



Instituto Nacional  
de Tecnología Industrial



CEMEC  
Centro de Investigación y  
Desarrollo en Mecánica

ISSN 1514-9870

# Reporte *Metal*Mecánico

Año 3 N° 4 | Junio. 2003

## Contenido

- Ingeniería de superficies en implantes dentales.
- Ensayos de aptitud y comparaciones entre laboratorios.
- En busca del mesón perdido y el fierro meteórico de la Revolución.
- Inspección electromagnética de cables.
- Diseño mecánico por computadora.
- La tecnología del corte por chorro de agua.
- Patrones de Cr-Ni para el control de líquidos penetrantes.

FRANQUEO A PAGAR

CUENTA N° 11041

CORREO ARGENTINO  
SUC. SAN MARTIN  
C.P. 1650

# CURSOS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

## PROGRAMACIÓN AÑO 2003

Fecha	Método	Nivel
07 al 11 de Abril	Líquidos Penetrantes Total: 40 horas	1 - 2
12 al 16 de Mayo	Partículas Magnetizables Total: 40 horas	1 - 2
27 de Mayo	Líquidos Penetrantes Total: 8 horas (Actualización)	1 - 2
02 al 06 de Junio	Ultrasonidos Total: 40 horas	1
12 de Junio	Partículas Magnetizables Total: 8 horas (Actualización)	1 - 2
23 al 27 de Junio	Corrientes Inducidas Total: 40 horas	1
06 al 08 de Agosto	Ultrasonidos Total: 16 horas (Actualización)	1 - 2
12 al 15 de Agosto	Interpretación Radiográfica Total: 24 horas	
25 al 29 de Agosto	Radiografía Industrial Total: 40 horas	1
01 al 05 de Septiembre	Corrientes Inducidas Total: 40 horas	2
15 al 26 de Septiembre	Radiografía Industrial Total: 80 horas	2
13 a 24 de Octubre	Ultrasonidos Total: 80 horas	2

- Todos los cursos se dictan de acuerdo a los requisitos de la Norma IRAM-ISO 9712.
- Los cursos podrán iniciarse en la fecha indicada una vez que se haya completado el cupo mínimo de 12 asistentes.
- Los horarios de los cursos se definirán oportunamente.
- El CEMEC se reserva el derecho de alterar este calendario.

### Inscripciones:

Centro de Investigación y Desarrollo en Mecánica (CEMEC). Edif. 9. Unidad Técnica  
END

Parque Tecnológico Miguelete - Av. Gral. Paz e/ Av. de los Constituyentes y  
Albarellos - San Martín

Casilla de Correo 157 (1650) - San Martín - Prov. de Buenos Aires.

Tel. Directo: 4724 - 6287 - FAX: 4752 - 0818

Conmutador: 4724 - 6200/6300/6400 - internos 6460/6462/6466

Email: end@inti.gov.ar

**Dirección**

Ing. Mario Quintero

**Colaboran en éste número**

Gabriela Conterno  
Leonardo Martín Pazos  
Carlos D'Orio  
Luisa Bermúdez  
Gustavo Elvira  
Daniel Martínez Kraemer  
María Belén Parodi  
Juan Zampini  
Alberto Paredes  
Marcos Rodríguez  
Andrés Villa Abrille

**Diseño, Diagramación e Impresión**

Ediciones del INTI,  
correspondiente a la  
Gerencia de Cooperación Económica

**Agradecemos especialmente  
a Mariela C. Secchi  
y María C. Cervera**

**Comité Ejecutivo**

**Presidente:**

Abelardo Lago (AAFMA)

**Vicepresidente:**

Juan Giraudi (CAMIMA)

**Vocales:**

Amado Cabo (CAMIMA)

Oscar Simaro (Acindar S.A.)

Guido Faberzani (CAFHIM)

Juan F. Carfagna (ADIMRA)

Alberto De Stefano (Acerbrag S.A.)

Rubén Félix (INTI)

Norberto Ticca (ADIMRA)

**Instituto Nacional de Tecnología  
Industrial (INTI)**

**Centro de Investigación y Desarrollo  
en Mecánica (CEMEC)**

**Av. Gral. Paz e/ Albarelos y  
Av. de los Constituyentes**

**B1650KNA San Martín - Buenos Aires  
Argentina**

Junio 2003

Nuevamente nos ponemos en contacto con ustedes luego de varios meses de ausencia. Distintas circunstancias hicieron que se retrasara la aparición de este nuevo número del Reporte.

No todas estas circunstancias se pueden considerar negativas ya que una de las causas fue el considerable incremento de la carga laboral provocada por un incipiente aumento en la actividad de la industria metalmeccánica que fue uno de los sectores de mayor crecimiento en este ultimo año.

También varias de las personas afectadas al Reporte se alejaron del INTI, por jubilaciones o por cambios en su rumbo profesional. Sin embargo hoy volvemos con energías renovadas gracias a nuevos integrantes que se entusiasmaron con este proyecto. Esperamos a partir de ahora tener un contacto más fluído a través de la revista, dando a conocer nuestras actividades.

SUMARIO

**4 / 5** INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Ingeniería de superficies en implantes dentales.

**6** HISTORIA

En busca del Mesón perdido y el fierro meteórico de la Revolución.

**7** PROYECTOS, AVANCES Y DESARROLLOS

Inspección electromagnética de cables.

**8 / 9** DISEÑO MECÁNICO POR COMPUTADORA

La computadora como herramienta en el desarrollo de productos mecánicos.

**10 / 13** TECNOLOGIA

- La tecnología del corte por chorro de agua.
- Patrones de Cr-Ni para el control de líquidos penetrantes.

**14** CALIDAD EN LABORATORIOS

Ensayos de aptitud y comparaciones entre laboratorios.

## INGENIERÍA DE SUPERFICIES EN IMPLANTES DENTALES

Gabriela Conterno - Leonardo Pazos  
Grupo Ingeniería de Superficies (CEMEC)

El surgimiento de los implantes dentales ha influenciado grandes cambios en la odontología clínica en la segunda mitad del siglo XX. Mediante técnicas quirúrgicas específicas es posible reemplazar piezas dentales perdidas por otras sintéticas, con las mismas funciones y gran duración.

La prótesis consta de tres partes fundamentales, llamadas corona, perno o muñón que soportará a la corona y el implante propiamente dicho que reemplazará la raíz del diente (ver Fig. 1 y 2).

En la actualidad, existe una gran variedad de materiales que pueden utilizarse para la fabricación de implantes, siendo la mayoría de titanio o una de sus aleaciones Ti6Al4V.

