

Edición Gratuita - Bimestral - Año 1 - Nº 1 - Abril / Mayo 2008

# **C** **CONFIABILIDAD** **I N D U S T R I A L**



**LAS MÁQUINAS HABLAN**  
**TELEDIAGNÓSTICO:**  
**MONITOREO Y ANÁLISIS DE CONDICIÓN**  
**DE MAQUINARIA A DISTANCIA**

**EDITORIAL**  
**FUNCIONES DE UN**  
**INGENIERO DE**  
**CONFIABILIDAD**

**CONFIABILIDAD HUMANA**  
**CREANDO UN AMBIENTE**  
**PROPICIO PARA EL EXITO**

Una publicación de



J-29573457-3

# METALMECÁNICA DE PRECISIÓN



## FABRICACIÓN DE COMPONENTES DE MÁQUINAS Y EQUIPOS:

Rotores, engranajes, ventiladores centrífugos y axiales, elementos de válvulas, sellos laberínticos, cojinetes, acoples especiales...



## DISEÑO Y FABRICACIÓN DE CAPSULAS (GRAPAS) PARA CORRECCIÓN DE FUGAS EN CALIENTE.

## RECTIFICACIÓN

## REPOTENCIACIÓN DE MAQUINAS INDUSTRIALES

## SOLDADURAS ESPECIALES, SOPORTERIA Y ESTRUCTURAS

## FABRICACIÓN DE PIEZAS EN FUNDICIÓN CON COMPOSICIÓN DE ALEACIONES ESPECIALES

## BALANCEO DINÁMICO DE PRECISIÓN

## SANDBLASTING Y PINTURA

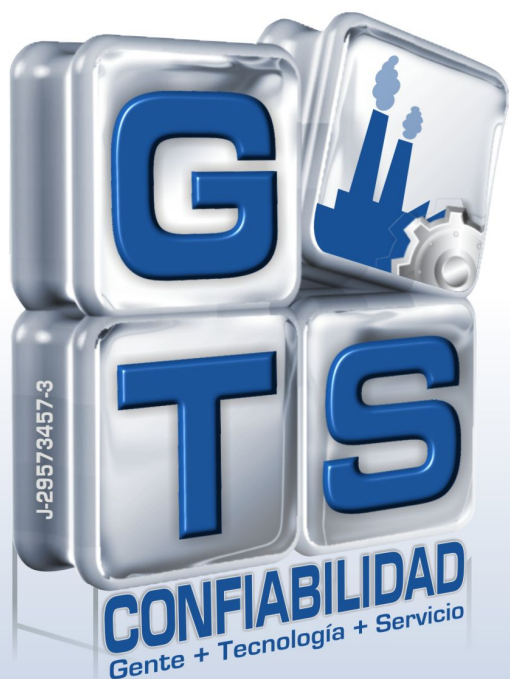


*La satisfacción de nuestros clientes es nuestra mejor referencia...*



***Nuestra meta la excelencia***

Av. José Antonio Anzoátegui, vía Aeropuerto, Barcelona. Telfs. (0281) 808.47.21 / 0416-884.98.56  
Telefax: (0281) 274.10.37 - 0414-815.25.46 E-mail: [refamecadeoriente@cantv.net](mailto:refamecadeoriente@cantv.net)



## SOLUCIONES DE CONFIABILIDAD INDUSTRIAL

- PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO
- MONITOREO Y ANÁLISIS DE VIBRACIONES EN EQUIPOS ROTATIVOS
- ALINEACIÓN LÁSER
- BALANCEO DINÁMICO
- ASESORÍA TÉCNICA

## ACADEMIA DE CONFIABILIDAD

- ANÁLISIS DE VIBRACIONES NIVEL I Y II SEGÚN ISO 18436-2
- LUBRICACION INDUSTRIAL
- BALANCEO Y ALINEACIÓN DE EQUIPOS ROTATIVOS
- TECNOLOGÍAS PREDICTIVAS
- MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD

Carrera 9, Edificio Churún Merú N°2B, Lechería, Anzoátegui  
Venezuela, Telf.: 0414-8174180 / (0281)2812441  
[academia@confiabilidad.com.ve](mailto:academia@confiabilidad.com.ve)



**CONFIABILIDAD**  
INDUSTRIAL

### Cambiamos para mejorar

UN NUEVO NOMBRE, LA MISMA PASIÓN, UN MAYOR COMPROMISO...

Suscríbete a tu Revista Confiabilidad Industrial y recíbela **GRATIS!!!** en tu puesto de trabajo, envía un email con tus datos (nombre, cargo y empresa) a: [revista@confiabilidad.com.ve](mailto:revista@confiabilidad.com.ve)

Visítanos en [www.confabilidad.com.ve](http://www.confabilidad.com.ve)

# FUNCIONES DE UN INGENIERO DE CONFIABILIDAD

La industria actual está en la imperiosa necesidad de optimizar la relación costo - producción, son muchos los aspectos involucrados en esta meta y lograrlo requiere de una política y cultura corporativa orientada hacia la alta confiabilidad de todos los procesos de la organización. Pero ¿qué es confiabilidad?

La confiabilidad es un término muy amplio que se enfoca en la habilidad de un sistema para cumplir con su función o funciones de diseño. El concepto de confiabilidad es aplicable, entre otros, a procesos, máquinas, componentes, productos y gente. Matemáticamente la confiabilidad puede ser expresada como la probabilidad de que un ítem desempeñe sus funciones de diseño sin presentar fallas durante un periodo específico de tiempo y bajo condiciones operacionales definidas. La confiabilidad representa un gran valor para toda organización ya que impacta directamente en:

La rentabilidad del negocio: Alta confiabilidad significa menos paradas imprevistas, menos accidentes, menos consumo de energía, optimización de recursos, menos sobre-tiempo todo esto se traduce en mayor continuidad operacional.

La reputación de la empresa: productos a tiempo y de buena calidad significan satisfacción al cliente. Menos accidentes e incidentes personales y ambientales significan buenas relaciones laborales y con el entorno, lo que se traduce en ventajas competitivas.

Conociendo esto, podemos inferir la importancia que tiene para la organización el Ingeniero de Confiabilidad. El rol fundamental de un Ingeniero de Confiabilidad es mitigar las fuentes de fallas recurrentes, entendiendo por fallas todas aquellas insuficiencias operacionales, funcionales, administrativas y humanas de la organización. Para ello debe diseñar estrategias orientadas a eliminar la causa raíz de los problemas: Planes de mantenimiento, programas de inspección, gerencia de repuestos, adiestramiento, procura de equipos y herramientas y contratación de servicios. Cuando se analiza el impacto financiero de las fallas en los procesos críticos: horas-hombre, materiales y pérdidas de producción, podemos concluir que el Ingeniero de Confiabilidad es

una posición que se paga por sí misma.

El ingeniero de Confiabilidad debe estar enfocado en sus responsabilidades medulares, saber que desempeña una disciplina diferente a producción, mantenimiento o proyectos. La organización debe entender que este individuo debe poseer habilidades y destrezas particulares como alta capacidad de liderazgo, destrezas para analizar datos y para la aplicación de herramientas como análisis de causa raíz, MCC (RCM), análisis estadístico y tecnologías predictivas entre otras. No obstante hoy en día son muy pocas las instituciones o programas académicos que se enfocan en formar Ingenieros de Confiabilidad, generalmente estas posiciones son cubiertas con ingenieros que migran desde otras disciplinas mediante programas de adiestramiento complementarios, pero este proceso es lento y son muchos los casos en los que la rotación de personal y la dinámica de la organización fallan en la consolidación de esta importante posición.

