación (mm)	HI*
6261/4043	54.13	3	0,80 ± 0,208	HI ₁
6261/5356	50.40	28	0,76 ± 0,316	
6261/4043	67.31	5	0,37 ± 0,128	HI ₂
6261/5356	63.53	37	0,97 ± 0,50	
6261/4043	73.01	8	0,31 ± 0,049	HI ₃
6261/5356	70.12	48	1,471 ± 0,24	

Las curvas de la (Figura 6) se calcularon con el programa Pandat 5.0 [26]

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En todas las soldaduras se evidenció una modificación en la composición química por efecto del calor de aporte y el tipo de material de aporte empleado. Al observar la Tabla 1 y Figura 4, se puede apreciar que los valores más altos que ocurren en longitud de microfisuras de licuación (mm) son los que presentan un calor de aporte HI_3 con ER5356 y un porcentaje de dilución del 70,12%.

Figura 4. Relación entre la longitud promedio de Microfisura y el calor de aporte para las soldaduras AA6261T6/ER4043 y AA6261T6/ER5356.



Evidencias de Agrietamiento de Licuación

La micrografía óptica (10 μ m) de la Figura 5 plasma la micro-estructura característica de las soldaduras de la aleación AA6261T6 con el calor de aporte de nivel alto HI_3 (3.33 KJ/mm) y el material de aporte ER5356.

La zona de fusión presenta una micro-estructura dendrítica [15,16,20] y la Zona Parcialmente Fundida (ZPF) de las soldaduras, tanto con el material de aporte ER5356 como con el ER4043, presenta microfisuras de licuación [6-8]. Se aprecia un aumento en la longitud de la microfisura de licuación en la micrografía de la soldadura AA6261T6/ER5356 (Figura 5).

En la Figura 6 (recuadro rojo) se muestra que durante la trayectoria de la solidificación, la mayor tendencia a la fisuración de AA6261T6/ER5356 se debió al hecho de tener una fs. en la última etapa de la solidificación (580 - 520°C) mayor a la fs. del metal base AA6261T6.

La presencia de las microfisuras en las soldaduras AA6261T6/ER4043 y la fisuración considerablemente crítica que se presentó en la AA6261/ER5356, también pueden estar relacionadas con la presencia de precipitación, intergranular, debido al ciclo de calentamiento y enfriamiento que ocurre durante la soldadura.

CONCLUSIONES

- Factores como el porcentaje de dilución en función del calor de aporte deben tenerse

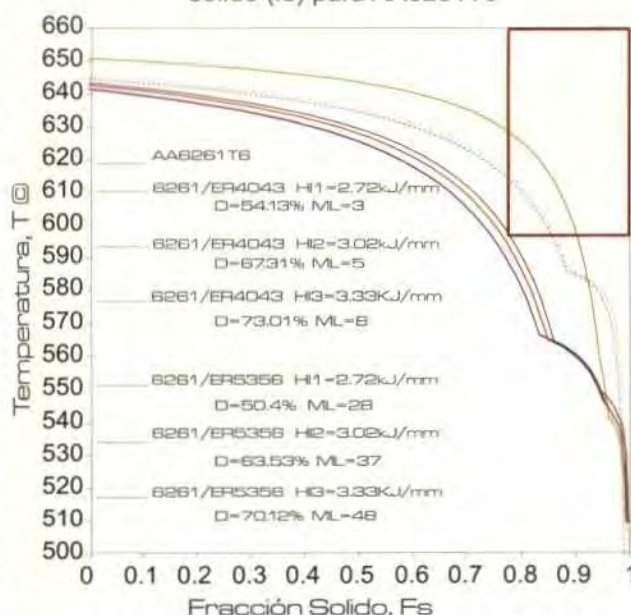
Figura 5 Micrografía Óptica (10 μ m) AA6261T6/ER5356(2.08mg-0.51Si - 0.308Fe - , D=70.12% ; HI_3 = 3.33 KJ/ mm I_3 =165A 22V).



en cuenta al realizar un procedimiento de soldadura para la aleación AA6261T6, para evitar la fisuración tanto a nivel macro-estructural como a nivel micro-estructural.

- Los resultados de los análisis metalográficos permitieron corroborar la validez de la teoría de curvas de Temperatura Vs Fracción sólido, para determinar

Figura 6: Curvas de Temperatura (T) vs. Fracción sólido (fs) para AA6261T6



cuándo una aleación de la serie 6XXX es susceptible de microfisurarse.

● La tendencia a la fisuración en caliente de la aleación AA6261T6 con los tres niveles de calor de aporte (2.72 KJ/mm, 3.02 KJ/mm y 3.33 KJ/mm) y los aportes de ER5356 y ER4043 coincide con los resultados que predicen las curvas de Temperatura (T) Vs fracción Sólido (fs).

● Los resultados experimentales de análisis metalográficos corroboran que la prueba de Parche Circular es una técnica válida para evaluar la susceptibilidad para fisurarse en caliente en las aleaciones de aluminio de la serie 6XXX, como la aleación AA6261T6.

Referencias:

- [1] HUANG, C., and KOU, S. 2004. Liquation cracking in full-penetration Al-Cu welds. *Welding Journal*. P. 1-12.
- [2] HUANG, C., and KOU, S. 2004. Liquation cracking in full penetration Al-Mg-Si welds. *Welding Journal*. P. 111-122.
- [3] CAO, G y KOU, S. 2006. Predicting and Reducing Liquation-Cracking Susceptibility Based on Temperature vs. Fraction Solid. *Welding Journal*. P.10-18.
- [4] CAO, G y KOU, S. 2005. Liquation cracking in full penetration Al-Si welds. *Welding Journal* 83(2): P. 63 - 71.
- [5] KOU S. 2003. *Solidification and Liquation Cracking Issues in Welding*. 2003. June. *Welding Journal*, P. 38 - 39 - 40
- [6] BY C. HUANG and S. KOU. Liquation Mechanisms in Multicomponent Aluminium Alloys during Welding. *welding Journal*. P. 211 a 222.
- [7] Jose Maria SISTIAGA. *Aleaciones de Aluminio y de Magnesio*. Edit. Montecorvo. Madrid. 196 P. 59, 140, 141, 142.
- [8] KOU, S. *WELDING Metallurgy*. John Wiley & Sons, Inc., 2nd edition. P. 263, 264
- [9] WILKEN, K y KLEISTNER, H. 1991. Clasificación y Evaluación de Ensayos de Agrietamiento en Caliente de Uniones Soldadas. *Revista de Soldadura, CENIM*, Vol. 21, No. 3. P. 147-159.
- [10] ULRICH Krüger, SCHWEISS-TECHNISCHE Lehrund Versuchsanstalt Berlin. 1994. *Weldability*. EAA - European Aluminium Association. P. 1 - 13
- [11] KATOH, M., and KERR, H. W. 1987. Investigation of heat-affected zone cracking of GTA welds of Al-Mg-Si alloys using the Varcstraint test. *Welding Journal* 66(12). P. 251-259.
- [12] SAYAGO Quintero Omar. Solidificación. Departamento de Ciencia de Materiales. Universidad Simón Bolívar. pdf. P. 1-64.
- [13] KOU, S. 2003. *Welding Metallurgy*, 2nd edition. New York, N. Y., John Wiley and Sons. P. 151
- [14] FLEMINGS, M. C. 1974. *Solidification Processing*, and Appendix B. New York, N. Y., McGraw-Hill. P. 34-36, 160, 162, 256, 258
- [15] ARNBERG, L., CHALL, G., and BACKERUD, L. 1993. Determination of dendritic coherency in solidifying melts by rheological measurements. *Materials Science and Engineering A173*. P. 101-103.
- [16] GITTOS, N. F., and SCOTT, M. H. 1981. Heat-affected zone cracking of Al-Mg-Si alloys. *Welding Journal*. P. 95-103.
- [17] JOHN C. Lippold. 2005. Recent Developments in Weldability Testing for Advanced Materials. ASM International. Joining of Advanced and Specialty Materials VII (#05116G). The Ohio State University Columbus, OH USA. P. 1-8.
- [18] NAKA K. y MATSUDA, Trans. JWRI, 24 (1995), Pg 83.
- [19] NELSON, T. W., LIPPOLD, J. C., Lin, W., and Baeslack III, W. A. 1997. Evaluation of the circular patch test for assessing weld solidification cracking. I. Development of a test method. *Welding Journal* 76(3). Pg 110 - 119.
- [20] KOSTRIVAS A. And LIPPOLD J. C. 2000. A Method for Studying Weld Fusion Boundary Microstructure Evolution in Aluminum Alloys. *Welding Journal*. P. 1-8
- [21] Pérez C. R., M. D. CHAPETTI, R. G. Cocco y L. A. de Vedia. 2000. Iniciación Y Crecimiento De Fisuras Por Fatiga En Uniones Soldadas de Aluminio de Alta Resistencia: Aplicación del Enfoque Local. *Jornadas SAM 2000 - IV Coloquio Latinoamericano de Fractura y Fatiga*. P. 499-504
- [22] RAMANAIAH N., RAO K. S., GUHA B and RAO K. P. 2005. Effect Of Modified AA4043 Filler On Partially Melted Zone Cracking Of Al-Alloy Gas Tungsten Arc Welds. *Science and Technology of Welding and Joining*. Vol 10 No 5. P. 591- 596
- [23] LIU Ren-pei, DONG Zu-jue, PAN Yong-ming. 2006. Solidification Crack Susceptibility Of Aluminum Alloy Weld Metals. *University of Aeronautics and Astronautics*. Nanjing: Science. P. 110-116.
- [24] ANDERSON Tony., Alcoa Wire Corporation, USA. *Troubleshooting in aluminium welding*. 2002. Vol. 54 No 2. P. 36, 37, 38
- [25] GOMEZ Reina Manuel. 1988. *Soldadura de Los Aceros - Aplicaciones*, 2nd edición. Madrid (España). Edit Galapagar. P. 366
- [26] Pandat. 2001. Phase diagram calculation software package for multicomponent systems. 2001. CompuTherm LLC, Madison, Wis.

CONTROL DE CALIDAD EN LA INDUSTRIA DEL CAUCHO

**Elongación o deformación,
se refiere a la extensión
producida por una fuerza de
tensión aplicada a un espécimen
estándar y se expresa como
porcentaje de la longitud original**

II Parte

Tensión

Las propiedades de tensión incluyen esfuerzo, elongación y módulo de tensión. Estas propiedades son determinadas por el estiramiento de una probeta estándar a una velocidad constante con la ayuda de una máquina de tensión.

Se denomina esfuerzo de tensión a la fuerza o esfuerzo, expresado en MPa o N/mm^2 , requerida para romper la probeta estándar por estiramiento a una velocidad constante.