Para la selección del material del implante es fundamental considerar la biocompatibilidad del mismo, es decir, asegurarse que el medio biológico responda correctamente a los estímulos y disturbios bioquímicos producidos por el material implantado. En el caso del titanio, una capa de óxido superficial se forma espontáneamente y luego de muchos años de investigación, se ha comprobado la biocompatibilidad de dicho óxido.

Otro aspecto fundamental de un implante es el estado de la superficie del mismo ya que tanto la rugosidad como la topografía influyen en la regeneración ósea que actuará como anclaje del implante, llamada óseo-integración. Una mejor integración hueso-implante se traduce en una reducción del período de cicatrización en el cual el implante no debe estar sometido a cargas.

Si bien aún no está determinada la relación exacta entre las carac-

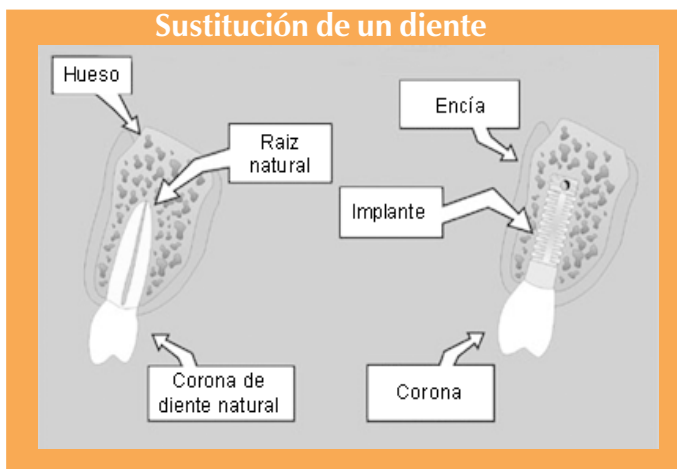


Fig. 1: Reemplazo del diente por una prótesis

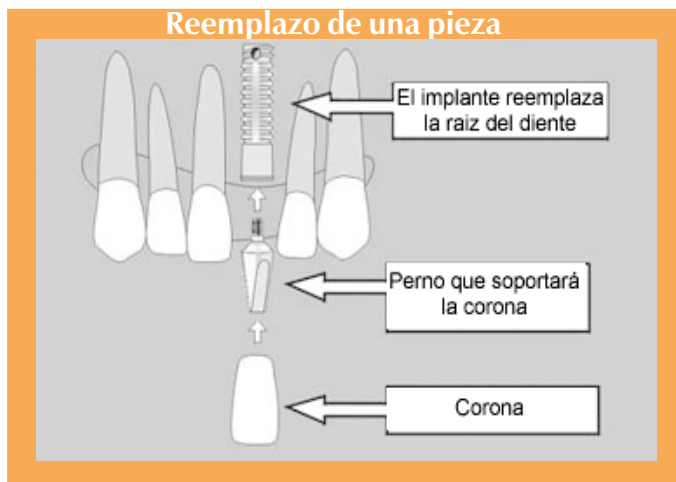


Fig. 2: Partes de un implante para un diente individual

terísticas de superficie y la óseo-integración, es posible conocer algunas tendencias, y es por esto que muchos de los estudios actuales analizan la influencia de distintos tratamientos de superficie en el período de cicatrización ósea.

Es común utilizar procedimientos para aumentar la rugosidad de la superficie del implante como por ejemplo blasting con diferentes partículas (óxido de aluminio, esferas de vidrio, etc.), plasma spray de titanio, ataques ácidos, etc., con el fin de aumentar el área de contacto superficie-teji-

do y facilitar el anclaje del implante aumentando la regeneración ósea alrededor de este.

En el Grupo de Ingeniería de Superficies del CEMEC se está investigando actualmente la influencia de las condiciones de glass blasting en la topografía y la óseo-integración de implantes de titanio. Para esto, se trataron muestras con glass blasting con diferentes tamaños de partículas y se analizaron utilizando Microscopía Electrónica de Barrido y Perfilometría. En la Fig.3 pueden observarse las topografías de dos muestras, una mecanizada y la otra tratada con glass blasting.

Una comparación cualitativa de la respuesta en la óseo-integración se analiza mediante ensayos de mojado. Esto se realiza colocando una gota de solución orgánica sobre las superficies a ensayar, se obtiene una fotografía del sistema, y se mide el ángulo de contacto, como puede observarse en la Fig.4.

Por otra parte, se está investigando acerca de la implementación de técnicas asistidas por plasma para mejorar la óseo-integración de superficies de implantes dentales, como por ejemplo plasma etching, o depósitos de películas mediante Physical Vapour Deposition (PVD).

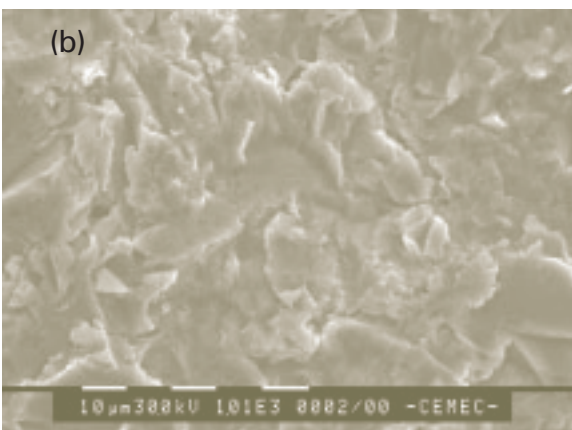
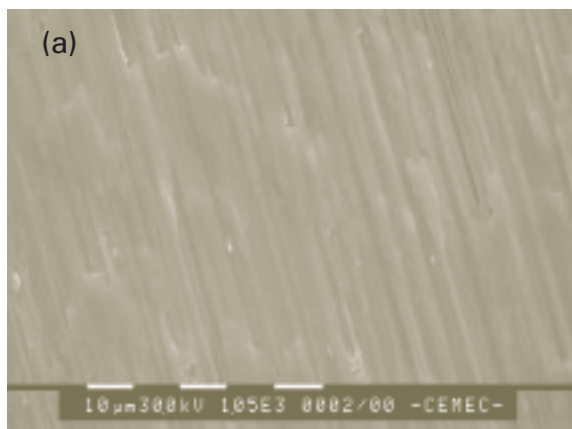


Fig.3: Microscopía Electrónica de Barrido de la superficie de titanio (a) desbastado mecánicamente, (b) glass blasted