## FUNCIONES MEDULARES DE UN INGENIERO DE CONFIABILIDAD

### OPTIMIZAR LOS PLANES DE MANTENIMIENTO

Las actividades de mantenimiento preventivo y proactivo deben enfocarse en la optimización del diseño y la disminución del consumo de energía. Básicamente deben generarse un 70% de actividades basadas en condición. El proceso de optimización debe retroalimentarse con la experiencia de mantenedores y planificadores e incorporar "Mejores Prácticas" en todos los procesos con el fin de eliminar los malos actores. Los planes de mantenimiento de precisión deben ir acompañados de estándares con el fin de disminuir la incertidumbre y las malas prácticas.

### REDUCIR LA TASA DE FALLAS Y ELIMINAR LA RECURRENCIA

El proceso de Análisis de Causa Raíz debe ser la herramienta fundamental del Ingeniero de Confiabilidad, la mayoría de las fallas son de naturaleza repetitiva y mitigarlas genera resultados inmediatos y palpables.



## MONITOREAR LA SALUD DE LOS ACTIVOS, PREDECIR LAS FALLAS Y SUS EFECTOS

Aplicar diversas tecnologías predictivas para predecir las fallas en su etapa incipiente y evaluar su evolución. Concentrarse en detectar aquellos parámetros o patrones que indiquen la presencia de modos de fallas en estado prematuro y no en la detección de la falla funcional en sí.

## GERENCIAR LOS REPUESTOS

El repuesto adecuado, en óptimas condiciones y en el momento oportuno.

## AUDITAR LOS PROCESOS DE PROCURA DE HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y CONTRATACIÓN DE SERVICIOS

Procurar herramientas y equipos adecuados que garanticen trabajos de calidad con seguridad, eficacia y eficiencia. Evaluar constantemente la calidad y valor agregado que aportan las empresas de servicios y sintonizarlas con los requerimientos y políticas de la organización.

## MEDIR LOS RESULTADOS Y REPORTAR LOS EXITOS

Una labor muy importante del Ingeniero de Confiabilidad es reportar los éxitos, el proceso de comunicación es un factor determinante en la efectividad y credibilidad del proceso. Es necesario hacer seguimiento a los aspectos que reflejen un impacto positivo sobre la gestión de ingeniería de confiabilidad ¿Se ha disminuido el mantenimiento de emergencia?, ¿han disminuido las fallas recurrentes?, ¿cuál es la efectividad de la inspección en función de las H-H de mantenimiento? Se trata de representar, en beneficios corporativos, todo el esfuerzo de la organización. El seguimiento sistemático de los indicadores de gestión claves ayuda a identificar y a mitigar los malos actores que desfavorecen la confiabilidad: Retrabajo, fallas recurrentes, sobre-tiempo, altos costos de energía, malas prácticas, entre otros.

Los Editores

## EN ESTA EDICIÓN



### CONFIABILIDAD HUMANA

El valor de la "P"

amación - Pro  
o - Preventivo - Progra  
mación - Prote  
Punto P

6

### CONFIABILIDAD HUMANA

Creando un ambiente  
propicio para el éxito



9

### NUEVAS TECNOLOGÍAS

Nueva tecnología de caras  
de sellado de diamante  
cara sellos mecánicos  
diamondfaces



10

### LAS MÁQUINAS HABLAN

TELEDIAGNÓSTICO:  
Monitoreo y Análisis de Condición  
de Maquinaria a Distancia



14

### GLOSARIO



19

**CONFABI  
INDUSTRIAL**

Edición Gratuita - Bimestral - Año 1 - Nº 1 Abril /Mayo 2008  
DEPOSITO LEGAL ES pp: 200802AN2835

**Editor en Jefe**  
David Trocel  
david.trocel@confiabilidad.com.ve

**Diseño y Diagramación**  
Surama gyarfas Nazar  
Sgyarfas@gmail.com

**Ventas y Mercadeo**  
revista@confiabilidad.com.ve

**Colaboradores**  
Pedro Trocel, David Bertorelli, Frank Guarino,  
Jorge Patiarroyo, Gabriel Trocel, Jeff Shiver, Tim  
Goshert.

Una publicación de



Carrera 9, Edificio Churún Merú N°2B, Lechería, Anzoátegui, Venezuela telf.: 0414-8174180 / 0281-2812441

PORTADA



Diseño: Surama Gyarfas N.

## CONFIABILIDAD HUMANA

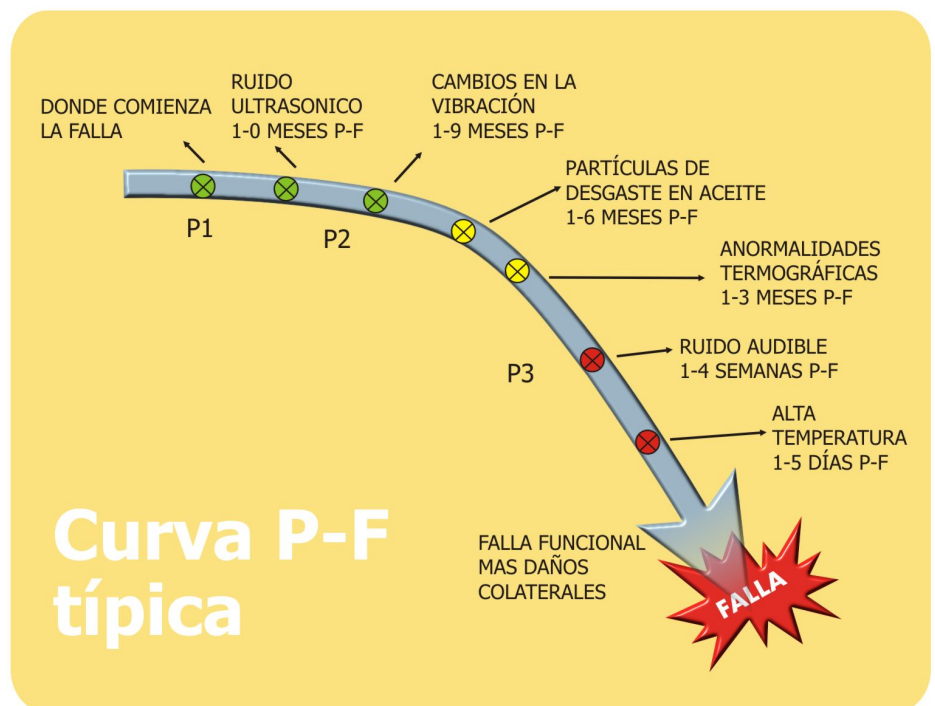
# El valor de la "P"

Tim Goshert / Gerente Corporativo de Mantenimiento y Confiabilidad Cargill.

Hace algunos años, alguien me dijo que planeaba hacerse un tatuaje en su tobillo. Esto me intrigó e hice algunas preguntas. La persona me indicó que la "P" era su letra favorita del alfabeto. Yo continué preguntando. El me explicó que las mejores cosas en su vida comenzaban con la letra "P" y listó una serie de ítems de importancia para el.

Después de algunas reflexiones y viajes, inicié mi propia lista de palabras que comienzan con "P" que pueden ser aplicadas a mantenimiento y confiabilidad: Proactivo, Planificación, Precisión, Predictivo, Preventivo, Programación, Protección, Proceso y el Punto P, son algunas de estas palabras.