El esfuerzo de tensión de diferentes elastómeros puede variar desde 7 N/mm^2 hasta por encima de 45 N/mm^2 , dependiendo del elastómero base y de los ingredientes utilizados en la formulación.

La elongación o deformación, se refiere a la extensión producida por una fuerza de tensión aplicada a un espécimen estándar y se expresa como porcentaje de la longitud original. Una elongación del 300%, por ejemplo, significa que el espécimen ha sido estirado 4 veces su longitud original.

Ciro Martinez
Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería de Materiales

La elongación última o rompimiento es el de tiempo de ruptura y se determina simultáneamente con el esfuerzo de tensión. La elongación al rompimiento de diferentes materiales elastoméricos puede variar desde -100% hasta por encima de 1,000%, según la formulación del compuesto.

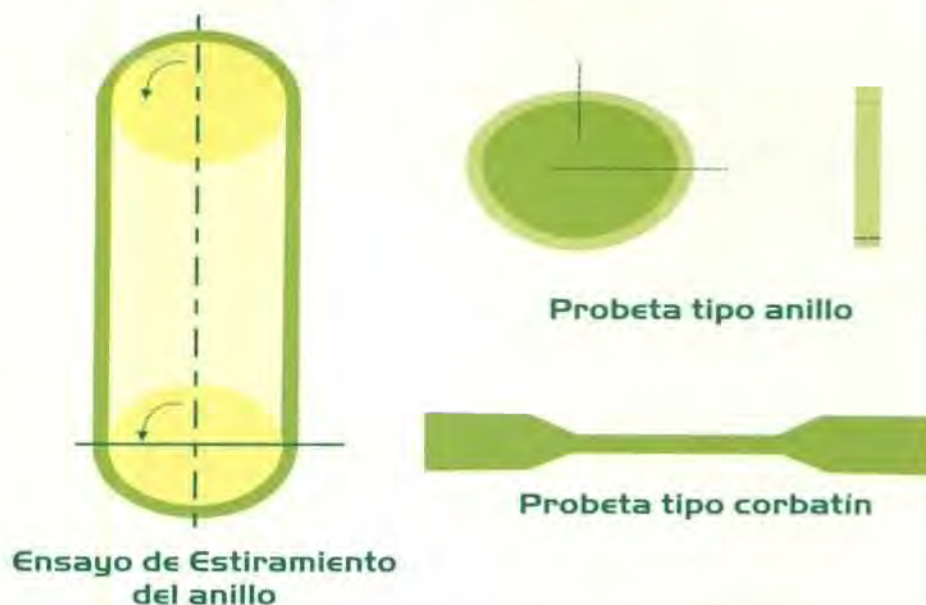
El módulo de tensión que se aplica a los elastómeros se define como la fuerza, expresada en N/mm^2 , requerida para producir una cierta elongación. La elongación de ensayo típica es de 100 o de 300%; entonces, si se requieren 5 N/mm^2 para producir una elongación de 100%, se dice que el elastómero tiene un módulo al 100% de 5 N/mm^2 .

El módulo de tensión es una medida de rigidez y del grado de vulcanización del compuesto de caucho. Por lo general, se determina durante el ensayo de esfuerzo de tensión. El módulo de un compuesto de caucho al 100% puede variar desde 1 N/mm^2 hasta por encima de 13 N/mm^2 , según la composición química del compuesto.

Los métodos estándar para determinar las propiedades están dadas en las normas ISO 37, ASTM D 412, BS 903: parte A2 y DIN 53504. El ensayo de tensión involucra el estiramiento de una probeta estándar al rompimiento a con una velocidad constante y una máquina de tensión. La probeta de ensayo corta una lámina moldeada utilizando dos tipos de probetas: las de anillo y las de corbatín.

Algunas normas técnicas permiten usar probetas de una gran variedad

Figura 1. Diferentes tipos de Probetas de Tensión



de dimensiones, aunque varios tipos y formas pueden generar resultados diversos. La medida de resistencia a la tensión decrece con el aumento del área seccional en la pieza de ensayo; más aún, cuando las probetas en forma de anillo arrojan valores más bajos que las de tipo corbatín.

Esto ocurre principalmente porque en el anillo estirado el esfuerzo de tensión y la deformación no son uniformes sobre el área seccional y varían a un máximo del centro de la circunferencia hasta un mínimo afuera de ella. Por ello es importante establecer comparaciones entre especímenes que presenten características similares de forma y tamaño.

La temperatura a la cual se ejecuta el ensayo afecta de manera significativa los resultados y en consecuencia, se debe controlar y reportar en los resultados. Las temperaturas estándar del laboratorio especificadas en la

norma ISO 37 son $20(\pm 2)^\circ\text{C}$, $23(\pm 2)^\circ\text{C}$ o $27(\pm 2)^\circ\text{C}$.

Las variaciones en la velocidad de la elongación tienen un gran efecto en la última elongación: a medida que se incrementa la velocidad el módulo se incrementa, la última elongación disminuye y la resistencia a la tensión puede aumentar o disminuir (Tabla 1).

Es importante resaltar que las propiedades de tensión son influenciadas por el efecto de grano causado por la acción del mezclado en el molino, lo que genera una orientación regular de las cadenas y moléculas en una sola dirección. Por ejemplo, se obtendrán altos valores de tensión cada vez que los ensayos sean realizados en la misma dirección del grano, es decir, en la misma dirección del molineado.

Se hace énfasis en que la prueba de tensión debe realizarse en probetas que no hayan sufrido previamente

Tabla 1. Efecto de la velocidad de la elongación en las propiedades de tensión en un compuesto de NBR usando una probeta tipo anillo.

PROPIEDAD	VELOCIDAD DE ELONGACIÓN	
	200 mm/min	500 mm/min
Módulo al 100% (N/mm ²)	3,0	4,5
Módulo al 200% (N/mm ²)	9,0	11,0
Esfuerzo de tensión (N/mm ²)	13,7	14,6
Elongación al rompimiento (%)	320	270

algún tipo de estiramiento.

Hay que tener en cuenta que la curva de esfuerzo-deformación de un compuesto de caucho es única y no se puede obtener de nuevo en un subsiguiente estiramiento, pues el material cambia.

La Figura 2 muestra la curva de esfuerzo-deformación original (I) y una segunda (II) del mismo material pero que ha sido previamente estirado una sola vez al 300% de elongación. Hasta 300% de elongación, la segunda curva muestra deformación más baja, pero continuando con la curva, casi coincide con la primera curva. Este comportamiento se llama esfuerzo de ablandamiento.

Procedimiento de Ensayo

Las propiedades de esfuerzo - deformación de los compuestos de caucho se miden en una máquina de ensayos de tensión, como se ilustra en la Figura 3.

Los antiguos y pesados dinamómetros de péndulo se han reemplazado por los transductores sin inercia que convierten la fuerza en una señal eléctrica.

Las medidas del esfuerzo y la deformación se toman frecuentemente desde cero esfuerzo hasta el punto de rompimiento, los datos se registran gráficamente.

Las probetas de ensayo tipo corbatín de 10 a 13 cm de longitud se cortan con un troquel de una lámina plana y marcándose en la sección más angosta con líneas de separación de 2,5 a 5,0 cm.

Los bordes de las probetas se ubican en las mordazas de la máquina, la cual se activa y fija a la velocidad específica por la norma aplicada. La pieza de ensayo se estira hasta lograr el rompimiento.

La distancia es determinada por las marcas de separación cuando se ocasiona el rompimiento para calcular la elongación.

La temperatura estándar para acondicionar las muestras y realizar el ensayo, generalmente es de 23±2°C.

Significado

Los ensayos de tensión contribuyen al control de la producción. En particular, la resistencia a la tensión es muy sensible a cualquier cambio en los compuestos de caucho, resultado de los percances en su proceso de manufactura.

Los ensayos de

tensión también son usados para determinar la resistencia de los elastómeros al deterioro por acción del calor, líquidos, gases, químicos y ozono, entre otros. Para tales fines, la resistencia a la tensión, el módulo de tensión y la elongación última se miden antes y después de la exposición. Si los cambios obtenidos son mínimos, se espera que los compuestos tengan una larga durabilidad en el tiempo.

Es importante reconocer que las propiedades de tensión se restringen al diseño de ingeniería. No resulta conveniente usar cálculos en los diseños, ya que guardan poca relación con el desempeño práctico. A diferencia del acero, el esfuerzo y la deformación no son proporcionales en los elastómeros, particularmente a altos esfuerzos.

La Figura 4 presenta la resistencia a la tensión de diferentes elastómeros para diferentes durezas. Estas curvas son un instructivo para los técnicos del caucho y reafirman la idea que no se deben usar para los cálculos en los diseños de ingeniería o con fines de

Figura 2. Curva de esfuerzo - deformación

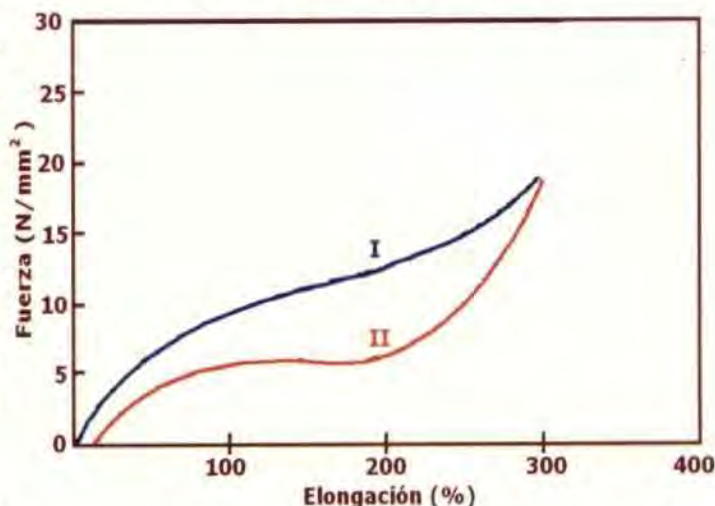
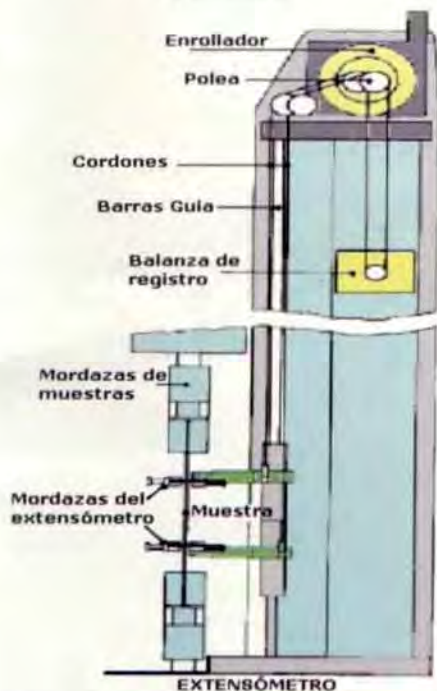


Figura 3. Máquina de ensayos de tensión la cual mide la elongación y el esfuerzo mediante un extensómetro.