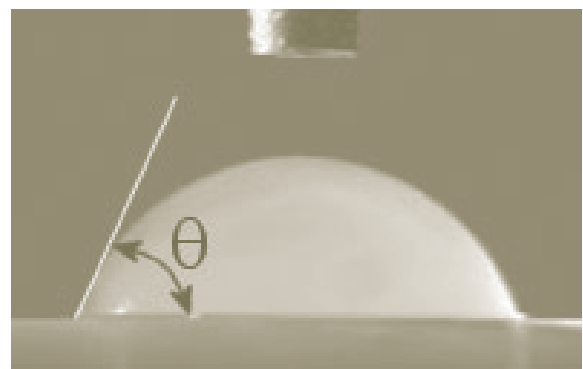


Fig.4: Medición del ángulo de contacto en ensayos de mojado

## EN BUSCA DEL MESÓN PERDIDO Y EL FIERRO METEÓRICO DE LA REVOLUCIÓN

Carlos A. D'Orío

### Parte 1

En un libro, que perteneció a Sarmiento, se lee, escrito en uno de sus márgenes, "Debe suponerse que se refiere al fierro meteórico que se encuentra en Santiago del Estero". Se trata del libro de John Ludbock, "L'Homme avant l'Histoire", impreso en París en 1867. El autor comenta que había en el territorio de la hoy Argentina una tribu indígena que poseía flechas armadas de una punta de hierro que sacaban, se supone, de masas de hierro nativo.

Integrantes de estas tribus, tobas y mocovíes entre otras, informaron a los españoles que existía una piedra, caída del cielo, con brillo de plata en la cual veían un mensajero de sus dioses.

En busca de la piedra salieron muchas expediciones antes y después de la colonia. Esperaban hallar plata o fierro. Lo cierto es que la historia de esta mole o mesón de fierro, como después se la llamó, es parte de la historia del desarrollo de nuestra metalurgia.

Siendo gobernador de las provincias del Tucumán, con asiento en Santiago del Estero, el Capitán General Don Gonzalo Abreu Figueroa, dispone enviar, el 3 de julio de 1576, una expedición, al mando del Capitán Don Hernán Mexía de Miraval, en busca de la mole de hierro de la que hablaban los indios. Esta fue la primera expedición oficial que constató la existencia de la "piedra de hierro".

En 1774, don Bartolomé Francisco de Maguna realiza otra expedición y encuentra el Mesón a unas 90 leguas de Santiago, una plancha de metal de 500 quintales (Alvarez aclara, 22970 kg). El "análisis" dio una quinta de plata y el resto fierro de extraordinaria pureza.

En 1776, Maguna realiza una segunda expedición, extrajo muestras nuevamente las cuales analizadas dieron alguna parte de plata.

El 20 de julio de 1779, el Sargento Mayor don Francisco de Ibarra, siendo don Pedro de Ceballos virrey del Río de la Plata atraviesa el Salado partiendo de Matará y llegando al mesón después de recorrer con 25 hombres 332 km, el desierto de Otumpa.

La medida de la mole de fierro da por resultado 4,5 varas por 2,25 por una altura promedio de 1,5 varas aproximadamente. A costa del sacrificio de 15 cinceles y dos hachas consiguen sacar trozos del metal con un peso de 6 libras. Parte de este metal, pasando por Bs. As., donde ya gobernaba don Juan José Vértiz de Salcedo, llegan a España.

Otra parte es analizado por el Dr. O'Gorman quien informa al virrey que dándole negativo el «método de la platina», la analiza por hierro y concluye: "Este hierro más precioso por sus cualidades naturales, su color es más blanco que el artificial, dócil y maleable al martillo, y no pierde su flogisto por estar perfectamente combinado con el azufre".

Aún faltaban unos años para que Lavoisier (1789) publicara su "Tratado elemental de química", dando la despedida al flogisto y sentando las bases de la química moderna, pero de cualquier manera O' Gorman dice lo que unos años después químicos con mejores laboratorios confirman, se trata de hierro de excelente calidad, exento de plata.

Unos pocos años después, 1783, no conforme con el análisis de O'Gorman, Vértiz manda otra expedición a los campos del Gran Chaco.

## INSPECCIÓN ELECTROMAGNÉTICA DE CABLES

Luisa Bermúdez

### La Unidad Técnica Construcciones Mecánicas del CEMEC, ha comenzado a prestar el servicio de Inspección Electromagnética de Cables Metálicos.

El método de ensayo está basado en la detección de fallas o pérdidas de sección en productos de materiales ferromagnéticos, mediante la detección de cambios en las líneas de flujo magnético inducidas por dichas fallas.

El instrumento de ensayo trabaja sobre el principio del transformador con los arrollamientos de las bobinas primaria y secundaria alrededor del cable. El cable actúa como el núcleo del transformador.

La bobina primaria se activa con corriente alterna de baja frecuencia (de 10 a 30 Hz). La bobina secundaria (detectora), mide las características magnéticas del cable.

Cualquier cambio significativo en las características magnéticas del cable se reflejará como cambio de voltaje en la bobina secundaria.

Con respecto al método de inspección visual presenta las ventajas de ser más rápido y mucho más confiable, al detectar también alambres cortados o corrosión en el interior del cable.

El equipo para inspección electromagnética de fallas en cables metálicos, puede emplearse para inspeccionar cables de medios de elevación como teleféricos y aerosillas, de puentes, grúas, de arrastre en maniobras pesqueras o portuarias, en general, en la industria petrolera, en la minería y en construcciones off shore. La limitación es el alcance del equipo en cuanto al diámetro del cable a inspeccionar y que el material del cable sea ferroso.

### Características del equipo adquirido por el CEMEC

Se trata de un "Instrumento para inspección electromagnética de cables de acero" de origen suizo, Tipo: PMK 40 / WR 7400- 2/ MGB (Nr.6) Marca: E. KÜNDIG AG LUZERN Elektrische Spezialanlagen

Marca de renombre en el mercado internacional.

En este equipo, el detector tiene un diseño de dos partes, construido de dos medias bobinas simétricas que encierran al cable; puede ser fácilmente abierto y cerrado alrededor del mismo.

La magnetización permanente crea un campo magnético uniforme en 360° alrededor del cable. Este equipo en realidad tiene dos bobinas detectoras, una

que inspecciona un ángulo de 360° y la otra sólo 180°, con el propósito de decidir, cuando aparece un defecto, si éste se encuentra en la parte superior o inferior del cable.