Mi favorita es el Punto P, referido al punto de la curva P-F. Usted puede conocer la filosofía de la curva P-F tratada en la bibliografía de RCM. La figura 1 muestra una curva P-F típica. El **punto P** es donde comienza un defecto en un componente de máquina. Se refiere al punto de la Falla Potencial (P), desde donde se desarrollará en el futuro una falla funcional o algún otro tipo de pérdida. Cuando aparece una falla potencial, la funcionalidad y eficiencia disminuye con el tiempo hasta que se alcanza la falla total, el punto F.



¿Por qué digo que el **Punto P** es tan importante? ¿No debería ser el punto F el más importante? Ya que prevenir que la máquina alcance el punto F y evitar la falla catastrófica es un factor crítico. Sin embargo, si este es el enfoque de su Proceso de Mantenimiento y Confiabilidad, se estaría perdiendo la mayor recompensa: incrementar la salud del equipo, la confiabilidad, mejorar la calidad de los productos y reducir los costos asociados al enfoque del Punto P.

Enfocarse en el **Punto P** da algunas ventajas sobre otras propuestas:

- 1.** Previene daños colaterales a los equipos, reduciendo costos de reparación con menos repuestos y menos horas-hombre.
- 2.** Permite a la organización planificar el trabajo, lo cual resulta en menos tiempo para reparar, y esto redundará en menos tiempo de parada.
- 3.** Permite programar en el mejor y más oportuno momento, ahorrando paradas innecesarias y por lo tanto pérdidas de producción extras.

Estos son algunos beneficios obvios para la organización; pero creo que la ventaja fundamental de enfocarse en el Punto P es algunas veces obviada o mal entendida. La mayor ventaja para la organización es entender la causa específica del defecto, conocer el modo de falla para eliminar de manera proactiva la causa raíz del problema. Una vez conocido esto, se incrementa la capacidad proactiva del proceso de mantenimiento al aplicar las mismas soluciones a máquinas y situaciones similares. La fortaleza de este enfoque es que las actividades se puntualizan en eliminar la aparición del Punto P, para una falla particular y en tipos de máquinas específicas. Esto redundará en una maquinaria operando de manera óptima, incrementando la producción, la calidad de los productos y la eficiencia de los procesos, lo que conlleva a menores costos de producción en el tiempo.

## ¿En cual punto se enfoca el proceso de Mantenimiento y Confiabilidad de su empresa?

Las respuestas a las siguientes preguntas pueden indicar su actual enfoque.

Si usted se hace preguntas como ¿Cuánto tiempo operará la máquina antes de fallar catastróficamente? o ¿Cuándo va a fallar el sistema?, estas son señales de que la organización se enfoca en el Punto F.

Si usted hace preguntas como ¿Qué causó la presencia de esta falla?, o ¿Por qué apareció esta falla? o ¿Qué actividades pueden realizarse para evitar la recurrencia del defecto en esta y otras máquinas similares?, estas son señales de que la organización se enfoca en el **Punto P**.

**Tim Goshert es Gerente Global de Confiabilidad y Mantenimiento de Cargill, una de las compañías procesadoras de alimentos más grandes del mundo, con más de mil plantas a nivel mundial. Es responsable de las estrategias corporativas de mantenimiento y confiabilidad a nivel global. Es Presidente del Comité de Dirección de Confiabilidad y Mantenimiento. Tim es miembro activo de la Sociedad de Profesionales de Mantenimiento y Confiabilidad (SMRP) y sirve en su cuerpo de directores. Contáctelo en [tgoshert@hotmail.com](mailto:tgoshert@hotmail.com) o [Timothy\\_Goshert@cargill.com](mailto:Timothy_Goshert@cargill.com)**

# Alineación de Ejes

The image displays three handheld laser alignment tools from db PROFTECHNIK. At the top is the Rotalign® ULTRA, which features a large screen showing a pump and motor alignment diagram with various data points. Below it is the OPTALIGN® smart, which shows a similar diagram but with a different interface. At the bottom is the ALIGNEO®, which has a smaller screen displaying a numerical value of 0.05 inches and a simple alignment diagram. A red circular callout next to the ALIGNEO® says "Ver el VIDEO en línea".

La herramienta adecuada para cada usuario, presupuesto y trabajo

**LUDECA**  
INC.

305-591-8935 • [www.ludeca.com](http://www.ludeca.com)

Rif: J-07049150-7

Miembro del  
GRUPO  
CANSPEC



# SONOTEST

## CALIDAD Y SERVICIO EN VENEZUELA

Somos líderes en un amplio rango de servicios de inspección y ensayos.

Nuestros clientes incluyen la mayoría de las principales empresas venezolanas en la industria petrolera, petroquímica y de la construcción.

**Profesionales  
y técnicos calificados  
y Tecnología de punta  
que logran altos niveles  
de calidad, seguridad y servicio**

Nuestros servicios:

Ensayos no destructivos (END)

Tratamiento Térmico Industrial

Confiability en Plantas Industriales

Inspección y Certificación de Equipos de Izamiento

Inspección y Certificación de Equipos de Perforación

Inspección y control de obras

Inspección y Certificación de Equipos pesados y livianos

Inspección y servicio de Oleoductos y Gasoductos

Inspección de Equipos

Desarrollo de programas de QA/QC



Oficinas:

Barcelona, Autopista Rómulo Betancourt, Sector La Ponderosa, Mesones. Telfs.: (0281) 274.52.05 / 418.00.50

El Tigre, Av. Intercomunal, Patio Corporación Yelamo. Telf.: (0283) 241.074.12

Puerto Ordaz, Zona Industrial Matanza, Calle N°2. Telf.: (0286) 994.59.84

Punto Fijo, Cardón, Calle Tabana #13, Puerta Marvem. Telfs.: (0269) 46.30.46 / 46.34.91

Ciudad Ojeda, Calle Campo Elias # 122-A. Telfs.: (0265) 662.83.28 / 662.89.06

[www.sonotest.com](http://www.sonotest.com)

RIF: J-30962621-3 NIT: 0263047761



## SOPORTE Y SERVICIOS PYH C.A

**Instalación - Adiestramiento - Mantenimiento  
Calibración Certificación y Reparación de:**

Equipos para el Análisis Químico y Control de Calidad en Laboratorios Industriales.

Equipos para la Detección de Radiación en Plantas Siderúrgicas, Aluminio y Minería.

Máquinas e Instrumentos para el Balanceo de Rotores Rígidos.

Equipos para el Análisis de Vibraciones y Monitoreo de Maquinaria Rotativa.

Sistemas de Medición de Fuerza, Tensión y Ancho para la industria  
de Laminación de Acero y Aluminio.

Representante de  
GEORGE KELK CORP.



Sistemas de Medición de Fuerza,  
Tensión, Ancho, Velocidad y Pesaje  
para la industria de Laminación de  
Acero, Aluminio y Minería.

[www.kelk.com](http://www.kelk.com)

Av. Guarapiche - Residencias Caroni Plaza - Torre A-2, Lote A, Piso 2, Apto. 2-1 -  
Puerto Ordaz - Edo. Bolívar - 8050 - Telfax: (0286) 952.24.41

# CREANDO UN AMBIENTE PROPICIO PARA EL EXITO

Jeff Shiver / CMRP, CPMM.  
Jshiver@peopleandprocesses.com



La mayoría de las veces, cuando las organizaciones envían a su recurso humano a recibir adiestramiento, se generan altas expectativas sobre los resultados del entrenamiento. Se espera que de la noche a la mañana la gente haya adquirido las destrezas y conocimientos para aplicarlas efectivamente en sus diferentes puestos de trabajo. Desafortunadamente, unas semanas más tarde tanto el personal como la organización se frustran ante la falta de progreso.