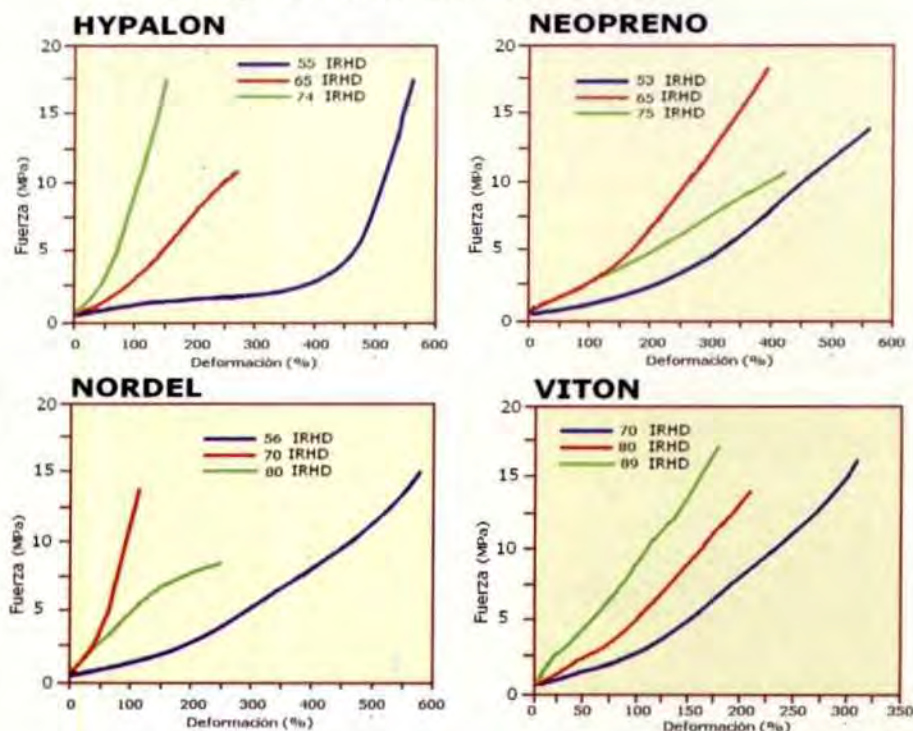
seleccionar un compuesto para una aplicación específica.

Así mismo, las propiedades de tensión no son un indicador confiable de la calidad del caucho. Los compuestos con resistencia a la tensión por debajo de 7 MPa son usualmente los que más adolecen de la mayoría de las propiedades mecánicas, y aquellos que tienen una resistencia a la mayor tensión de 21 MPa tienen las mejores.

Sin embargo, en la mitad de este rango -10 y 20 MPa-, cubre la gran mayoría de los productos de caucho, la correlación entre la resistencia a la tensión, estas propiedades como la resiliencia, resistencia a la abrasión, compresión set y resistencia a la flexión son, en el mejor de los casos, pura casualidad.

Los compradores de productos de

Figura 4. Curvas de esfuerzo - deformación en tensión



caucho que sobre-especifican las propiedades de tensión, observarán que están pagando un precio innecesariamente alto, o que tal vez están sacrificando otras propiedades que sean más importantes.

Cabe resaltar que en las especificaciones de los productos de caucho se deben basar más en el servicio, que en los ensayos físicos arbitrarios. La resistencia a la tensión y la elongación son propiedades útiles para los técnicos del caucho en el desarrollo de compuestos, control de manufactura y para determinar la resistencia de los compuestos al ataque de varios químicos.

Los ensayos de tensión son aplicados universalmente para determinar el efecto de varios ingredientes y son particularmente útiles cuando tales ingredientes

afectan la velocidad y el estado de la vulcanización del caucho.

De igual modo, estas pruebas son excelentes para el control de calidad del producto una vez que el compuesto ha sido seleccionado. Estos ensayos son muy sensibles a los cambios en las condiciones de manufactura y se pueden emplear para identificar una sub o sobre vulcanización.

Los ensayos de tensión también se pueden efectuar antes y después de alguna exposición para determinar la resistencia relativa de un grupo de compuestos al deterioro por calor, aceites, ozono, condiciones ambientales, químicos, etc. Aún en pequeñas escalas de deterioro, se notan cambios en las propiedades de tensión. La retención de las propiedades de tensión son mucho más significativas que el valor absoluto antes y después

del ensayo de exposición. Por ejemplo, si la resistencia a la tensión de un caucho cae de 21 a 14 MPa después de una exposición en aceite, y un segundo caucho de 12 a 11 MPa, es éste el que más se acomodaría a la práctica. Una retención de la resistencia a la tensión superior es un buen indicador de que el segundo caucho retendrá más de sus otras propiedades.

Permanent SET

Los elastómeros no son perfectamente elásticos. Son materiales visco-elásticos que se comportan parcialmente como un líquido viscoso y un sólido elástico. Una deformación prolongada deja en algunas ocasiones un grado de deformación permanente, lo cual significa que una parte de la deformación se recupera y otra se retiene. La *compression set*, los esfuerzos de relajación y la cedencia elástica o "*creep*" son propiedades de cambios progresivos que resultan de aplicar de manera prolongada un esfuerzo o deformación.

Tensión Set

Los métodos para medir la *tensión set* en Europa generalmente se rigen por la norma ISO 2285, que consisten en estirar una probeta estándar o un corbatín, tal como se observa en la Figura 5 con un esfuerzo constante, mantiene la elongación durante un período de tiempo determinado; la carga se remueve permitiendo su recuperación durante 30 minutos. El incremento en la elongación entre las marcas de la pieza de ensayo,

expresado como porcentaje de la longitud original, es el *set* permanente en tensión.

$$\text{Tension Set} = \frac{L_i - L_0}{L_s - L_0} \times 100$$

Donde:

L_0 : Longitud original de referencia de la probeta.

L_s : Longitud de referencia de la probeta estirada.

L_i : Longitud de referencia después de la recuperación.

El porcentaje de deformación se debe seleccionar según la aplicación final del vulcanizado y referente a la elongación, hasta el rompimiento y a la temperatura del ensayo.

Generalmente se utiliza un valor de 100% pero también se aceptan valores de 25%, 50%, 200% y 300%. Los ensayos pueden efectuarse a temperaturas de 23°C, 70°C, 85°C, 100°C, 125°C o 150°C y la duración del ensayo puede ser

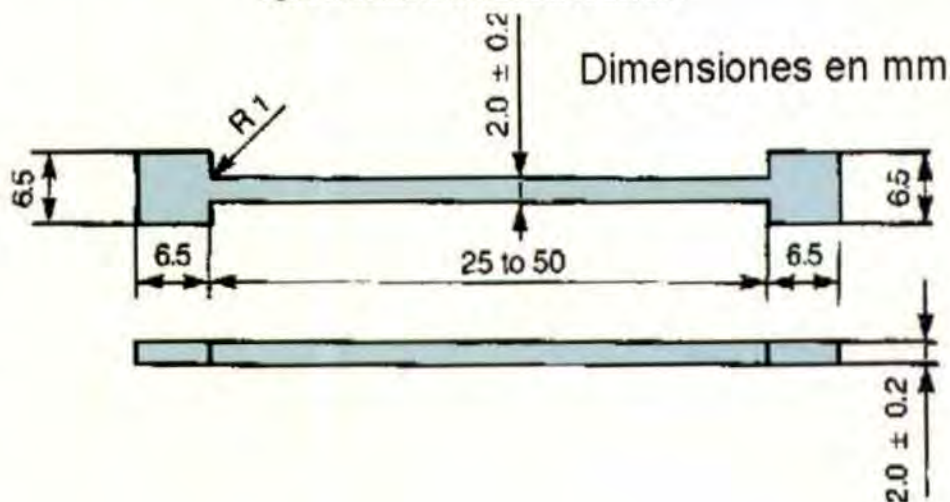
24, 72 o 168 horas. El período de recuperación después que se ha retirado la deformación a la pieza es de 30 minutos.

Compresión Set

Si el elastómero se comprime bajo condiciones específicas, el decrecimiento residual en su espesor después de remover la fuerza de compresión se conoce como *compression set*. Ésta usualmente se expresa como un porcentaje de la deflexión utilizada. Un porcentaje de 100% de *compression set* significa una deformación completa; 0% significa ausencia de deformación. El valor de *compression set* depende de la temperatura, cantidad y duración de la deformación.

Es requisito esencial para una baja *compression set* la temperatura de servicio en los materiales de sello. La *compression set* no debe ser 100%, aún después de largos períodos de tiempo. Es la tendencia permanente a llegar a su forma original, manteniendo la fuerza necesaria para el sellado

Figura 5. Medidas de la Probeta de Tensión Set.



entre las superficies.

Los métodos estándar para la medida de la *compression set* a temperaturas bajas, ambiente y altas se explican en la Tabla 2.

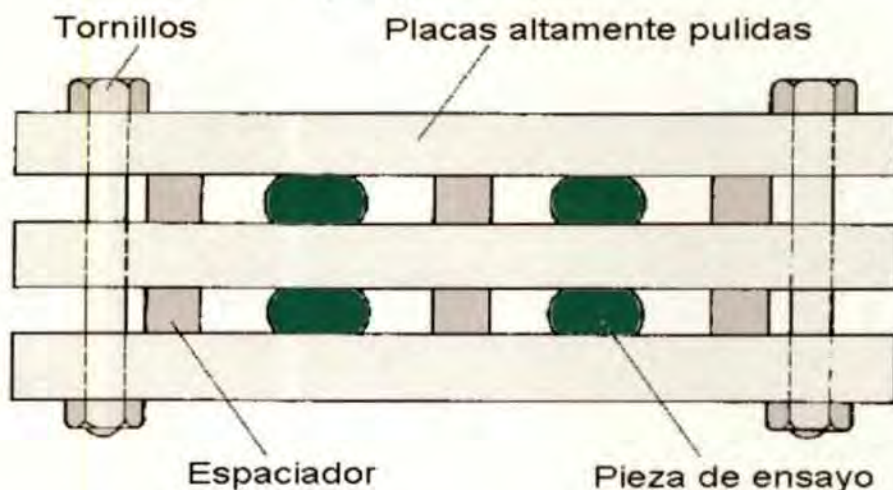
Allí se emplean dos medidas de discos para el ensayo, que son los que se utilizan para el ensayo de los esfuerzos de relajación. Los especímenes de ensayo se comprimen hasta un determinado porcentaje de su altura original, dependiendo de su dureza.