La bobina de medición es montada en el centro del campo magnético, sobre el tubo de medición. Si un cable de acero se coloca dentro del detector, en los puntos donde presente defectos perturbará el campo magnético. Este campo magnético perturbado induce un voltaje eléctrico en la bobina de medición. Este voltaje alimenta un registrador que documentará los cambios.

Este ensayo establece una relación entre los defectos en los cables ensayados y la sección del cable, midiendo en el diagrama las amplitudes producidas por defectos.

Se dispone de diferentes tubos de ensayo con bobinas adosadas, para cubrir la inspección de cables con diferentes diámetros. Con los dispositivos que cuenta en la actualidad nuestro instrumento, es posible ensayar cables de hasta 40 mm de diámetro.

La evaluación del diagrama puede realizarse siguiendo las directivas de las diferentes normas de aplicación.

Las más utilizadas son las recomendaciones de la O.I.T.A.F., Organización Internacional para el Transporte por Cables, con sede en Roma. Esta organización dedicó especial atención al transporte por cables y publicó en 1966 un catálogo de defectos basado en muchos años de investigación y ensayos, como guía para evaluadores.

También hay normas francesas como la EQUT 89 00 45 3 A, relativa a la reglamentación técnica y seguridad de los Teleféricos para pasajeros, y norteamericanas como ANSI B77.1. (1999).

Estados Unidos y Canadá, en América, y los países europeos como Suiza, Italia, Austria, Alemania y Francia tienen leyes que regulan las actividades de inspección y normas de aplicación para estas actividades.

Los requerimientos de estas normas, si bien coinciden, por ejemplo, en el orden de magnitud de los defectos permitidos, difieren en su criterio, especialmente influenciadas por los grupos de investigación de cada país, y por los alcances logrados por las fábricas de los equipos de ensayo.

## LA COMPUTADORA COMO HERRAMIENTA EN EL DESARROLLO DE PRODUCTOS MECÁNICOS

Gustavo Elvira  
Mecánica Computacional

### Generalidades

La industria, en su búsqueda de incrementar las prestaciones de sus productos, necesitó la incorporación de soluciones más eficientes, económicas y rápidas que no siempre encuentra a su disposición. Ello exige la consideración de un mayor número de variables que, influyendo en el diseño del producto, mejoren su rentabilidad y prestaciones.

Fue así, que para esta clase de problemas, la utilización de la computación aplicada a la ingeniería, proveen a las oficinas de diseño de una herramienta que permite dar un conocimiento más detallado del comportamiento de diferentes problemas de la mecánica estructural. En otro orden, la optimización estructural a través de medios computacionales ha logrado obtener resultados satisfactorios en la reducción de material en componentes sobredimensionados o por el contrario el refuerzo en el caso de subdimensionado.

Dentro de las distintas herramientas computacionales a las que se puede recurrir y las cuales han tenido un gran crecimiento en sus alcances como así también en su uso, es el llamado Método de los Elementos Finitos.

### El método de los elementos finitos

El Método de los elementos finitos, es un método aproximado de cálculo que permite describir el comportamiento de diferentes problemas de la ingeniería. Si bien el método tuvo su origen, hace ya más de 40 años, en la resolución de problemas de elasticidad, en la actualidad su uso en la resolución de problemas de fluidos, transferencia de calor y electromagnetismo coloca a esta herramienta en una posición privilegiada en las oficinas de ingeniería.

Muchas veces el ingeniero se encuentra con componentes o piezas mecánicas, los cuales reúnen condiciones de geometría no sencillas, solicitaciones de carga de difícil tratamiento o condiciones de soportación que dificultan su descripción. Con este cuadro de situación, el especialista al no disponer de literatura que lo asista en forma completa debe comenzar a plantear algún tipo de simplificación o hipótesis que le permita entender “en algún grado” el comportamiento del problema.

Es en estos casos donde el método de los elementos finitos permite, mediante una «discretización del problema», abordar problemas de geometría arbitraria, donde concurren estados de carga de naturaleza variada (cargas térmicas, inerciales, mecánicas), materiales diferentes conviviendo en el mismo problema, como así también el comportamiento de los materiales sin restricciones (se pueden describir comportamientos elásticos, elasto-plásticos y elástico no lineal entre otros).

Día a día, la capacidad del método para abordar problemas con mayor grado de dificultad va en aumento. Así se pueden resolver problemas de comportamiento estático, dinámico, describir problemas de estampado, forja y muchas otras capacidades.

Es importante destacar la facilidad con que hoy en día estas herramientas nos pueden «mostrar» el comportamiento de nuestro problema, mediante el uso de gráficos que dejan ver en el componente, coloreado apropiadamente, a las diferentes variables de interés, desplazamientos, deformaciones, tensiones y así poder chequear criterios de diseño.

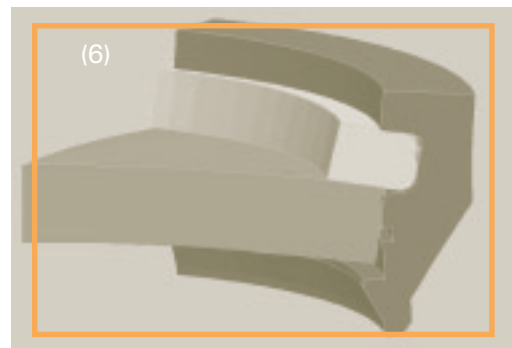
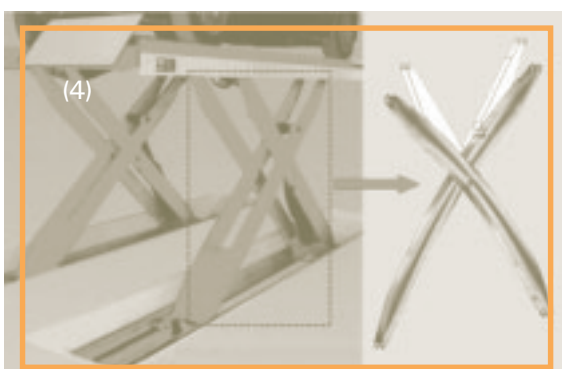
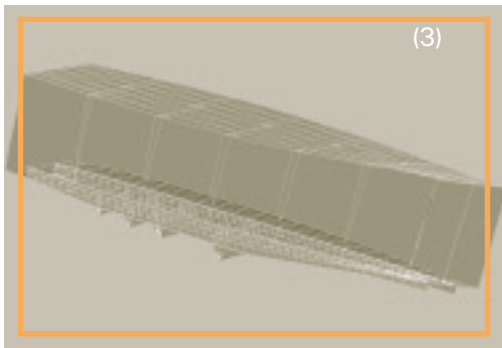
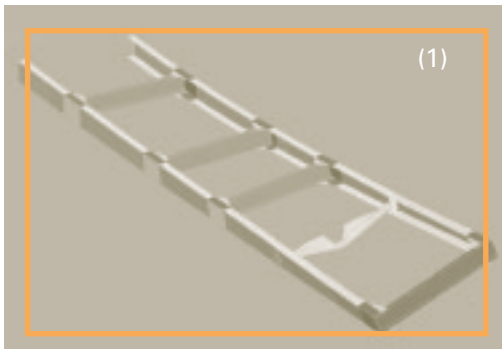
De esta forma, en el caso de un ciclo de diseño, se puede llegar a un nivel de conocimiento en



el comportamiento de nuestro producto, que prácticamente nos coloca sin más trámite en la etapa de fabricación. Hoy en día con el uso de las herramientas de CAD para el diseño, es casi natural el paso a la etapa de simulación computacional y en caso de que algún parámetro de dise-