## ¿Qué es lo que está fallando?

Permítanme poner un ejemplo sobre un caso del cual fui testigo. La Empresa ABC envió a un nuevo Planificador / Programador a tomar un adiestramiento sobre procedimientos óptimos de planificación y programación de mantenimiento. El Planificador regreso a la planta con sus nuevos conocimientos y comenzó a intentar planificar y programar los trabajos. En su primer día después del curso, el individuo asistió a la reunión matutina cotidiana, donde se revisan los trabajos de las últimas 24 horas y se asignan los ítems pendientes para el día. Luego de una hora en la reunión, el planificador intentó regresar a su oficina, pero antes fue detenido por el Supervisor de Mantenimiento quien necesitaba un "permiso en caliente", además de unos suministros en el área de tratamiento de aguas residuales para comenzar la soldadura de un soporte en una bomba. Treinta minutos más tarde, el planificador culminó el proceso de permisos, para finalmente llegar a su oficina y encender su computador. En su oficina los supervisores de instrumentación y electricidad han estado esperándolo para solicitar la requisición de algunos materiales que necesitan para realizar un trabajo mañana!. Ahora debe asegurar que en las próximas horas todo este material esté disponible a tiempo para realizar el trabajo de instrumentación y electricidad. Ya es hora de almorzar. Esto es solo la mitad del día, pero estoy seguro de que ustedes pueden completar el resto del día basados en su experiencia. El resto de la semana no fue muy diferente para el nuevo planificador de la empresa ABC.

Si se esperan resultados diferentes, entonces debemos hacer las cosas de manera diferente. Si queremos migrar de un ambiente reactivo a un ambiente de confiabilidad basada en proactividad, debemos comenzar por planificar y programar los trabajos de manera adecuada. No me refiero a los trabajos del día a día (REACTIVOS) sino a los trabajos para las siguientes semanas. Cuando se planifica con la mente en la próxima semana y mas allá, se

asegura el tiempo para obtener los repuestos correctos, se prepara el plan óptimo de trabajo y se programa la fecha oportunamente en sintonía con el equipo, la producción y los recursos.

Por ejemplo, la reunión diaria que revisa las últimas 24 horas no es un lugar para el Planificador, este debe tener su vista una semana o más adelante. El Supervisor de Mantenimiento necesita adquirir la responsabilidad sobre los trabajos de emergencia, en el futuro cuando los trabajos sean planificados con criterio y tiempo, la mayoría de las emergencias deberían ser evitadas.

**Como parte de crear un ambiente propicio para el éxito, debemos educar a toda la organización sobre el apropiado rol del planificador/programador y como el resto de las disciplinas contribuyen con el éxito de la planificación y la programación de los trabajos.**

**Cada quien debe entender y valorar su aporte en este proceso, desde los supervisores y lideres de equipos hasta técnicos de mantenimiento y operadores.**

**La educación debe incluir además la definición de las expectativas de la posición del planificador, es una manera de crear responsabilidades.**

**Sobre el autor:** Jeff Shiver está certificado como Profesional de Mantenimiento y Confiabilidad (CMRP) y como Gerente de Mantenimiento de Planta (CPMM). Trabajó por mas de 20 años para una empresa global de procesamientos de alimentos, Jeff trabajó en cuatro plantas diferentes y en asignaciones regionales en USA y Canadá como Gerente de Operaciones y Gerente de Planta, donde lideró los esfuerzos de cambio hacia la cultura de confiabilidad proactiva. Su pasión por las mejores prácticas de mantenimiento y operaciones lo llevó a unirse a People and Processes Inc. donde se desempeña como Gerente Principal. Visita la página [www.peopleandprocesses.com](http://www.peopleandprocesses.com) o contáctalo en [jshiver@peopleandprocesses.com](mailto:jshiver@peopleandprocesses.com)

## NUEVAS TECNOLOGÍAS

### NUEVA TECNOLOGÍA DE CARAS DE SELLADO DE DIAMANTE PARA SELLOS MECÁNICOS DIAMONDFACES

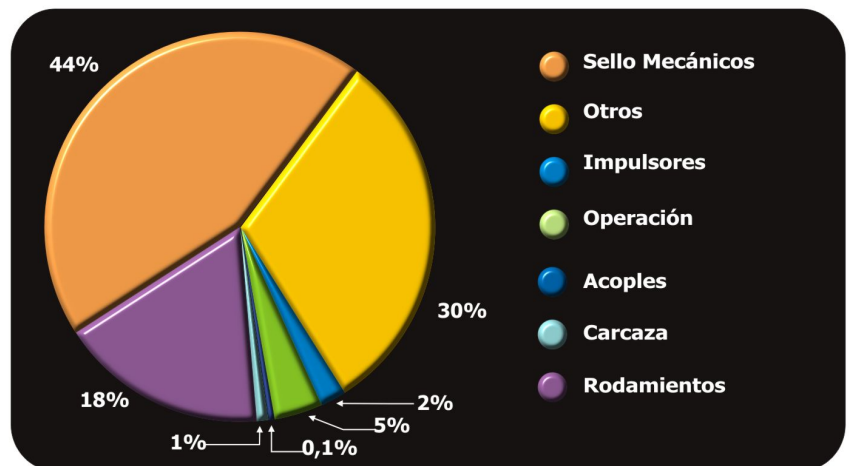
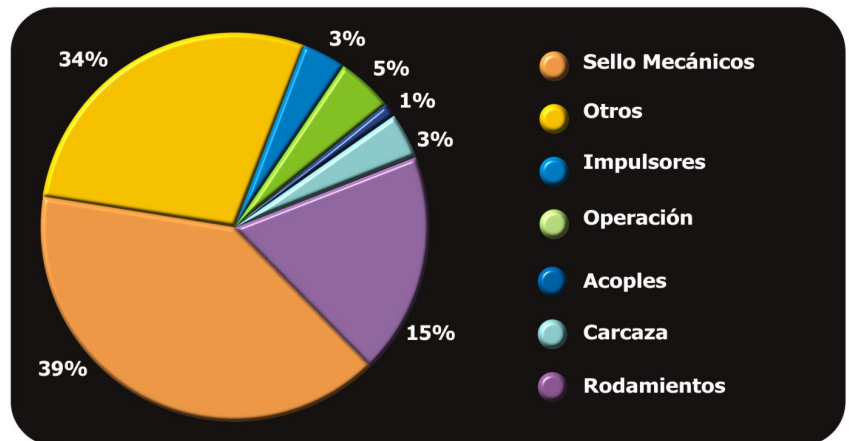
David Bertorelli / Engineered Seals Sales / Projects Manager  
EagleBurgmann Venezuela, C.A.



En el número anterior de Mecánalisis (Año 2, Nro. 8), se introdujo la primera parte de éste tema de nueva tecnología, lo que ha denominado la empresa **EagleBurgmann®** como el material **DiamondFaces®**, el cual es diamante producido sintéticamente bajo un proceso exclusivo patentado por esta empresa fabricante de sellos mecánicos. Según numerosas pruebas de tribología y aplicaciones ya instaladas, éste material ha demostrado cualidades sin precedentes para su uso como caras de sellado en los sellos mecánicos en prácticamente cualquier aplicación, debido a su alta resistencia al ataque químico, excelentes propiedades de resistencia a altas temperaturas y muy bajo coeficiente de fricción. Por otra parte, debido a su altísima dureza, se obtiene una muy alta resistencia a la abrasión.