El aparato de *compression set* se fija a un tiempo y a una temperatura específica y después mide el espesor recuperado. La *compression set* se diferencia entre el espesor original y el espesor después de la recuperación, y se expresa como porcentaje de la deflexión utilizada.

En contraste con el ensayo de los esfuerzos de relajación, la *compression set* es fácil de medir, y requiere un aparato simple y de bajo costo (Figura 6).

Se comprimen pequeños discos de dimensión conocida a una altura fija en un montaje simple de guías. Las guías constan de dos o más placas metálicas paralelas, las cuales deben ser lo suficientemente rígidas para permitir la deformación de las probetas sin que se doblen,

Figura 6. Aparato de Compresión



teniendo una medida tal que pueda albergar las piezas de ensayo. Los platos se unen mediante tuercas y tornillos.

Las barras espaciadoras son de un diámetro apropiado y se ubican entre los platos para controlar el espesor de la pieza de ensayo cuando se encuentra comprimida.

Las medidas recomendadas para los discos son 13,0 mm de diámetro por 6,3 mm de espesor o 29,0 mm de diámetro por 12,5 mm de espesor (Figura 7).

Las dos clases de probetas no siempre dan las mismas medidas de *compression set* y las comparaciones se deben hacer con las mismas probetas de ensayo.

El uso de lubricantes en las superficies de contacto es opcional y puede, en algunos de los casos, dar resultados más reproducibles.

Sin embargo, el lubricante puede afectar el resultado de la *compression set* y nuevamente, las comparaciones sólo deberán hacerse cuando las condiciones de ensayo sean similares.

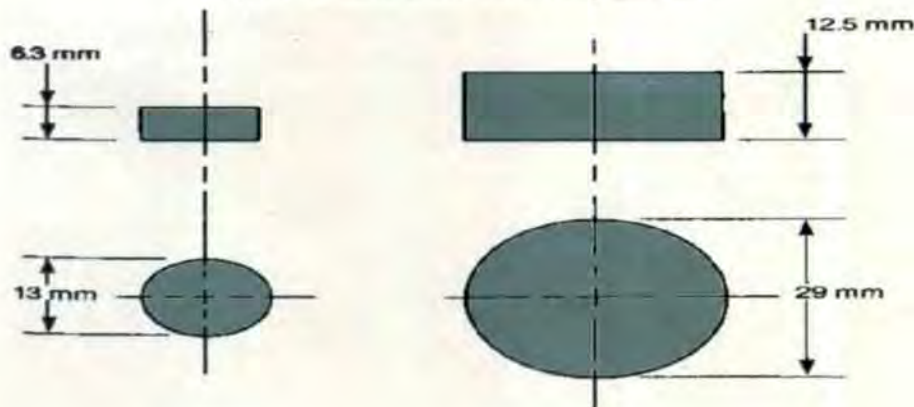
Es recomendable que al menos tres probetas sean ensayadas para determinar los resultados que se promedien. Las tuercas de sujeción deberán apretarse firmemente hasta que las placas estén en contacto con los espaciadores, los cuales generalmente tienen una medida que proporcionan una deformación del 25% a las piezas de ensayo.

El dispositivo de la *compression set* con las piezas de ensayo se sitúa en la parte central del horno a las temperaturas recomendadas de 23°C o una de las nueve temperaturas entre 70°C y 250°C. La duración del ensayo es de 24 horas para temperaturas elevadas o de 72 horas a 23°C. Se pueden

Tabla 2. Métodos estándar para la medida del *compression set*.

ESTÁNDAR ISO	TÍTULO	Norma correspondiente
815	Caucho vulcanizado. Determinación del <i>compression set</i> bajo deflexión constante a temperatura normal y elevada.	ASTM D 395 BS 903, parte A 6 DIN 53517
1853	Caucho vulcanizado. Determinación del <i>compression set</i> bajo deflexión constante a bajas temperaturas.	ASTM D 1229 BS 903, parte A 39 DIN 53517

Figura 7. Medidas de las Probetas de Compression Set.



establecer otras condiciones siempre y cuando los ensayos comparativos se realicen bajo las mismas condiciones.

Al final del tiempo específico, las piezas de ensayo se remueven de las guías y se les da un tiempo de recuperación de 30 minutos a 23°C antes de medir de nuevo el espesor.

La *compression set* es la diferencia entre el espesor original de la pieza de ensayo y el espesor después de la recuperación, expresado como un porcentaje de la compresión aplicada inicialmente.

Compression Set a Esfuerzo Constante

$$= \frac{T_0 - T_r}{T_0 - T_s} \times 100$$

Donde:

T₀: Espesor original de la pieza de ensayo.

T_r: Espesor de la pieza de ensayo después de su recuperación.

T_s: Espesor de la barra espaciadora.

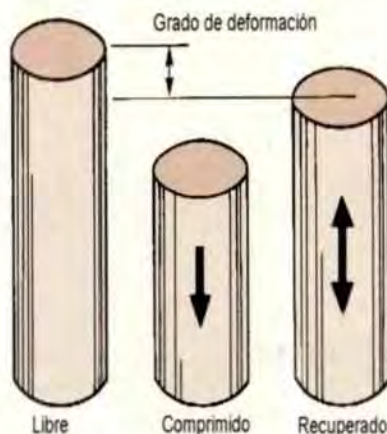
Significado

Las medidas de la "*permanent set*" pueden ser útiles para el control de producción, porque indican el grado de vulcanización que ha tomado lugar en el compuesto, además es útil para seleccionar compuestos entre varias alternativas.

Los compuestos no deseados pueden ser identificados si la "*permanent set*" falla en un rango alto. De otro lado, si la "*permanent set*" se encuentra en un bajo rango, las diferencias entre los valores probablemente no darán una indicación verdadera del desempeño en servicio.

La principal dificultad con la "*permanent set*" es el tiempo de

Figura 8. Diagrama ilustrativo de Compression Set.



ensayo, es relativamente corto con relación al tiempo en servicio. Por ejemplo, las empaquetaduras de las tuberías del alcantarillado principal deben retener sus propiedades de sellado por décadas, en donde el ensayo sólo se hace en unas cuantas horas.

La "*compression set*" es el grado de recuperación de una parte elastomérica, pero no es una medida de la fuerza que él ejerce, la cual es materializada en el sellado. Sin embargo, se ha encontrado que hay una muy buena correlación entre el "*compression set*" y el esfuerzo de relajación.

La medida "*compression set*" no necesariamente se correlaciona con el desempeño en el servicio. De hecho, el hinchamiento causado por el contacto con el fluido en servicio puede compensar la "*compression set*". Por otra parte, una combinación de una alta "*compression set*" y una contracción puede dar lugar a escapes.

Existe una tendencia generalizada a sobre-enfatizar en el valor de la "*compression set*". No obstante, es necesario tener un buen balance de todas las propiedades para obtener un desempeño óptimo.

Finalmente, es importante anotar que el "*compression set*" es un ensayo efectivo como control de calidad para evaluar el estado de cura.

SENA
Regional Valle,
en su Centro
Nacional
de Asistencia
Técnica a la
Industria
ASTIN,
recibió del
ICONTEC
la Certificación
del Sistema de
Gestión de
Calidad
bajo la Norma
NTC ISO
9001-2000



Ing. Aura Elvira Narváez Agudelo
Subdirectora del Centro ASTIN

Erika Johana Álvarez García
Profesional del Centro ASTIN
SENA - Valle

Resumen

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC certificó el Sistema de Gestión de Calidad del Centro Nacional de Asistencia Técnica a la Industria ASTIN del SENA bajo la Norma ISO 9001:2000. La implementación de la cultura de Calidad en un Centro de Formación como el ASTIN es primordial porque contribuye a mejorar los procesos de prestación de Servicios Tecnológicos y Formación Profesional, siempre garantizando la oportuna atención y respuesta a los requerimientos de los clientes y usuarios. Igualmente, estar avalados bajo estos lineamientos le permite al SENA fortalecer su competitividad con elementos que aportan al desarrollo socioeconómico del país.

Palabras Claves: Calidad, mejora continua, cultura de la Calidad, certificación, ISO 9001:2000, Gestión de Calidad, implementar procesos de calidad, optimizar procesos

Abstract

The Colombian Institute of Technical Standards and Certification (ICONTEC) issued a certificate to the Quality Management System of the National Center of Technical Assistance to Industry (ASTIN SENA) under ISO 9001:2000 standard. The implementation of a quality culture in a Training Center like ASTIN is crucial since it contributes to the improvement of Technological Services and Professional Training, while assuring the timely attention and answer to customers and users' requirements. Similarly, being supported by these standards allows SENA to strength their competitiveness with factors that contribute to social and economic development of Colombia.

Keywords: Quality, quality control, certification, ISO 9001:2000, Quality Management System, standardization.

Introducción

La constante evolución de los mercados y una creciente demanda por productos y servicios que cumplan con elevados estándares de calidad generan en los sectores productivos y de servicios tanto públicos como privados, la necesidad de normalizar los procesos bajo

las Normas Internacionales de la familia ISO 9001:2000, que contribuyen a fortalecer la gestión y competitividad de las organizaciones.

El ASTIN proyecta consolidar su liderazgo en Colombia y Latinoamérica como un Centro de Desarrollo Tecnológico y de Asistencia Técnica a la Industria encaminado a cumplir las necesidades de sus clientes y usuarios. Para tal propósito, sus acciones se centran en el diseño y desarrollo de: productos, útiles, nuevos materiales y procesos de manufactura; factores que contribuyen a actualizar la formación profesional y apoyan la innovación y el desarrollo tecnológico.

Para establecer plataformas de gestión que apunta a este propósito, el ASTIN implementó un *Sistema de Gestión de Calidad*, el cual fue certificado por el Consejo Directivo del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, dando así cumplimiento a los requisitos que exige la norma NTC ISO 9001: 2000 para los siguientes servicios:

- **Formación Profesional Integral:**
Diseño y Desarrollo Curricular; prestación de servicios de Formación Titulada y Complementaria. Emprendimiento y Empresarismo.
- **Normalización, Evaluación y Certificación de Competencias Laborales**
- **Investigación y Servicios Tecnológicos:**
Asistencia Técnica; Calibración y Ensayos de Laboratorio.



Evolución Mapas de Procesos del Sistema de Gestión Integral en un año



Antiguo Mapa de Procesos



Actual Mapa de Procesos

Fabricación Especial:

Taller de Prototipos, Aplicación de Recubrimientos Duros sobre piezas mediante la técnica de Deposición Física en Fase Vapor.