ño no sea satisfeco se vuelve a la etapa de rediseño para luego, y en forma sistemática, volver a simular el comportamiento, hasta lograr un desempeño satisfactorio.

El INTI lleva más de 20 años asistiendo a la industria en la resolución de problemas mediante métodos computacionales. La variedad de problemas resueltos alcanza a la ingeniería mecánica, automotriz, biomecánica, aeroespacial, materiales y civil entre otras.



- (1) Chasis camión de mediano porte.
- (2) Soporte principal de locomotora.
- (3) Conjunto chasis y bodega.
- (4) Elevador de vehículos.
- (5) Gancho de elevación para pozos de petróleo.
- (6) Sistema de rápido acceso a filtros de gas.
- (7) Comportamiento estructural del ojo humano.

## LA TECNOLOGÍA DEL CORTE POR CHORRO DE AGUA

Daniel Martínez Kraemer

### Reseña histórica:

Denominado en inglés **Water Jet Cutting** (WJC) o Corte por Chorro de Agua, cuando el corte se realiza utilizando agua pura, o **Abrasive Water Jet Cutting** (AWJC) o Corte por Chorro de Agua con Abrasivos, cuando el corte se realiza con agua mezclada con partículas abrasivas. El primero se utiliza para cortar materiales blandos y el segundo es aplicado para el corte de materiales duros como la mayoría de los metales.

El primer sistema de corte por chorro de agua empleado industrialmente fue desarrollado en los Estados Unidos por Mc Cartney Manufacturing Co., una división de Ingersoll-Rand Co. en el año 1971, como resultado de la colaboración entre el Dr. Norman Franz, profesor de la Universidad de Michigan, pionero en trabajos destinados a controlar chorros de agua a alta presión para corte de productos forestales, y la mencionada división, con amplia experiencia en el diseño y fabricación de intensificadores de alta presión. Años después, la empresa Flow Industries patentó en 1983 la adición de partículas abrasivas al sistema citado, desarrollando entonces el primer equipo industrial de AWJC.

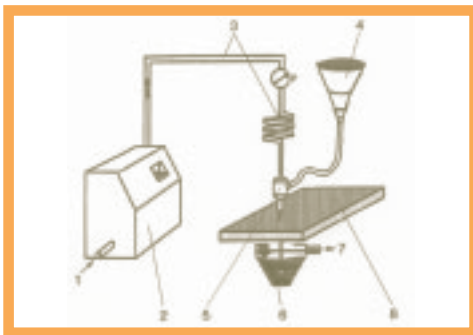


Fig. 1: Componentes principales de un sistema de corte AWJC.

### Principio de funcionamiento:

Puesto que nos interesa la aplicación de esta tecnología al corte de metales, restringiremos el análisis al AWJC.

En la Fig. 1 se observa una representación esquemática de un sistema de corte AWJC.

A través del conducto (1) se produce el ingreso del agua al sistema de generación de alta presión (2). El mismo eleva la presión hasta unos 40.000 psi y bombea un caudal de agua de hasta 3 litros/min. El fluido es conducido por medio de las líneas de alta presión (3) hasta el cabezal de corte (5), en el cual por efecto Venturi, la corriente de agua a alta presión «aspira» abrasivos desde un recipiente contenedor de abrasivos (4), conectado a (5).

El chorro de agua con abrasivos incide sobre el material a cortar (8), de forma tal que montado sobre una mesa de dos coordenadas X e Y,

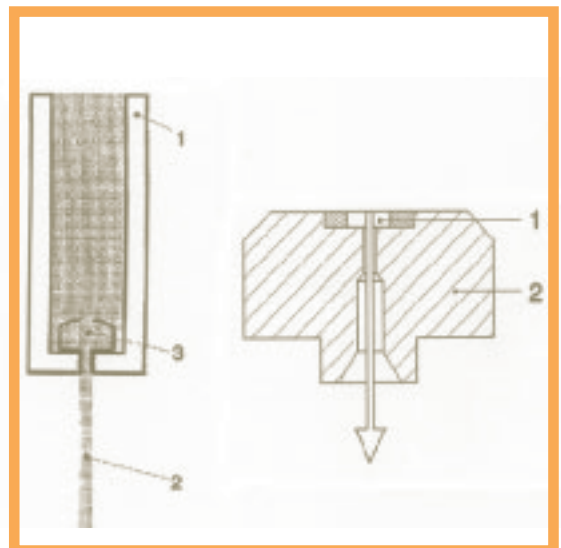


Fig. 2: Cabeza de corte para agua a alta presión.

se logra la geometría deseada moviendo la pieza respecto de la posición fija del chorro. Mientras se va generando el corte, la energía residual del fluido es absorbida en un «catcher»(6), de forma que el agua, las partículas abrasivas y las virutas metálicas son conducidos hacia la unidad de filtrado (7).

En las Fig. 2 y 3 se observan en detalle la cabeza de corte para agua a alta presión (Fig. 2) y la cabeza de corte para agua con abrasivo (Fig 3). La vinculación de ambas constituye el denominado cabezal de corte AWJC.

El componente clave para la emisión del chorro de agua es la denominada boquilla para el agua a alta presión, pues de ella depende la cohesión del chorro. Un chorro sin cohesión, es decir, un chorro cónico que se abra nada más al abandonar la boquilla, pierde potencia de corte, precisión y calidad.

La cabeza de corte para agua a alta presión consiste de dos componentes: el cuerpo de corte por agua (1) y la “water nozzle” (3) (esta puede observarse con mayor detalle a la izquierda Fig. 2).