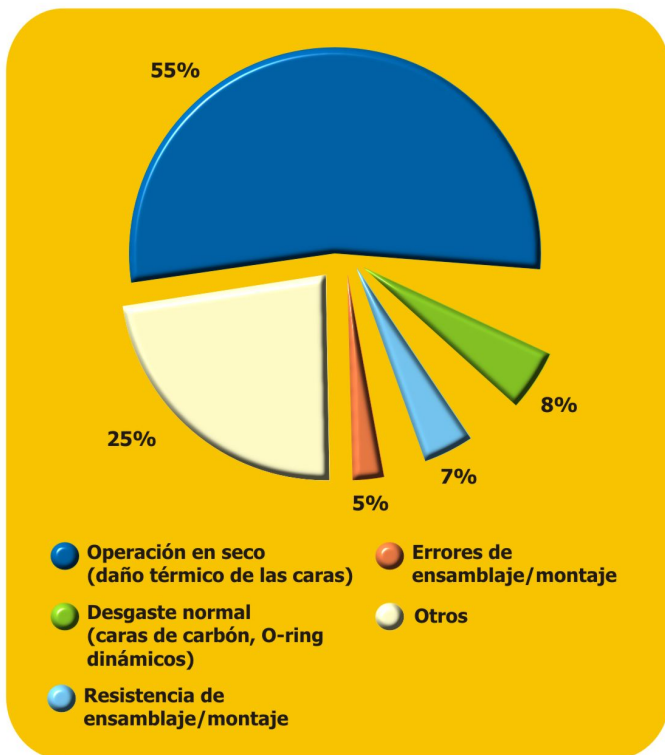
La dinámica actual obliga a nuestras plantas industriales a implementar mejoras continuas en la búsqueda de operaciones mucho más eficientes y seguras. Una de las claves para obtener altos grados de eficiencia, bajos costos y alto nivel de seguridad en las operaciones es procurando la operación continua y libre de fallas de los equipos rotativos y sus componentes, de todos los elementos de una bomba, el sello mecánico es el que ha demostrado históricamente tener el tiempo de servicio más corto. Por lo tanto, es el componente que más influencia tiene sobre indicadores de mantenimiento y confiabilidad como **MTBF** (TPEF: Tiempo Promedio Entre fallas) y **MTBR** (TPER: Tiempo Promedio Entre Reparaciones).

Diversos análisis realizados por diferentes operadoras a nivel mundial arrojan algunos datos interesantes de conocer, p.e.: Se estima que los sellos mecánicos son responsables del 34% de las fallas de las bombas, convirtiéndose en el elemento con la mayor frecuencia de falla de todo el conjunto de equipos rotativos. Si hacemos una estimación de los costos ocasionados por reparaciones en bombas, el resultado es que los sellos mecánicos representan el mayor factor de falla con el 44%, frente a los demás componentes, como se ve en la graficas siguientes:



Las caras de sellado (cara rotativa y cara estacionaria) representan los elementos más críticos del sello mecánico. Una pobre lubricación y consecuente operación en seco causarían la inmediata destrucción de los materiales de las caras, en el caso que se usen ambas caras de material duro. Este riesgo se puede reducir en cierto grado si se utiliza una combinación de caras "Duro vs. Suave", p.e.: Carbón-Carburo de Silicio, en este caso el desgaste del Carbón incrementa el tiempo de servicio.

Diversos análisis de fallas realizados muestran que aproximadamente el 55% de las fallas ocurridas en los sellos mecánicos son producidos por "Operación en Seco". De este resultado se obtiene que cerca del 21% de las fallas en las bombas son causadas por la "Operación en Seco" del sello mecánico.



Un análisis realizado por la empresa fabricante de bombas "Grundfos", donde examinaron las causas en cerca de 1.3 millones de fallas de bombas, concluye que la "Operación en Seco" del sello era responsable del 18% de todos los desperfectos.

La combinación de caras en Carburo de Silicio vs. Carburo de Silicio (SiC-SiC) ha brindado en los últimos 10-15 años el mejor desempeño en cuanto a resistencia química y resistencia a la abrasión (libre de desgaste), sin embargo, su alto desempeño depende principalmente de la presencia de una película de líquido lubricante que se debe formar entre las caras.

La pobre o ninguna lubricación entre las caras de sellado para una combinación (SiC-SiC) ocasionará un incremento dramático en la temperatura, lo que producirá la falla del material de las caras y en los O-rings elastoméricos (sellos secundarios). En la mayoría de los

casos, el colapso de los materiales ante esta operación en seco se produce en pocos segundos.

La utilización del material **DiamondFaces®** como recubrimiento sobre un sustrato de carburo de silicio ha demostrado poder operar en seco por períodos prolongados (hasta varias horas) con un bajo incremento de temperatura.

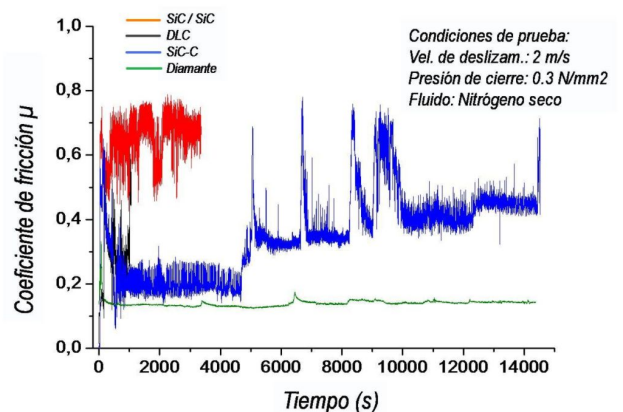
Básicamente el recubrimiento de diamante producido por **EagleBurgmann®**, brinda las siguientes características principales frente a otras tecnologías de recubrimiento de diamante:

1. Bajo coeficiente de fricción
2. Prácticamente "Cero Desgaste"
3. Una adhesión insuperable del recubrimiento de diamante al sustrato de SiC.
4. Una superficie con planitud regular y óptima

## Reducción del Coeficiente de Fricción

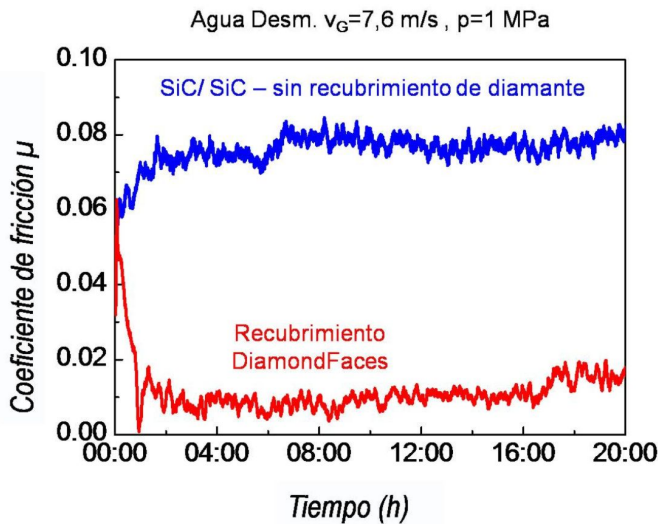
Dentro del programa de desarrollo del material, esta empresa fabricante realizó numerosas pruebas que fueron desde lo general hacia lo específico para optimizar la combinación del compuesto SiC-Diamante que se obtuvo finalmente. El objetivo principal fue reducir el coeficiente de fricción, tanto en operación lubricada como en seco.