- **Proyectos de Investigación aplicada y Desarrollo Tecnológico en:**
Diseño y Desarrollo de Nuevos Materiales, Productos y Procesos de Transformación de Plásticos y Metalmecánicos.

La implementación de un Sistema de Gestión de Calidad al interior del Centro ASTIN dinamizó un cambio en la cultura organizacional y permitió estructurar las bases para iniciar un Modelo de Gestión del Conocimiento.

Este modelo empezó a desarrollarse en los Laboratorios de Pruebas y Ensayos que cuentan adicionalmente con la Acreditación bajo la norma ISO/IEC 17025, emitida por la **Superintendencia de Industria y Comercio** en el 2007. Como resultado de este proceso, se proyecta mantener y mejorar las competencias del talento humano de forma sistémica, dinamizando la oferta de servicios del Centro.

Implementación de un Sistema de Gestión de Calidad

Para implementar el Sistema de Gestión de Calidad (SGC) se realizaron las siguientes acciones: Formulación y Planificación de un anteproyecto; Conformación del Comité de Calidad y Delegación del Representante de

la Dirección; Diagnóstico de la situación del Centro; Actualización del Direccionamiento Estratégico e Identificación de los Procesos con sus interacciones.

Con los resultados de estas primeras acciones, se continuó con:

- Sensibilización y Capacitación del Personal
- Normalización y Documentación
- Implementación del Sistema
- Evaluación y Revisión del Sistema
- Implementación de Planes de Mejora Continua
- Auditoría de Certificación
- Mantenimiento del Sistema de Gestión de Calidad

Hasta la fecha, el Centro ASTIN del SENA en la Regional Valle se encuentra implementando un Sistema de Gestión Integral que involucra las siguientes normas: ISO 9001:2008, NTC GP1000:2004, ISO IEC 17025, el Modelo Estándar de Control Interno MECI y se espera incorporar, a finales del 2009, las normas ISO 14000 e ISO 18000.

Beneficios del SGC al Centro ASTIN:

- El SGC es una herramienta gerencial que permite establecer acciones de mejora continua de manera sistémica.
- Dado que el proceso de Formación Profesional

involucra al aprendiz del SENA, éste puede integrar en su Plan de Formación actividades que le permitan comprender, desde su vivencia, qué significa estar inmerso en un SGC y qué tan importante son los aportes que pueda hacer a las empresas en el momento de llegar a su etapa productiva.

- Permite mejorar la previsión, análisis y gestión de riesgos que tienden a minimizar la generación de quejas y reclamos de los cliente y usuarios del SENA.
- Proporciona bienestar al talento humano, especialmente al reducirse las acciones de reprocesos.
- Promueve la oportuna gestión de la información; la cual debe permanecer siempre disponible por la naturaleza pública de la entidad.
- Eleva el compromiso del personal, cambiando su visión del sistema de trabajo e interiorizando de manera contundente sus aportes al Centro.
- Estandariza los procesos, ya que permite de manera ordenada mantener la trazabilidad de los diferentes servicios que se ofrecen.
- Genera la cultura de monitorear o vigilar los requerimientos de los clientes y usuarios de los diferentes servicios.
- Minimiza el tiempo de administración y gestión por el mayor nivel de delegación y reduce las pérdidas de tiempo por proceso durante el día.
- Agrega valor al facilitar y simplificar los procesos de administración y de dirección.
- Da prestigio al Centro porque genera confianza al cliente



al garantizar la excelencia en sus procesos internos con una mejora continua en infraestructura, tecnología y capital humano que avalan el óptimo funcionamiento de cada una de sus áreas.

- Proporciona una plataforma para la Gestión del Conocimiento mediante la normalización de paquetes de conocimiento que integran la metodología de operación de los procesos, lo que fortalece la productividad y competitividad del Centro.
- Brinda apertura a nuevos mercados por ser un elemento clave de marketing; como consecuencia, se obtiene una mejora en el compromiso del personal hacia el cumplimiento de su misión y visión.

Formación Complementaria o Aprendizaje Complementario en el Sistema de Gestión de Calidad.

Dado que es fundamental para las compañías implementar un Sistema de Gestión de Calidad, el Centro ASTIN ofrece asistencia técnica y programas de formación complementaria especializada para el sector productivo en las siguientes áreas:

- a) Auditorías Internas de Calidad, según la Norma ISO 9001:2000.
- b) BPM (Buenas Prácticas de Manufactura).
- c) Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL), Norma ISO 17025:2005
- d) Estimación de la Incertidumbre en la Medición GUM.
- e) Gestión Estratégica de Procesos ISO 9001:2000.
- f) Herramientas Estadísticas para el Control de la Calidad.
- g) Sistemas de Aseguramiento Metrológico NTC 10012:2003.
- h) Interpretación de los Requisitos, Norma ISO 9001:2000.
- i) Metrología Aplicada a Masas y Balanzas.
- j) Metrología Dimensional Básica.
- k) Metrología Dimensional Específica (Ajustes y Tolerancias).

- l) Sistema de Gestión Ambiental ISO 14000.
- m) Diplomado de Gestión Metrológica.
- n) Diplomado en Diseño de Productos.

Conclusión

Tanto la certificación en ISO 9001:2000 como la *Acreditación bajo la norma ISO IEC 17025 en los Laboratorios de Metalografía y Espectrometría para el área de Materiales Metálicos y Metrología Dimensional para Mediciones Industriales* demuestran que los proyectos que se desarrollan en el Centro ASTIN del SENA **dinamizan la generación, el uso y la Socialización del Conocimiento**, aportando con ello capacidades para contar con un mejor capital humano y social en nuestro país.

Un Sistema de Gestión de Calidad como herramienta gerencial dinamiza el rol de la dirección en las organizaciones cuando se asume con toda la responsabilidad, es así como se pueden establecer proyectos de mejora continua de cara a la innovación y al desarrollo tecnológico, por tanto es de vital importancia que los empresarios interioricen la cultura de la calidad como una de sus tantas estrategias de gestión que permiten modelar al interior de las organizaciones un futuro que le apueste a la productividad y competitividad.

Referencias:

1. Separata El País "Certificación" Sabado 25 de Octubre de 2008.
2. GIL LENIS Gustavo Adolfo "Implementación y Certificación" Informador Técnico No. 69, P. 25 - 28, 2005 Cali - Colombia.
3. Normas Técnicas ICONTEC - NTC-ISO 9001:2001 NTC-ISO/ IEC 17025: 2005, ISO 14000, NTC 10012
4. <URL: <http://www.conocimientosweb.net/zip/article3727.html>>.

VIGILANCIA TECNOLÓGICA

COMO HERRAMIENTA
EN LOS PROYECTOS DE
MEJORAMIENTO DE LA COMPETITIVIDAD
EN LA INDUSTRIA DE

RECUBRIMIENTOS DUROS

RESUMEN

El proyecto *Recubrimientos Nanométricos de TiN/TiAlNbN, TiN/ZrN y B₄C/BCN/c-BN* tiene como objetivo el mejoramiento, la productividad específicamente en la empresa Colombiana **AGRAF S.A.** El propósito de trabajar en conjunto con esta compañía es incrementar la competitividad y el perfeccionamiento de la productividad en la planta con la conversión de papel utilizando materiales compuestos de tecnología avanzada mediante los Recubrimientos Duros sobre cuchillas empleadas en la planta de conversión.

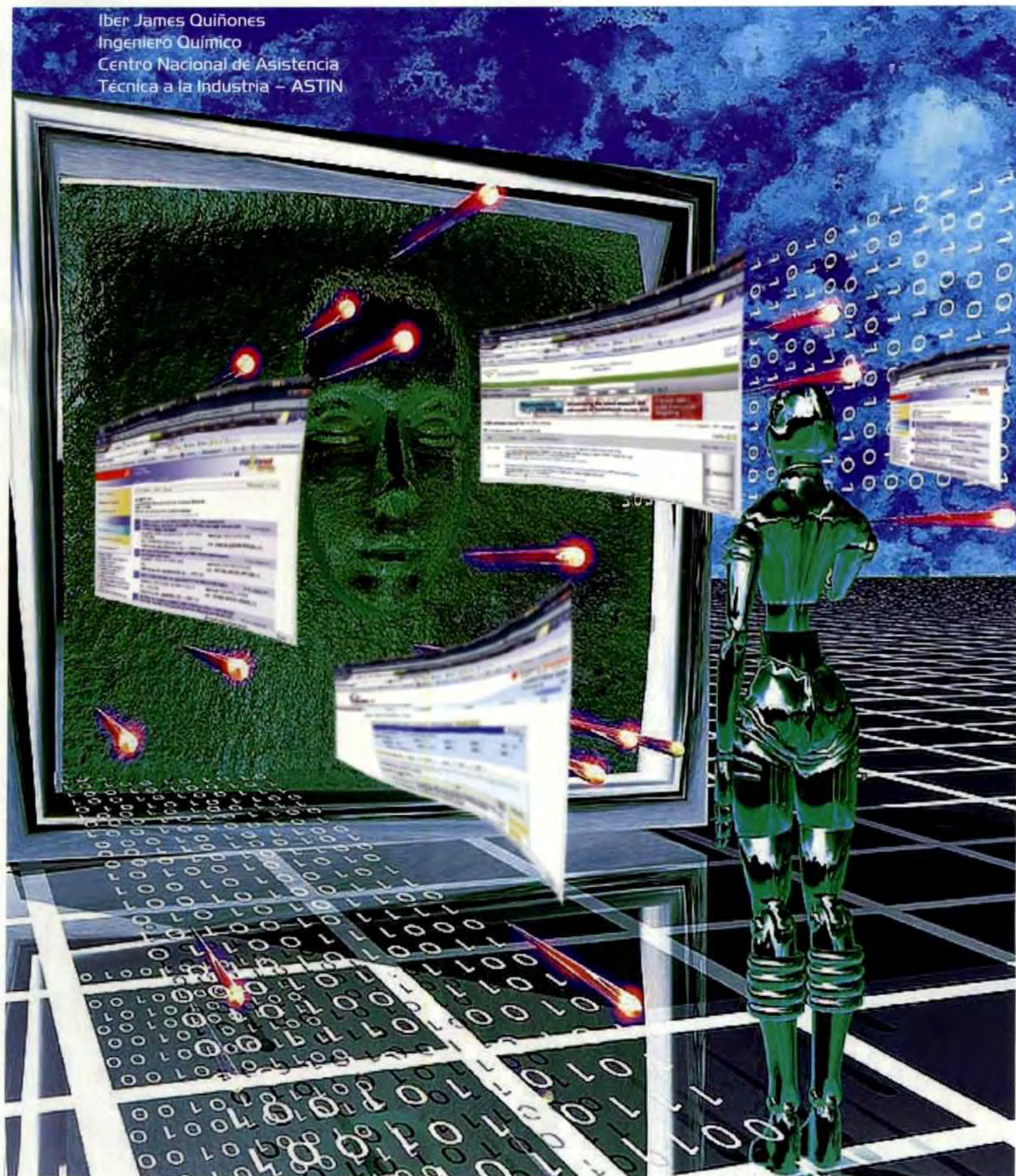
Este proyecto se desarrolló en el Centro ASTIN, en conjunto con la empresa AGRAF S.A. y el Centro de Excelencia en Nuevos Materiales (CENM). El punto de partida, se efectuó con una Vigilancia Tecnológica el propósito consistía en analizar la tendencia de las investigaciones sobre el tema, que se han producido en los últimos quince (15) años, teniendo en cuenta el identificar las empresas, países e inventores líderes en las tecnologías de los Recubrimientos de Nitruro de Zirconio (ZrN). En este artículo se presentan los resultados de la Vigilancia, realizada de acuerdo con la metodología desarrollada en el Centro ASTIN.