La “water nozzle” (se ve su montaje sobre la cabeza de corte por agua en la Fig. 2), posee un orificio de diámetro muy pequeño (de 0,1 a 0,3 mm) realizado sobre un zafiro sintético (1), el cual va inserto en el cuerpo (2) de la “water nozzle”.

Opcionalmente puede instalarse un dosificador de polímero próximo al punto de emisión del sistema, que tiene por objeto, mezclar el polímero con el agua para ayudar a mejorar la cohesión del chorro, logrando una suerte de mayor “co-

herencia” (\*) y un aumento en la calidad del corte.

En el caso de utilización de abrasivo (como en el corte de los metales), aguas abajo de la cabeza de corte para agua a alta presión ya descrita, se monta otro conjunto denominado cabeza abrasiva (2).

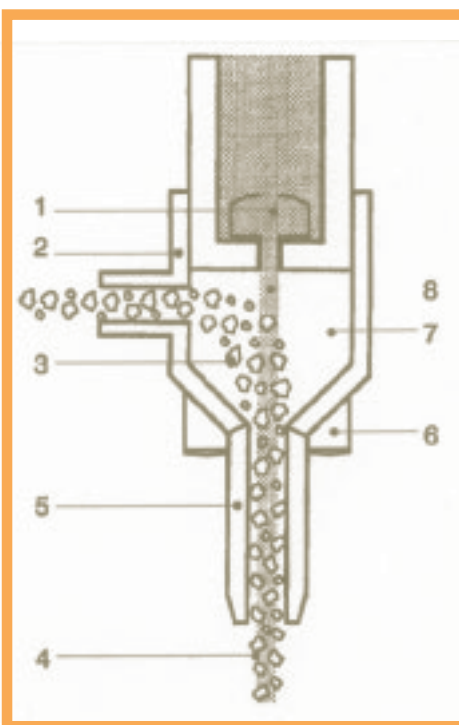


Fig. 3: Cabeza de corte para agua con abrasivo.

El mismo consiste de una pequeña cámara de mezclado (7) donde se reúnen el abrasivo (3) con el agua proveniente de la cabeza de corte para agua a alta presión (el agua a alta presión es el medio de transporte de las partículas abrasivas). El abrasivo citado ingresa a la misma por efecto venturi desde el contenedor de abrasivos (No mostrado en la Fig. 3).

Finalmente, las partículas de abrasivo son aceleradas por el chorro de agua en la “abrasive nozzle” (5), por lo que debe estar localizada coaxialmente con la

“water nozzle” (1). Posee alrededor de unos 70 mm de longitud, con diámetros de entre 0,8 a 1,2 mm.

La “abrasive nozzle” tiene una vida útil limitada, pues durante el proceso de corte es sometida a un proceso de desgaste abrasivo. Si su longitud aumenta, la vida útil disminuye, mientras si es demasiado corta, el abrasivo no es acelerado convenientemente, reduciéndose la capacidad de corte.

(\*) Si bien el término coherencia se aplica cuando nos referimos a una fuente de emisión óptica, entendemos que vale la extrapolación en la medida que el efecto buscado es el de una acción cooperativa de todas las partículas que componen el chorro de agua.

## PATRONES DE CR-NI PARA EL CONTROL DE LÍQUIDOS PENETRANTES

María Belén Parodi  
Juan José Zampini

El método de ensayo por Líquidos Penetrantes se basa en el principio de CAPILARIDAD y se aplica en la detección de discontinuidades abiertas a la superficie (fisuras, poros, etc.), en metales ferrosos y no ferrosos y otros materiales sólidos tales como cerámicos, plásticos y vidrios que no sean muy porosos ni presenten rugosidad excesiva.

Para lograr resultados satisfactorios es muy importante:

- la experiencia, habilidad y la responsabilidad del operador;
- la calidad, tipo y estado de los productos utilizados;
- disponer de instrumentos de medición y control;
- piezas de referencia.

Un componente con una discontinuidad conocida y calificada, se puede tomar como una pieza de referencia. Existen otras piezas de referencia como los bloques o patrones fabricados de acuerdo a las recomendaciones de Códigos o Normas. Los bloques patrones más utilizados son:

- placas de latón o cobre con un depósito electrolítico de una capa delgada de níquel seguida de una capa de cromo. La capa de cromo es frágil y su espesor determina la profundidad;
- acero inoxidable con recubrimiento de cromo;
- aluminio.

Los recubrimientos tienen espesores determinados con el propósito de inducir fisuras controladas. Las fisuras se pueden producir: flexionando los paneles sobre una base-guía con

curvatura establecida; mediante un equipo para medir dureza con carga variable (de dureza Brinell) o por calentamiento diferencial y enfriamiento rápido.

En los patrones de latón o cobre-níquel-cromo, las fisuras se clasifican en finas, medianas y gruesas, el ancho de las mismas varía de 0,5 a 2,5  $\mu\text{m}$ , con profundidades que oscilan de 5 a 50  $\mu\text{m}$  aproximadamente.

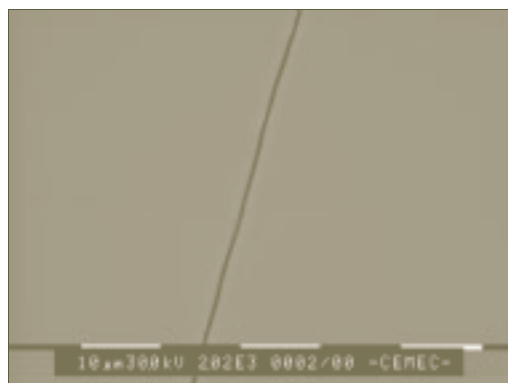
A través de la Microscopía Electrónica de Barrido se puede controlar dimensionalmente el ancho de las fisuras como también su estado de conservación ya que las mismas ofrecen un camino para la corrosión.

Se sacaron fotomicrografías de tres patrones con fisuras de distinta profundidad: 10  $\mu\text{m}$ , 20  $\mu\text{m}$  y 30  $\mu\text{m}$ .