En las pruebas realizadas con el material **DiamondFaces®** operando en seco, se obtuvieron coeficientes de fricción hasta 5 veces menores a los de la combinación de caras en Carburo de Silicio vs. Carburo de Silicio. Las excelentes propiedades del recubrimiento de diamante microcristalino permitieron durante las pruebas, la continua operación en seco por varias horas y con una reducida generación de calor. Estos resultados han sido corroborados con aplicaciones ya instaladas en diversas plantas. Por ejemplo, en la siguiente grafica se muestra el comportamiento de diferentes combinaciones de caras de sellado bajo la condición de operación en seco (fluido de lubricación: Nitrógeno seco):



Fuente: EagleBurgmann test-bench results, coefficient of friction for gas lubrication using dry Nitrogen

La diferencia entre el material **DiamondFaces®** y la combinación estándar SiC-SiC fue aún mayor durante las pruebas con lubricación húmeda, es decir, fluido en estado líquido alrededor del sello, donde el coeficiente de fricción fue hasta 8 veces menor, como se ve en la siguiente gráfica:



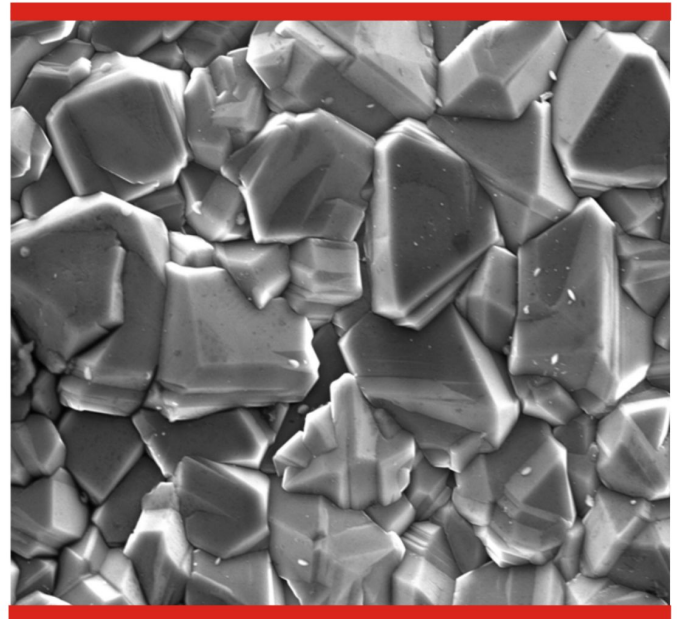
### Ventajas relacionadas con el bajo coeficiente de fricción:

- La reducción de la fricción entre las caras deslizantes reduce también el calor producido, incrementando la confiabilidad aún durante la operación en seco.
- La reducción en la generación de calor reduce la temperatura alrededor de los sellos secundarios elastoméricos (o-rings) protegiéndolos de su degradación.
- La reducción en la generación de calor por fricción hace que se requiera menos enfriamiento para el caso de sellos dobles.
- Ahora se puede trabajar a mayores temperaturas con aquellos fluidos que poseen bajo punto de ebullición.
- Menor potencia requerida por la bomba sobre el motor eléctrico.

### Desgaste

El diamante se caracteriza por sus propiedades inigualables de alta dureza, resistencia química y térmica, sin embargo es necesario resaltar que el material **DiamondFaces®** con espesor de recubrimiento de  $8 \mu\text{m}$ , es totalmente diferente a otros recubrimientos de diamante disponibles en la actualidad, entre ellos el DLC "Diamond Like Coating", brindando características y

beneficios muy superiores a estos. La relación de desgaste del **DiamondFaces®** se sitúa entre  $0.08 \mu\text{m/hr}$  y  $0.2 \mu\text{m/hr}$ , estos valores han sido obtenidos durante las pruebas sin lubricación en ambiente de Nitrógeno seco.



Estructura **DiamondFaces®** magnificado a  $10.000 \times 20 \mu\text{m}$   
Fuente: EagleBurgmann Quality Assurance

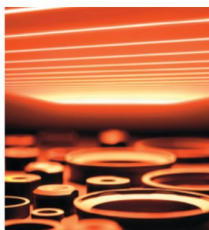
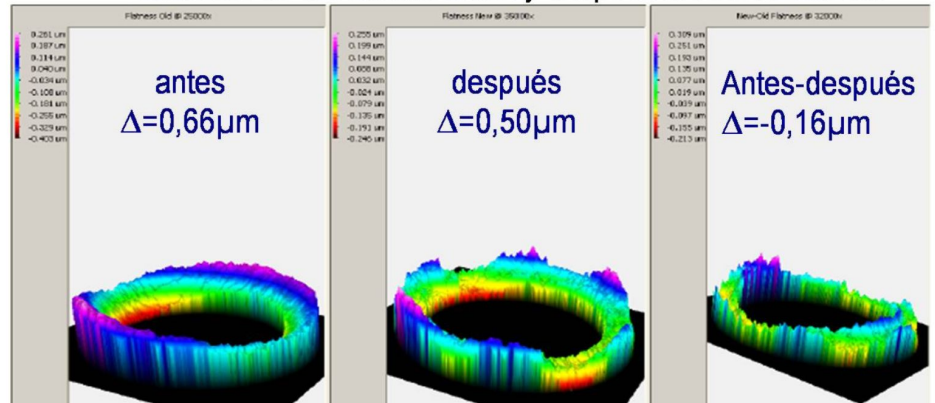
### Ventajas relacionadas con la baja relación de desgaste:

- Dramático aumento en la vida útil del sello.
- Protección contra el desgaste aún en aplicaciones con alto contenido de sólidos, ya que el diamante es el material más duro conocido.
- Mucha mayor vida útil que la combinación sic-carbón, ya que en esta última, la duración está limitada por el desgaste del carbón.
- No existe reducción en los límites de aplicación causados por la inestabilidad de la cara de carbón.
- Aumento de vida útil aún en los equipos donde existe operación en seco frecuentemente.
- La mayor resistencia química conocida hasta ahora permite estandarizar las caras de sellado de una planta con un mismo tipo de material.

## Planitud de la Superficie de Sellado

La planitud de las superficies de sellado es un factor esencial para la confiabilidad operacional de los sellos mecánicos. Para garantizar una operación confiable, la planitud de estas superficies debe estar dentro unos rangos específicos. El proceso para producir **DiamondFaces®** demostró ser garante de los valores de planitud óptima, inclusive logrando mejorar los niveles de planitud de las caras antes del proceso de recubrimiento, como se ve en la siguiente gráfica:

Medición de la Planitud antes y después del recubrimiento

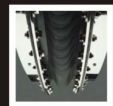


En el próximo número de **CONFIABILIDAD INDUSTRIAL** traeremos algunos datos relacionados con los costos que involucra el uso de esta nueva tecnología en comparación con los materiales tradicionales conocidos y algunas referencias y aplicaciones actualmente en operación.



## EagleBurgmann.

Líderes en Tecnología de Sellado para Procesos Industriales



### DiamondFaces®

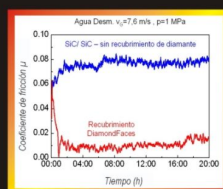


Una Nueva Era en la Tecnología de Sellos Mecánicos

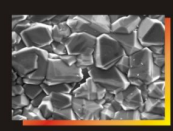
Es un proceso único patentado por EagleBurgmann. Es literalmente diamante cristalino "Ultrapuro" producido sintéticamente, con estructura semejante al diamante natural. Este recubrimiento micro cristalino incrustado sobre caras de Carburo de Silicio, es capaz de alcanzar desempeños nunca antes vistos en Sello Mecánico alguno. Con esta innovación se logran tiempos mucho más largos de operación y aumento de la confiabilidad del equipo rotativo.