PALABRAS CLAVE: Vigilancia Tecnológica, productividad, herramientas de corte, recubrimientos duros, recubrimientos de ZrN, nitruro de zirconio, ZrN, patentes, artículos científicos.

ABSTRACT

The aim of the project **TiN/TiAlNbN, TiN/ZrN y B₄C/BCN/c-BN nanometric coatings for productivity and competitiveness improvement of AGRAF S.A.** is to increase the competitiveness of the company and the productivity of the paper conversion plant by using advanced materials, specifically hard coatings deposited on the blades used. This project was carried out by ASTIN, the beneficiary company (AGRAF) and the New Materials Excellence

Iber James Quiñones
Ingeniero Químico
Centro Nacional de Asistencia
Técnica a la Industria - ASTIN



Center (CENM).

The starting point of the project was the Technological Surveillance, having as its main purpose was to analyze the behavior of research that have been performed over the last 15 years about this topic.

The main companies, inventors and countries were also identified in the study. This article presents the results of the surveillance, which was undertaken according to the methodology devised and executed at ASTIN.

KEY WORDS: Technological Surveillance, productivity, cutting tools, hard coatings, ZrN coatings, zirconium nitride, ZrN, patents, scientific articles.

RECUBRIMIENTOS DE ZrN

Mediante la aplicación de Recubrimientos Duros tipo Multicapas Nanométricas de ZrN sobre herramientas de corte (cuchillas y contra-cuchillas), es posible incrementar la vida útil de las elementos anteriormente mencionados y disminuir tanto los costos como los tiempos muertos en las labores de mantenimiento requeridas.

La Vigilancia Tecnológica se realizó entorno a los recubrimientos de ZrN que consistió, fundamentalmente, en la exploración de las bases de datos, patentes y artículos científicos publicados a partir de 1995. Como palabras clave se

emplearon ZrN, Zirconium, Nitride, Multilayers y Coating.

PRODUCCIÓN DE ARTÍCULOS

La búsqueda de artículos científicos sobre el tema de Recubrimientos de ZrN se efectuó a partir de las bases de datos Ebsco Host, Science Direct, la Oficina de Propiedad Intelectual de Singapur (IPOS) y la tesis de grado "Producción y caracterización de superredes de Nitruro de Titanio-Nitruro de Circonio como Recubrimientos Duros sobre acero para sustitución de un producto importado en el corte de papel", de Caicedo^[4].

Se encontró que para el período analizado (1995-2008), la mayoría de los artículos sobre Recubrimientos de ZrN quince (15) pertenecen a estudios de las propiedades mecánicas y a los ensayos elaborados para estos Recubrimientos, debido a sus innumerables aplicaciones en las áreas de Tecnología Mecánica e Ingeniería, destacándose los artículos de Chen^[1], Jianxin^[2],

Chou^[3] y Caicedo^[4].

La Figura 1 comprueba que se encontraron trece (13) artículos relacionados con la estructura cristalina, las formas de cristalización, la orientación, las fases y la morfología de los recubrimientos de ZrN.

Los artículos con propiedades electroquímicas (que agrupan las propiedades químicas) fueron ocho, y abordan el tema de la resistencia a la corrosión con fines de aplicación en el área de protección de piezas y Recubrimientos decorativos.

Así mismo, se hallaron siete (7) artículos que estudian los parámetros de deposición y sus efectos sobre las propiedades de los Recubrimientos; por último, los que tratan el tema de los parámetros de red [seis (6) artículos], las propiedades térmicas [cinco (5) artículos] y tan sólo uno que representa el diagrama de fase Zr vs N.

Es importante destacar que el comportamiento de las publicaciones en Recubrimientos de ZrN aumentaron entre el 2003 y 2008,

FIGURA 1 DISTRIBUCIÓN DE LOS ARTÍCULOS CIENTÍFICOS POR TEMAS



como se expone en la Figura 2; sin dejar atrás el 2008 con el mayor incremento de escritos, debido a la búsqueda de nuevas aleaciones que cumplieran con las exigencias actuales en lo relacionado con aplicaciones mecánicas y químicas de los materiales compuestos utilizados en ingeniería.

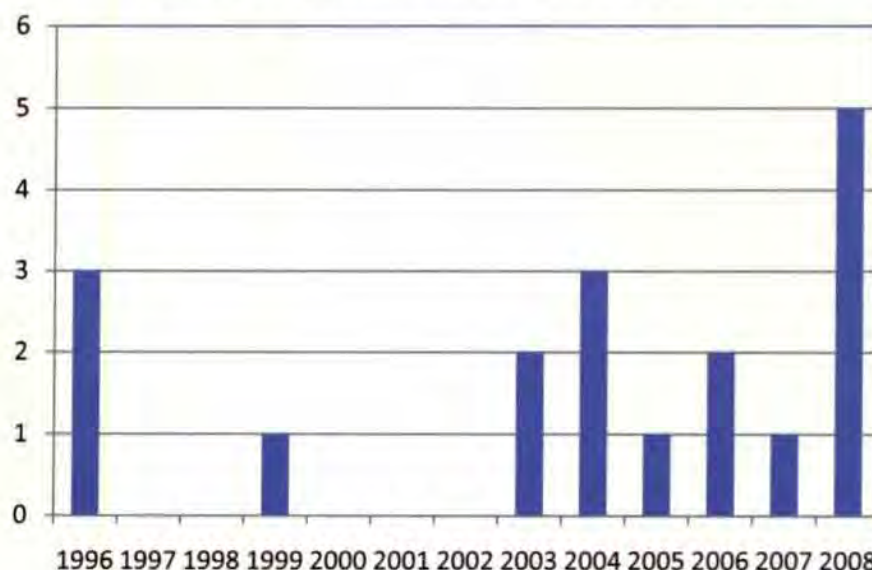
En cuanto a la documentación consultada, los artículos con información más relevante sobre los recubrimientos de ZrN resultaron ser los autores Chen^[1], Jianxin^[2], Chou^[3] y Caicedo^[4] mencionados anteriormente.

A continuación se presenta un resumen de la relación de cada uno de los artículos con palabras claves utilizadas en la Vigilancia: propiedades mecánicas, propiedades electroquímicas, parámetros de red, estructura cristalina y parámetros de Deposición de los Recubrimientos.

PROPIEDADES MECÁNICAS

En el transcurso de este año y hasta la fecha se han publicado cinco artículos sobre el tema; siendo este el periodo de mayor número de escritos al respecto desde 1995 Jianxin^[2] examinó las propiedades microestructurales y fundamentales de los Recubrimientos ZrN (ZC-1) y ZrN/Zr (ZC-2), depositados por Deposición Física en Fase Vapor (PVD) en carburos cementados YT15 (WC+15%TiC+6%Co), con pruebas de mecanizado en seco sobre acero endurecido.

FIGURA 2. PRODUCCIÓN DE PATENTES POR AÑO



En el desarrollo de la Vigilancia Tecnológica, se hallaron tres publicaciones relacionadas con las propiedades electroquímicas.

En 1996, Cawley^[5] presentó una investigación sobre la cristalografía y las periodicidades Multicapas utilizando diferentes técnicas espectrométricas, y Miloiev^[7] publicó una investigación sobre la composición, el espesor y la estructura de las capas formadas por la oxidación electroquímica de Recubrimientos de ZrN en reguladores de ftalato (pH 0.5).

En 2004, Chen^[1] realizó un trabajo sobre los diagramas de fase y los parámetros de deposición, que requirió baja energía de formación.

La pureza del blanco de Zr fue de 99.5%, su tamaño de 5cm de diámetro y el tiempo de deposición de 8 min.

La distancia entre el blanco y el sustrato fue de 60 mm; la presión

inicial de deposición aplicada fue 3×10^{-6} Torr; la pureza de los gases (Argón de trabajo y N₂ reactivo) estuvo en el 99.95%, la presión de trabajo aplicada 8×10^{-3} Torr con una relación N₂/Ar de 1.88 %, un flujo de 50 sccm, la temperatura inicial del sustrato fue la temperatura ambiente $T_s = 25^\circ\text{C}$, incrementándose luego a 92, 97 y 117°C para una polarización del sustrato de $V_b = 0, -45$ y 50 V, respectivamente.

La potencia dc permaneció en 150 W, equivalente a un voltaje desplazado dc del blanco de 350 V y una corriente del sustrato de 0.43 A.

La velocidad de deposición a $V_b = 50$ V fue de 93nm/min y para $V_b = -45$ V fue de 75 nm/min, lo cual produjo un espesor de película de ZrN de 600 nm. En el 2008, Jianxin^[2] depositó el Recubrimiento de ZrN con los siguientes parámetros: la temperatura del recubrimiento de 250°C , una presión total del gas

TABLA 1. INFORMACIÓN CONSOLIDADA DE LAS BASES DE DATOS

BASE DE DATOS	TEMA					PARÁMETROS RED	ESTRUCTU RA	DIAGRAMA FASE	CRECIMIENT O
	PROP. FÍSICAS	PROP. QUÍMICAS	PROP. MECÁNICAS	PROP. TÉCNICAS	PROP. ELECTROQUÍMICA				
ESPAENET	4	7	4	0	1	0	0	0	3
USPTO	9	3	8	1	7	0	0	0	0
TOTAL	4	7	4	0	1	0	0	0	3

de 0.5 Pa, la presión del N₂ de 0.09 Pa, el voltaje bias de -250 V, la corriente en el cátodo de 90 A, el tiempo de deposición del Recubrimiento de 60 min, distancia de la fuente al sustrato de 120 mm y la potencia de 2.5 KW.