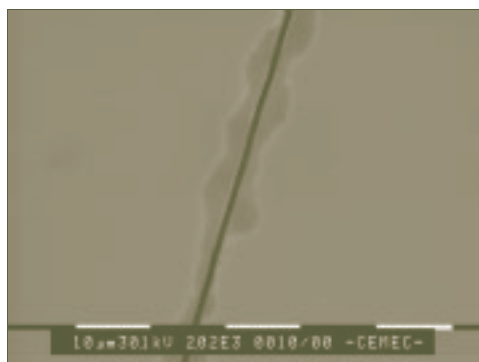
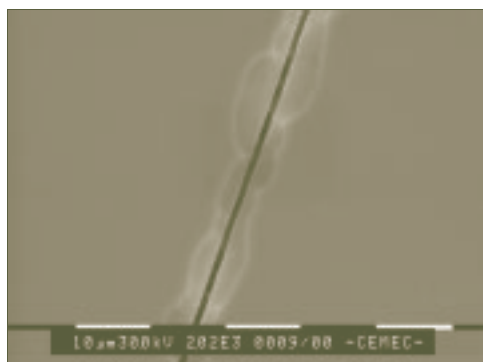
Los datos que figuran al pie de las fotomicrografías indican, de izquierda a derecha, el valor del segmento blanco de la escala, el voltaje de trabajo, la magnificación expresada en potencias de diez y un número de identificación.

### Patrón de 10 $\mu\text{m}$ :

Como se observa en la fotomicrografía el ancho aproximado de la fisura es de 0.5  $\mu\text{m}$ .

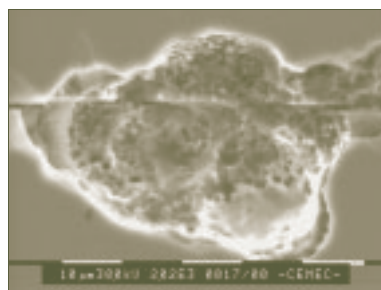
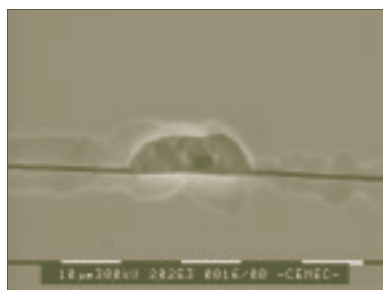
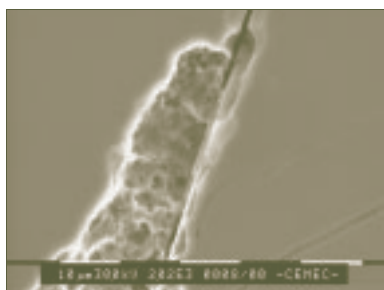


## Patrón de 20 $\mu\text{m}$ :

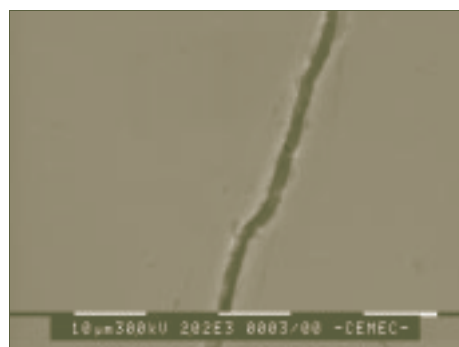
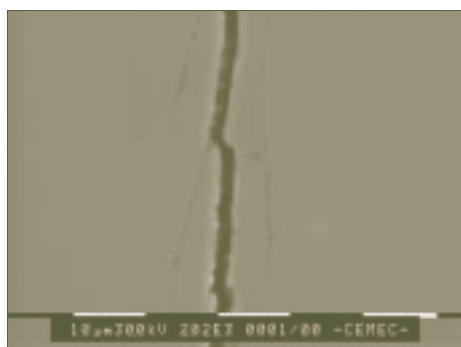


## Defectos encontrados en este patrón: (Ancho de la fisura: 1.0 $\mu\text{m}$ aproximadamente).

Las fotomicrografías son bastante representativas ya que estos defectos se encontraron distribuidos en toda la superficie.



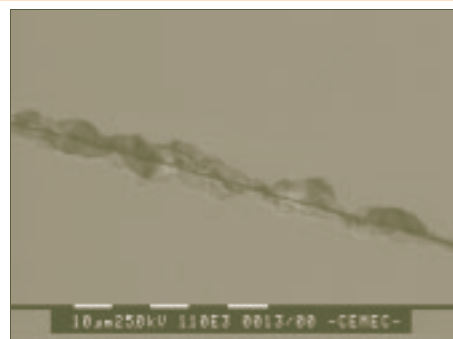
## Patrón de 30 $\mu\text{m}$ : (Ancho de la fisura: 1.7 $\mu\text{m}$ aproximadamente).



## Imagen obtenida con el detector de electrones Retrodispersados:

Las zonas con menor número atómico se ven más oscuras pudiéndose observar dos fases en el material. Con esta información se puede intuir la presencia de óxidos debido a fenómenos de corrosión.

Mediante estas fotomicrografías se puede ver la utilidad de una herramienta tan importante como la Microscopía Electrónica de Barrido; esta vez, aplicada al control de los patrones utilizados en Líquidos Penetrantes, sea para su caracterización como también para su mantenimiento.



## ENSAYOS DE APTITUD Y COMPARACIONES ENTRE LABORATORIOS

Alberto Paredes

### Laboratorio Ensayos Mecánicos

Los ensayos de aptitud son procesos para verificar el desempeño de un laboratorio de ensayo o calibración. Son un indicador de la competencia del mismo y son parte integral del proceso de evaluación y acreditación.

El propósito de la participación de los laboratorios en esquemas de ensayos de aptitud es evaluar y demostrar la confiabilidad de los datos que producen por un método objetivo.

### ¿Qué esquemas están comprendidos dentro de los ensayos de aptitud?

Los tipos de esquemas de ensayos de aptitud más comunes son:

Esquemas por comparación de mediciones.

Esquemas por ensayos interlaboratorio.

Esquemas por ensayos de muestra dividida, por ensayos cualitativos, por ensayos de valores conocidos, por ensayos de procesos parciales.

En el caso de los ensayos mecánicos en metales los esquemas más utilizados son:

#### 1) Por comparación de mediciones:

Se hace circular sucesivamente el material o dispositivo de medición, que será medido o calibrado, de un laboratorio participante al siguiente. En este caso los valores son asignados por un laboratorio de referencia. Toman tiempo y presentan la dificultad técnica asociada al traslado de los patrones o material de referencia ya que debemos asegurar que no aparezcan modificaciones en sus características principales iniciales.

#### 2) Por ensayos interlaboratorios:

En este caso la distribución de las probetas se lleva a cabo simultáneamente a los laboratorios participantes, siguiendo un plan determinado donde a cada laboratorio le llega un juego de probetas. Las probetas se extraen de un material al que se le realiza un test para evaluar su homogeneidad. Luego de haber asegurado su homogeneidad se procede a la diseminación de las probetas.