Esta tecnología se puede considerar, sin temor a exagerar, un "Hito Histórico" en la evolución de la tecnología de Sellos Mecánicos.

Utilizando la tecnología **DiamondFaces®** en los Sellos Mecánicos, prácticamente se estaría eliminando hasta en un 70% los factores que ocasionan fallas en los mismos (Operación en seco, fractura y desgaste de las caras por vibración, ataques químicos, etc.



Reactor para el proceso de "Deposición por Vapores Químicos" @ T ≤ 2500°C



Ampliación a 30 mm microestructura del **DiamondFaces®**



www.eagleburgmann.com

Conozca más sobre esta nueva Tecnología, visite: [www.diamondfaces.com](http://www.diamondfaces.com)

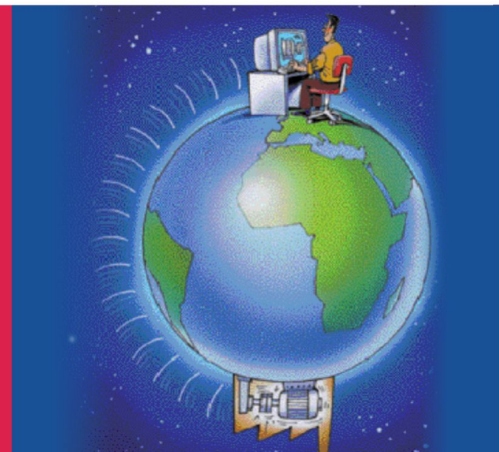
**Burgmann de Venezuela, C.A.**

RIF. J-00248725-9

Oficina Principal Caracas (0212) 242.15.48 - 16.77  
Centro de Producción Valencia (0241) 871.71.12

# TELEDIAGNÓSTICO: Monitoreo y Análisis de Condición de Maquinaria a Distancia

Ing. David Trocel / david.trocel@confiabilidad.com.ve



**“El tiempo trae innovaciones, no solamente tecnológicas, también se innova sobre la fuente y flujo de la información... cambios en la forma como los Gerentes de Confiabilidad obtienen la información, como la procesan y como la comunican para tomar decisiones en su organización”**

*Shawn A. Carson, Internet Based Machinery Analysis*

Los Sistemas de Monitoreo Continuo y Protección de Maquinaria están diseñados para evaluar continuamente la condición de activos críticos y proveer protección contra la aparición de fenómenos indeseables como alta vibración, alta temperatura o cualquier variable fuera de los límites estándares permisibles para la seguridad del proceso, el ambiente, las instalaciones o el personal. Estos sistemas conocidos también como Sistemas Supervisorios no son nuevos en la industria, sin embargo sus aplicaciones y alcance se han potenciado en los últimos años con su integración a las redes de área local y a la Internet, llevando las señales y los datos de Monitoreo de Condición a cualquier localidad dentro y fuera de la planta, fuera de la región o del país. Esta integración denominada Telediagnóstico, ha incrementado las capacidades de detección, análisis y diagnóstico de estados prematuros de falla, tanto de maquinaria fija como móvil.

El Telediagnóstico permite el análisis de datos en línea y en tiempo real, la información es administrada por personal dedicado y altamente capacitado en diversas tecnologías de inspección.

El hecho de que los datos “viajen” sin limitaciones de espacio o distancia no solo representa una mejora en la capacidad de análisis y diagnóstico, esto también es un

aporte importante en la reducción de riesgos asociados a la seguridad personal y en la reducción de costos operacionales.



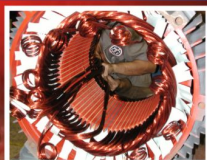
**Figura 1. Los avances en la tecnología y la reducción de los costos de adquisición de los sistemas de monitoreo modernos los han hecho accesible para diversas aplicaciones, no solo en grandes industrias, también las empresas ligeras están adoptando sistemas que se adaptan a sus necesidades y presupuestos. Hoy en día no solo el monitoreo continuo y remoto se aplica en la maquinaria denominada crítica, otros activos de planta como maquinaria de servicios de planta, equipos de procesos y maquinaria móvil como excavadoras, buques y ferrocarriles también son incluidos.**

## ¿Por qué Sistemas de Monitoreo y Teledianóstico?

La reducción de los costos operativos y la posibilidad de mejorar el proceso de toma de decisiones en cuanto al mantenimiento, sumado a la necesidad de optimizar los índices de seguridad, son las razones fundamentales por las que las industrias de hoy exploran oportunidades basadas en nuevas tecnologías. La presión por mayor eficiencia, menos paradas imprevistas, más productividad y alta confiabilidad llevan a las organizaciones industriales a una constante búsqueda de aplicaciones que los mantenga en altos niveles de competitividad. A todos los beneficios del Mantenimiento Predictivo, el Telediagnóstico añade:

- Planificación y programación óptima del mantenimiento.
- Mejoras en la seguridad integral de la planta.
- Mitigación de daños colaterales.
- Monitoreo de localizaciones inaccesibles, inhospitas, maquinaria móvil.
- Soluciones adaptadas para todo tipo de maquinaria y criticidad de proceso.
- Indicaciones anormales inmediatas basados en estándares.
- Integración de múltiples variables de proceso y de condición.
- Análisis y diagnóstico preciso de fallas realizado por especialistas.
- Registro consistente de datos para generar líneas base de desempeño óptimas.

Rif: J-08018407-6



# ELECTRIN C.A.

## MOTORES ELÉCTRICOS

"Servir bien  
es nuestra norma,  
servirles mejor nuestro deseo..."

Antonio Varela / Presidente & Fundador / Electrin C.A.

Bobinado y Servicio de Mantenimiento a Motores Eléctricos AC y DC

Reparación de Generadores Eléctricos

Reparación de Electrobombas Sumergibles y Horizontales

Equipos de Diagnóstico y Prueba de Última Tecnología

Balanceo Dinámico Computarizado de Equipos Rotativos hasta 8.000 Lbs

Análisis de Vibraciones y Balanceo en sitio

Prueba a Tensión Plena de Motores Eléctricos hasta 4160VAC

2500HP / 600VDC 400ADC



MIEMBRO  
ACTIVO DE:



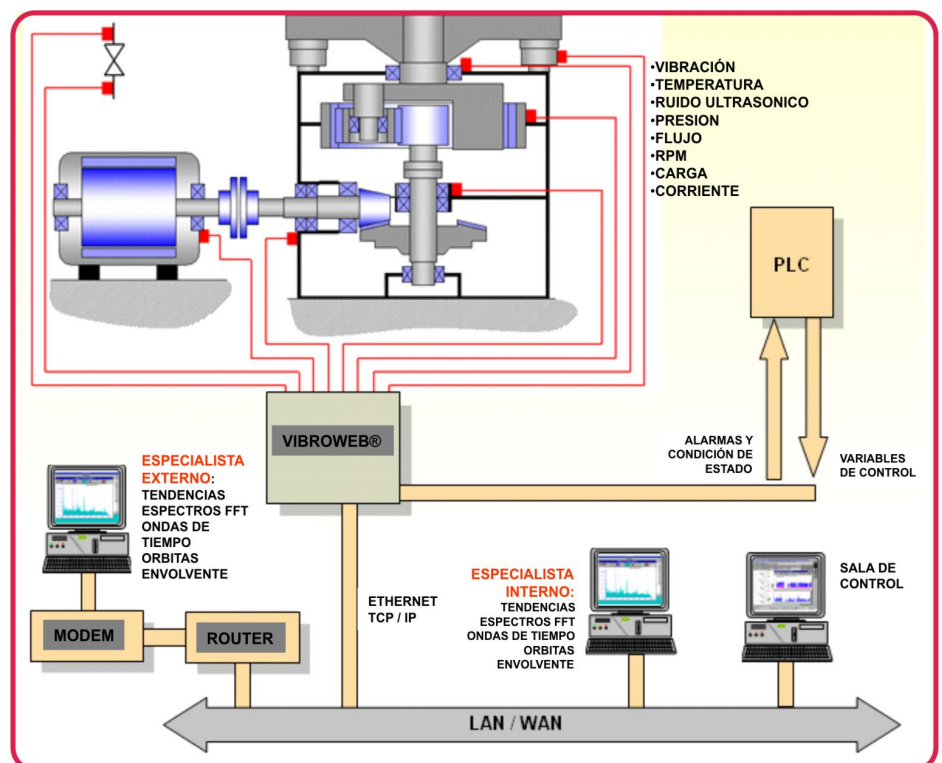
Calle Sucre #128. Sector El Pensil - Puerto la Cruz - Estado Anzoátegui - Venezuela.  
Teléfonos: +58 (281) 266.15.50 / 269.81.86 - Fax: +58 (281) 269.57.72 - e-mail: info@electrin.com