En este año, el mismo grupo de trabajo investigó las condiciones de deposición del Recubrimiento de ZrN: temperatura del Recubrimiento de 250°C, presión total del gas de 0.5Pa, presión de N₂ de 0.09Pa, voltaje bias de -250 V, corriente en el cátodo de 90A, tiempo de Recubrimiento de 60 min, distancia de la fuente al sustrato de 120 mm y potencia de 2.5 KW.

PRODUCCIÓN DE PATENTES

La búsqueda de patentes se ejecutó con las bases de datos Esp@cenet^[7], USPTO (United States Trademark and Patent Office^[8]) y SURFIP^[9], mediante el uso de palabras clave ZrN, Zirconium y Nitride.

La primera base de datos consultada arrojó once (11) resultados sobre el tema, y la relación con esta investigación muestra que las invenciones registradas en esta oficina de patentes conducen principalmente a hallazgos en las propiedades químicas, físicas y

mecánicas de los Recubrimientos de Nitruro de Zirconio (ZrN).

En los documentos de patentes consultados no se registró información sobre parámetros de red, estructura cristalina y diagramas de fase.

En la base de datos Estadounidense USPTO se identificaron doce patentes relevantes, enfocadas a las propiedades físicas, mecánicas y electroquímicas de los trabajos con alto nivel de innovación.

Al igual que con Esp@cenet, en documentos de patentes consultados no se halló información sobre parámetros de red, estructura cristalina y diagramas de fase.

En el consolidado de las dos bases

de datos Tabla 1, la tendencia se mantiene en las propiedades físicas, mecánicas y químicas, con poca o ninguna producción de nuevo conocimiento en los demás temas.

La Figura 3 ilustra la publicación de patentes por año. En ella se observa que los años de mayor producción fueron 1997 y 2007, aunque es necesario tener en cuenta las siguientes diferencias: en 1997 predominaron las patentes estadounidenses, mientras que en el 2007 prevaleció las europeas.

Es decir que los inventores líderes (los estadounidenses) disminuyeron el nivel de publicación de procesos y productos para esta tecnología, contrario al caso de los europeos.

FIGURA 3. PRODUCCIÓN DE PATENTES POR AÑO

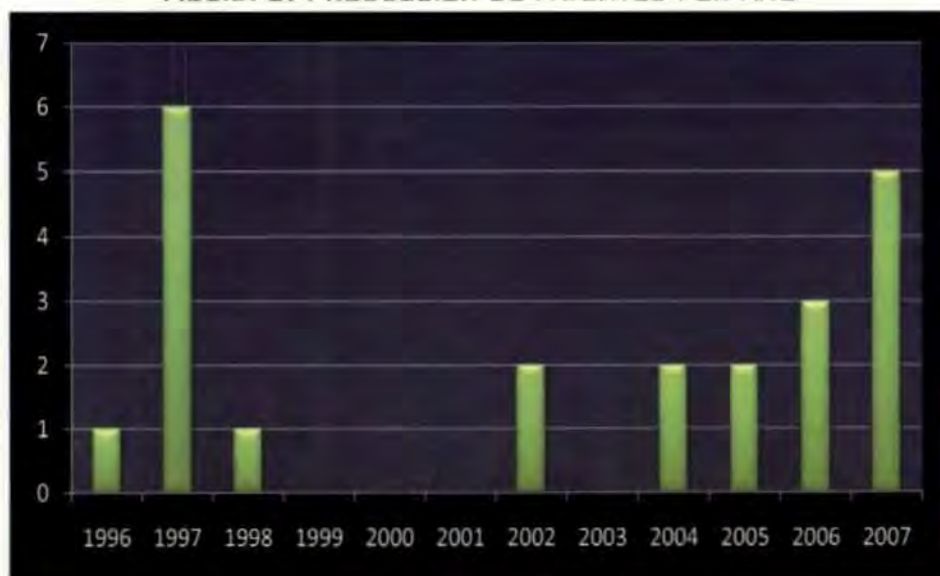
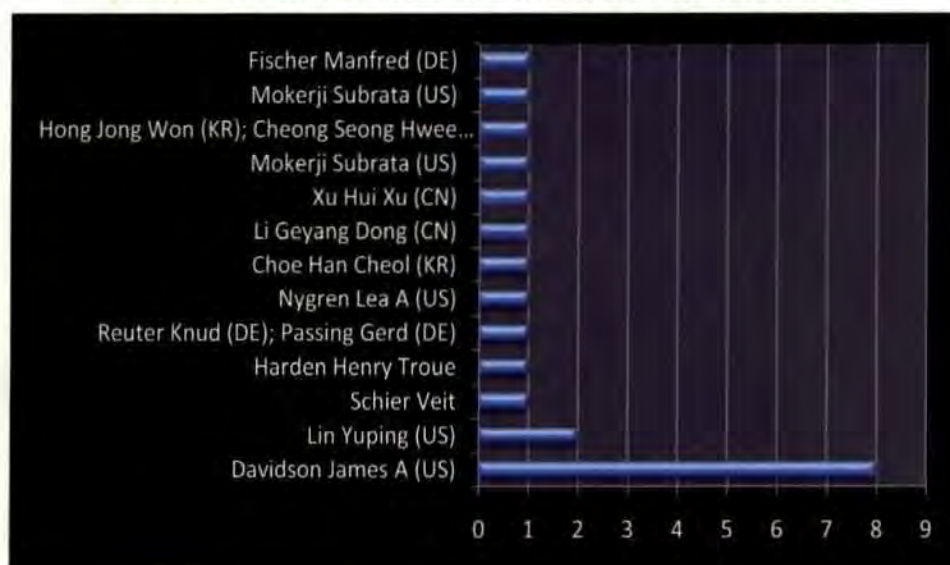


FIGURA 4. PRODUCCIÓN DE PATENTES POR INVENTOR



Las Figuras 4 y 5 presentan la producción de patentes por inventor y compañía, respectivamente. En ellas se observa que el principal inventor de Recubrimientos de ZrN **Davidson James** y la firma Norteamericana líder es **Smith & Nephew**. Además, se analiza una relación entre las nacionalidades del inventor y de la organización.

Dada la escasa información sobre las propiedades de los Recubrimientos y los parámetros de deposición, la Tabla 2 resume las propiedades y los parámetros encontrados.

Igualmente, en la Tabla 3 expone la información de las patentes que contienen la mayor cantidad de información. Sin embargo, se desarrollo un análisis de las patentes anteriores, donde se considera que el numeral ocho (8) de la Tabla 3, no corresponde al inventor ni a la empresa líder.

CONCLUSIÓN

Herramientas como la Vigilancia Tecnológica y la Inteligencia Competitiva son de vital importancia en las empresas de hoy porque permiten identificar las tendencias generadas en investigación de las líneas tecnológicas de las empresas de hoy.

Mediante el monitoreo permanente de la información contenida en las bases de datos de patentes y artículos científicos es posible la identificación de los paradigmas tecnológicos que debe asumir la empresa para ser competitiva en un mercado cada vez más exigente.

Tal es el caso de la industria de los recubrimientos duros, sector que está tomando cada vez mayor importancia gracias a los adelantos en ciencias como la nanotecnología y la ingeniería de materiales.

El identificar las empresas líderes, los inventores líderes y los principales temas de investigación proporciona un bosquejo de lo que está sucediendo alrededor de los recubrimientos de TiN/ZrN que permite la toma de decisiones hacia la construcción de proyectos de investigación al interior de la empresa cliente, en este caso AGRAF S.A.