Por ejemplo, de cada barra que conforma la muestra homogénea a ser comparada se extraen 8 pares de probetas, a cada laboratorio se envían 3 pares de probetas de diferentes barras de acero elegidas al azar, tratando que como mínimo cada dos laboratorios tengan una probeta en común.

Luego cada laboratorio entrega sus resultados al organizador, donde son comparados con valores asignados para dar una indicación tanto del desempeño individual como del grupal.

### ¿Por qué realizar ensayos de aptitud?

Para determinar el desempeño de un laboratorio en la realización de ensayos.

Para identificar problemas relacionados por ejemplo con el desempeño personal.

Para establecer la efectividad y el grado de comparación de nuevos métodos de ensayo.

Para identificar diferencias entre laboratorios.

Para proveer confianza adicional a los clientes de los laboratorios.

Para determinar las características de un material de referencia.

Para dar cumplimiento a documentos normativos de los laboratorios, norma ISO 17025.

La guía ISO/IEC 43-1:1997 establece los tipos, el diseño y planificación de los programas y define principios para la organización y conducción de ensayos de aptitud. Además define conceptos asociados a la confidencialidad en el uso de los resultados, políticas sobre la participación y modelos para la selección / uso de programas de ensayo de aptitud para organismos de acreditación.

Para más información:  
[aparedes@inti.gov.ar](mailto:aparedes@inti.gov.ar)

## OTRAS PUBLICACIONES

### **Química Informa.**

Centro de Investigación y Desarrollo en Química y Petroquímica

### **Tecnocit INTI.**

Centro de Investigación y Desarrollo Textil

### **Seguridad Electro+Electrónica.**

Centro de Investigación y Desarrollo en Telecomunicaciones, Electrónica e Informática

### **Con Energía.**

Centro de Investigación y Desarrollo para el Uso Racional de la Energía

## ENTRETENIMIENTOS

### **Recorrido de cinco bandas**

En un billar de 160 centímetros de ancho, está colocada una bola en la parte inferior derecha, a 60 centímetros de cada uno de los bordes.

Esa bola es lanzada sin efecto hacia la parte superior izquierda con el taco en un ángulo de 45° con el lado mayor del billar.

Después de haber tocado cinco bandas, la bola vuelve a su punto de partida.

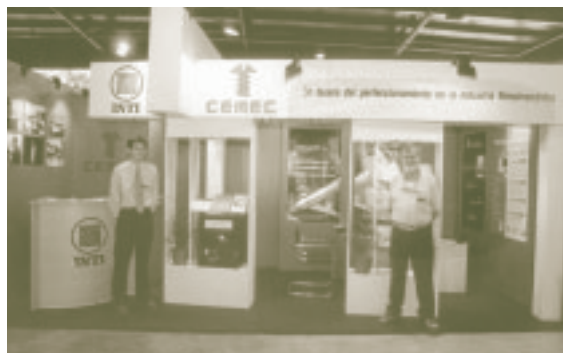
¿Cuál es el largo del billar?

**Respuesta:** próximo número

## FERIAS Y EXPOSICIONES

En la última exposición de Máquinas Herramienta (EMAQH) realizada en la Rural del 20 al 26 de marzo tuvimos la posibilidad de estar presentes con nuestro stand.

Durante toda la exposición estuvimos al servicio del público para contestar sus consultas e inquietudes, brindando además asesoramiento referente a las actividades del INTI.

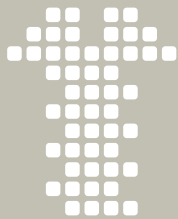


## SOCIALES

- Felicitamos a Diego Suchovinski por su casamiento y el nacimiento de su primera hija, Rocío del Cielo.
- Damos la bienvenida y nos alegramos de la recuperación y el retorno de nuestro Director Mario Quintero.
- Felicitamos a Alberto Paredes por la obtención de sus títulos de post-grado: Quality Manager - DGQ (Deutsche Gesellschaft für Qualität) y Especialización en Calidad Industrial - INCALIN.
- Despedimos a Patricia Helguero y Cecilia Mendive que trabajaron en el Laboratorio de Microscopía Electrónica y a Gastón Mayol que trabajó en el área de Materiales, Estudio de Alteraciones y Daños y Microscopía Electrónica de Barrido.
- Quisiéramos destacar la tarea de los becarios del IAESTE, Diana García Alonso García (España) y Rodrigo Corbari (Brasil).
- Lamentamos el fallecimiento del Ing. Livio Dante Porta ex-jefe del Departamento de Termodinámica.

Le damos la bienvenida a:

- **En el área de Drawback**  
Marcelo Ibba,  
Carlos Andrés Villa Abrille,  
Marcos Rodriguez.
- **Microscopía Electrónica de Barrido**  
María Belén Parodi
- **Laboratorio de Fractura y Fatiga**  
Raniero Zambelli  
José Sebastián Barrera
- **Gestión de Proyectos Tecnológicos**  
Roberto Lattanzi
- **Gupo Ingeniería de Superficies**  
Gabriela Conterno  
Gabriela Traverso  
Leonardo Martín Pazos  
Federico Walther  
María Celeste Calahorra
- **Máquinas Herramienta**  
Diego Russo
- **Mecánica Computacional**  
Juan Schumacher



## Datos del Centro de Investigación y Desarrollo en Mecánica

Teléfono directo: 4724-6287 Conmutador: 4724-6200/6300/6400  
E-mail: [cemec@inti.gov.ar](mailto:cemec@inti.gov.ar)



### Ensayos No Destructivos

Edificio N° 9 - Int. 6466 / 6462



### Comercialización y Servicios Especiales

Edificio N° 9 - Int. 6459 / 6461



### Máquinas Herramienta y Herramientas

Edificio N° 43 - Int. 6355



### Construcciones Mecánicas

Edificio N° 46 - Int. 6522



### Metalogía

Edificio N° 46 - Int. 6508 / 6328

Para comunicarse con el personal encargado de la publicación  
llamar al 4724-6200/6300/6400 Int. 6450 / 6465  
E-mail: [jes@inti.gov.ar](mailto:jes@inti.gov.ar)



**INTI**

### Instituto Nacional de Tecnología Industrial

Parque Tecnológico Miguelete  
Av. Gral. Paz 5445 (e/Albarellos y Av. de los Constituyentes)  
C.C. I57 - B1650WAB San Martín, Buenos Aires - Argentina  
E-mail: [consultas@inti.gov.ar](mailto:consultas@inti.gov.ar) | [www.inti.gov.ar](http://www.inti.gov.ar)  
Línea gratuita: 0800-444-4004