FIGURA 5. PRODUCCIÓN DE PATENTES POR EMPRESA

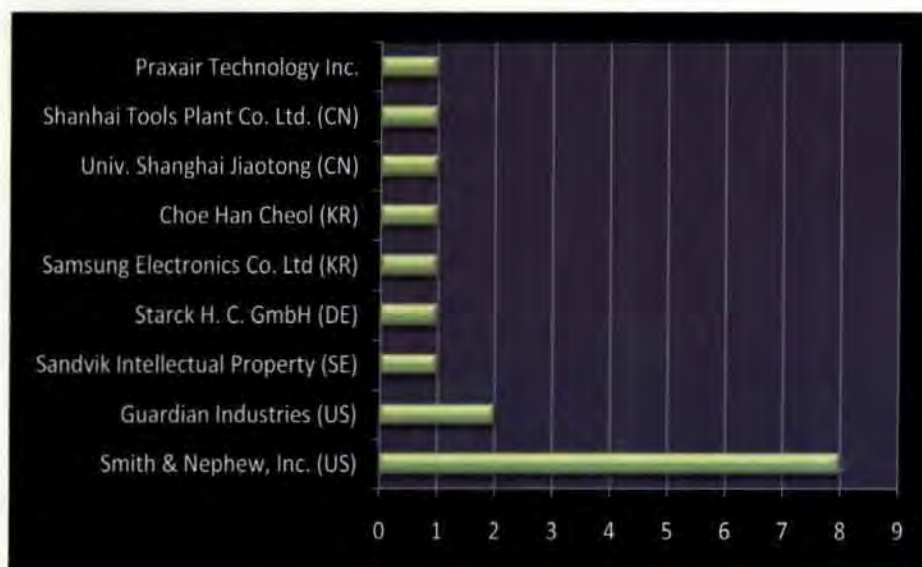


TABLA 2. PROPIEDADES FÍSICAS Y PARÁMETROS DE DEPOSICIÓN ENCONTRADOS EN PATENTES

No.	PATENTE	PROPIEDADES FÍSICAS/QUÍMICAS	PARÁMETROS DE DEPOSICIÓN
1	US2007179374	Contenido de N: 41-48%, 42-45%, 43-44% en peso atómico	100-300 watts; presión: 1-50 mtorr.; N ₂ /gas inerte: 10:90 y 25:75
2	US5242753	Tamaño del cristal: 12-24 nm; 13-20 nm, medido en la dirección perpendicular al plano de difracción (111). Contenido de N, ver patente. Tamaño del cristal DIII, ver patente. El efecto del contenido de N en el tamaño del cristal. Esfuerzos de compresión residuales de los recubrimientos de ZrN. Efecto del contenido de N en el esfuerzo de compresión. Profundidad del área de sputtering: 5 µm.	Procedimiento de producción del recubrimiento (a) y (b). Mezcla posible de gases: Ar/N ₂ , Kr/N ₂ , He/N ₂ , Xe/N ₂ , Ne/N ₂ . Espesor de la capa exterior: 0,1-6,0 µm; 0,2-4,0 µm. Espesor del recubrimiento: 1-10 µm al desgaste, 8-40 µm a erosión. Proceso de deposición utilizado: Evaporación por arco. Presión de la cámara: Primero <7x10 ⁻⁴ Pa, y luego llenado con Ar a 0,7 Pa. Bias negativo de 1 KvDC. Tiempo: 30-60 min. Corriente del arco: 200-350 A. Presión del ambiente Ar/N ₂ : 4 Pa. Flujo de N ₂ : 70-90 sccm Flujo total de Ar: 240 sccm. Temperatura de deposición: 410-520°C. Medición de microdureza: De 2,037 Kg/mm ² a 2,588 Kg/mm ² . Efecto del contenido de N en la microdureza. Resistencia a la erosión y efecto del contenido de N en este valor.
3	CN1807089	Espesor del ZrN: 2-10 nm. Espesor del Al ₂ (O _{1-x} N _x) ₃ : 0,3-1,1 nm. Espesor total: 2-5 µm. Pasos en la formación del ZrN/Al ₂ (O _{1-x} N _x) ₃ . Dureza del ZrN/Al ₂ (O _{1-x} N _x) ₃ : 30 GPa. Temperatura de resistencia a la oxidación: >1000°C.	
4	CN1793415	Rigidez del recubrimiento: >30 GPa. Temperatura de resistencia a la oxidación: 1000°C. Método de preparación del recubrimiento multicapa.	
5	SE529052	Espesor total de la capa: 3-30mm. Espesor de la capa de ZrN: <1µm (0,1-0,6)	
6	SG47604	Recubrimiento resistente al desgaste y a la erosión para sustratos, con un porcentaje de N atómico de 41-48%. Este recubrimiento tiene buen tamaño de cristal, medido en la dirección perpendicular al plano de difracción (111), de entre 12 y 24nm, preferiblemente entre 13 y 20nm. También se describe el proceso para la obtención del recubrimiento.	
7	WO2004046058	Artículo recubierto con al menos una capa de Zr y/o ZrN en medio de un par de capas dieléctricas. Buena resistencia a la corrosión, buenas prop. Mecánicas, resistencia al rayado, buena estabilidad al color. - Resistencia a la corrosión - Estabilidad al color - Resistencia al rasgado bajo tratamientos térmicos.	
8	KR20070011135		Deposición por CVD.
9	KR20060125268		
10	CN1807089	Presenta los espesores de las capas y la descripción de las etapas para la formación del recubrimiento completo.	La deposición de las capas se hace con la tecnología sputtering reactiva de doble objetivo en una atmósfera de argón y nitrógeno.
11	US6168242	- Composición de la aleación Zr/Ti.A5 - Color - Espesor de la aleación. - Espesor superior.	- Deposición en PVD. - Ejemplo de aplicación.
12	KR20070111709		
13	US2004096671	- Resistencia a la corrosión - Resistencia al rasgado - Estabilidad del color.	
14	US5649951		
15	US2005218603	- Composición del recubrimiento. - Espesor del recubrimiento. - Porcentaje de los elementos del recubrimiento en % atómico. - Contenido total de metales en el recubrimiento en % atómico.	

TABLA 3. RESUMEN DE LAS PATENTES MÁS RELEVANTES

No.	No. de publicación	Año	Título de la patente	Inventor	Empresa
1	US2004096671	2004	Heat treatable coated articles with zirconium or zirconium nitride layer and methods of making same	Lin Yuping (US)	
2	US5649951	1997	Zirconium oxide and zirconium nitride coated stents	Davidson James A (US)	Smith & Nephew Inc. (US)
3	US5628790	1997	Zirconium oxide zirconium nitride coated valvular annuloplasty rings	Davidson James A (US)	Smith & Nephew Inc. (US)
4	US5611347	1997	Zirconium oxide and zirconium nitride coated percutaneous devices	Davidson James A (US)	Smith & Nephew Inc. (US)
5	US5588443	1996	Zirconium oxide and zirconium nitride coated guide wires	Davidson James A (US)	Smith & Nephew Inc. (US)
6	US5496359	1996	Zirconium oxide and zirconium nitride coated biocompatible leads	Davidson James A (US)	Smith & Nephew Inc. (US)
7	US5647858	1997	Zirconium oxide and zirconium nitride coated catheters	Davidson James A (US)	Smith & Nephew Inc. (US)
8	SG47604	1998	Substoichiometric zirconium nitride coating	Harden Henry Troue	Praxair Technology Inc.
9	US5628790	1997	Zirconium oxide zirconium nitride coated valvular annuloplasty rings	Davidson James A (US)	Smith & Nephew, Inc. (US)
10	WO2004046058	2004	Heat treatable coated articles with zirconium or zirconium nitride layer and methods of making same	Lin Yuping	Guardian Industries (US)
11	US2007179374	2007	Implantable electrodes having zirconium nitride coatings	Nygren Lea A (US)	

REFERENCIAS

- CHEN, Cheng-Shi et al. Study of mechanical properties of PVD ZrN films, deposited under positive and negative substrate bias conditions. Scripta Materialia [online]. 2004, no. 5. p. 715-719. Available from Science Direct.
- JIANXIN, Deng et al. Wear mechanisms of PVD ZrN coated tools in machining. International Journal of Refractory Metals and Hard Materials. [online]. 2008, no. 26. p. 164-172. Available from Science Direct.
- CHOU, Wen-Jun et al. Optimization of the deposition process of ZrN and TiN thin films on Si(1 0 0) using design of experiment method. Materials Chemistry and Physics. [online]. 2003, no. 82. p. 228-236. Available from Science Direct.
- CAICEDO, Julio. Producción y caracterización de superredes de nitruro de titanio-nitruro circonio como recubrimientos duros sobre acero para sustitución de un producto importado en el corte de papel. Tesis de grado.
- CAWLEY, J.; TITCHMARSH, J.M. and DONOHUE, L.A. Investigation of elemental distributions in TiAlN-ZrN multi-layers using analytical transmission electron microscopy. Surface & Coatings Technology. [online]. 1996, no. 86-87. p. 357-363. Available from Science Direct.
- MILOIEV, I. Electrochemical oxidation of ZrN hard (PVD) coatings studied by XPS. Surface and Interface Analysis. [online]. 1996, no. 24. p. 448-458. Available from Science Direct.
- Espacenet. Available from Internet:
<URL <http://ep.espacenet.com>>
- USPTO. Available from Internet:
<URL: <http://uspto.gov.co>>.
- SURFIP. Available from Internet:
<URL: <http://surfip.gov.sg>>



Irma Chacón Pérez
Coordinadora Grupo de Prensa
Oficina de Comunicaciones
SENA - Dirección General

SENA sigue siendo la entidad más querida por los Colombianos con el 92.81% de Favorabilidad

Según la Firma Yanhass.

El SENA sigue ocupando el primer lugar entre las entidades más queridas por los colombianos y además, aumentó su porcentaje de favorabilidad, pasando de un 90.1% obtenido a principios de año a un 92.8%, que hasta la fecha sigue vigente.

Así lo revela una encuesta realizada por la firma privada Yanhass adelantada el mes de noviembre entre 1.300 colombianos, de todos los estratos socioeconómicos del país residentes en varias ciudades y contempla la valoración a instituciones públicas, privadas, medios de comunicación y partidos políticos, entre otros organismos.

Este es el cuarto año consecutivo en que el SENA obtiene el primer puesto, lo que evidencia la credibilidad y confianza que tienen los colombianos en los procesos y programas que lidera la entidad a nivel nacional.

En cuanto a imagen desfavorable, el SENA disminuyó este porcentaje, pasando de 8.30% en el primer

semestre a 6.11% en el segundo semestre de este año.

"Estos resultados se dan gracias a la dedicación y el compromiso de todos los funcionarios del SENA y más aún con tan alto porcentaje", aseguró el Director General del SENA, Darío Montoya Mejía.

En esta misma encuesta el SENA, en el 2005, obtuvo el primer lugar con un 86,2%; en 2006 aumentó a 88,7%; en 2007 logró un 87,4%

y en este 2008 llegó a 90.1%; a principios de año y en esta última encuesta logró un 92.8%.

"Este logro nos incentiva a seguir adelante con la voluntad y dedicación que hemos demostrado y a cambiar e innovar todos los días, para responderle a los retos que Colombia, sus comunidades, sus empresas, sus trabajadores y su juventud requiere", concluyó Doctor Darío Montoya Mejía - Director General SENA.

INSTITUCIONES	Favorable				
	2005	2006	2007	2008 -01	2008-02
EL SENA	86,20%	88,70%	87,47%	90,10%	92,81%
ICBF (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar)	83,10%	88,20%	81,00%	77,70%	84,92%
El Ejército	85,60%	78,90%	82,70%	87,80%	82,78%
Los Medios de Comunicación	74,90%	75,40%	71,90%	73,80%	73,84%
La Iglesia	79,20%	71,70%	75,40%	74,10%	76,90%
La Presidencia de la República	72,90%	70,80%	73,60%	76,60%	80,51%
Plan Colombia	63,60%	61,70%	66,40%	66,30%	67,63%
La Fiscalía	65,70%	60,50%	67,80%	67,80%	72,27%
Ecopetrol	66,60%	60,10%	67,50%	73,00%	72,35%
La Policía	70,40%	59,70%	63,90%	67,10%	63,64%
Los Empresarios	59,60%	58,30%	60,60%	58,90%	62,69%
Acción Social de la Presidencia	0,00%	48,10%	61,30%	68,40%	72,06%
Corte Constitucional	44,30%	43,60%	47,00%	47,30%	45,73%
El ISS: Instituto de los Seguros Sociales	51,80%	41,90%	47,10%	51,10%	50,21%
El Congreso	38,70%	34,80%	42,10%	41,40%	44,47%
Senado				37,00%	42,33%
Cámara de Representantes				38,00%	40,53%
El Partido Liberal	39,40%	34,80%	38,90%	40,20%	43,71%
El Polo Democrático	29,80%	32,50%	33,80%	37,40%	36,61%
El Partido Conservador	30,60%	31,00%	34,60%	37,50%	38,95%
Los Paramilitares	10,50%	7,40%	6,10%	4,80%	6,59%
El ELN	6,40%	6,40%	5,70%	4,50%	6,38%
Las Farc	5,20%	5,20%	6,10%	2,80%	2,80%



Calle 52 No. 2 Bis -15

Tels: (2) 431 5847

(2) 431 5800 Ext: 22667

Ext: 22695

Fax: (2) 447 1075 - 446 7182

E-mail: astin@sena.edu.co

www.sena.edu.co

<http://centroastinsena.blogspot.com/>

Cali- Colombia

ASTIN

CENTRO NACIONAL DE
ASISTENCIA TÉCNICA A LA
INDUSTRIA - ASTIN

*"Transferencia de Tecnología
para el Progreso"*