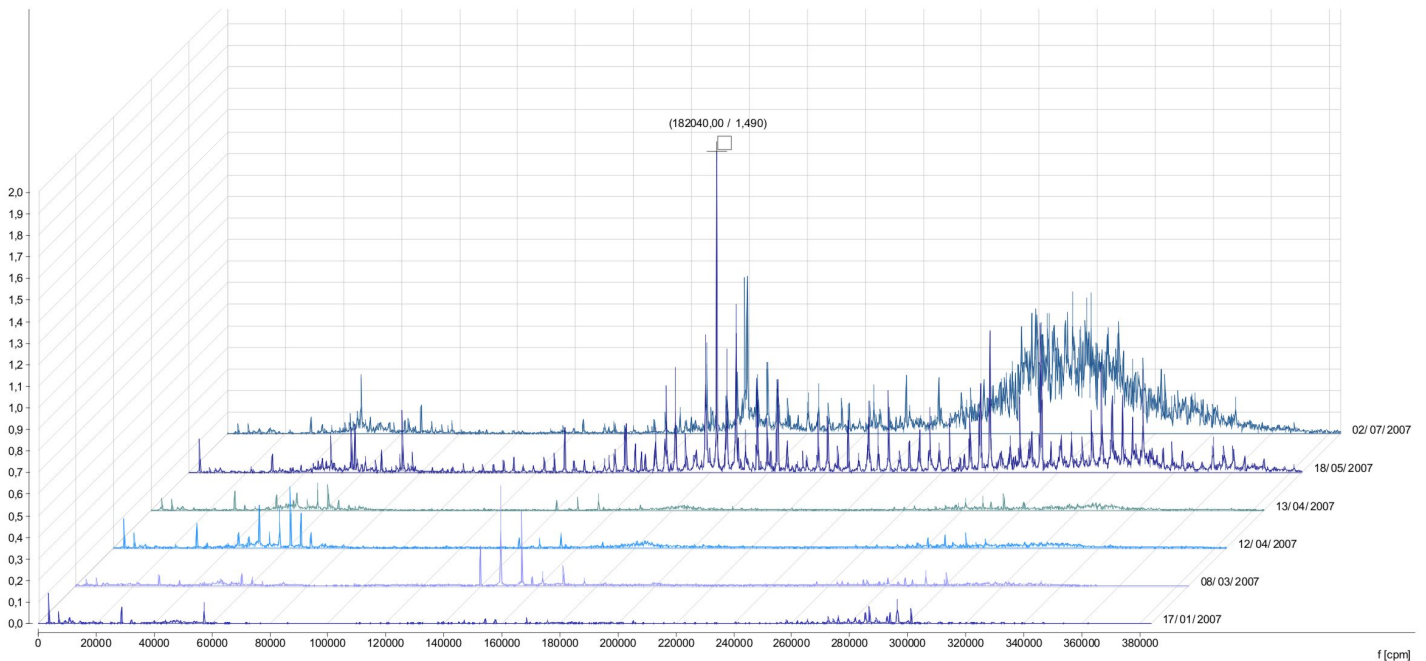
[www.electrin.com](http://www.electrin.com)



**Figura 2.** Este tipo de tratamiento de la información garantiza el acceso a datos originados en zonas lejanas, inaccesibles, peligrosas o inhóspitas. Estos datos son distribuidos a diferentes niveles de la organización de mantenimiento y confiabilidad de acuerdo al estado de criticidad de la información. Las redes inalámbricas facilitan la comunicación de los datos potenciando la capacidad de detección y diagnóstico de problemas. Esto además representa importantes ahorros logísticos y económicos. La masificación y automatización de la colección de los datos garantizan detección más temprana de una mayor cantidad de fallas incipientes, generándose información vital para la optimización de la planificación y programación de las acciones preventivas y proactivas de mantenimiento.

**Figura 3.** La confiabilidad y disponibilidad de la maquinaria no redundante es un factor crítico en la industria, las fallas inesperadas en este tipo de activos pueden producir pérdidas cuantiosas en todo el complejo productivo. Los sistemas de monitoreo y protección remota juegan un rol importante en la prevención y mitigación de las fallas que atenten contra la continuidad operacional, evitando daños colaterales y optimizando la vida útil de los componentes. El Telediagnóstico integra diversas variables funcionales y operacionales representativas de la salud de la maquinaria y de la calidad y seguridad del proceso. Estas variables se vigilan contra niveles permisibles estandarizados. A través de la red es posible además integrar la información de condición de maquinaria con los sistemas de administración de mantenimiento (CMMS) para generar órdenes de trabajo de mantenimiento predictivo basadas en los estatus de alarma.





**Figura 4.** Los sensores permanentemente instalados incrementan la calidad y consistencia de los datos, esto representa una ventaja a la hora de definir la denominada "Línea Base de Desempeño", herramienta clave para la identificación temprana de defectos y

desgaste de los diferentes componentes. Además es posible definir frecuencias de inspección adecuadas a la criticidad y complejidad de la maquinaria, inspecciones que pueden variar desde monitoreo mensual hasta monitoreo continuo y en "tiempo real" por ejemplo.

## ¿Su empresa necesita **Servicios de Consultoría y Auditoría Especializada** en el área de Lubricación?

Contamos con una amplia gama de servicios de consultoría y auditoría especializada, tales como:

- Auditoría de Procesos de Lubricación.
- Programa de Control de Contaminación.
- Interpretación de Análisis de Aceite.
- Manual Corporativo de Lubricación.
- Diagnóstico para la Localización de Oportunidades.
- Programa de Análisis de Aceite.
- Diseño básico de Programas de Lubricación.
- Análisis de Aceite y Vibraciones.
- Ferrografía Analítica.

Igualmente apoyamos a la empresa nacional en la formación de talento a través de nuestros seminarios NORIA:

- Técnicas de Lubricación.
- Análisis de Aceite I y II.
- Lubricación de Maquinarias I y II.
- Control Efectivo de Comunicación.
- Análisis de Aceite para Equipos Móviles.

### Incorporamos NUEVOS SEMINARIOS:

- Operación y Mantenimiento de Bombas.
- Alineación de Equipos Dinámicos.
- Operación y Mantenimiento de Compresores.
- Instrumentación Industrial.
- Válvulas de control.
- PLC.
- Hornos, Calentadores y Calderas.
- Ingeniería de Gas.



**VS Consultores**

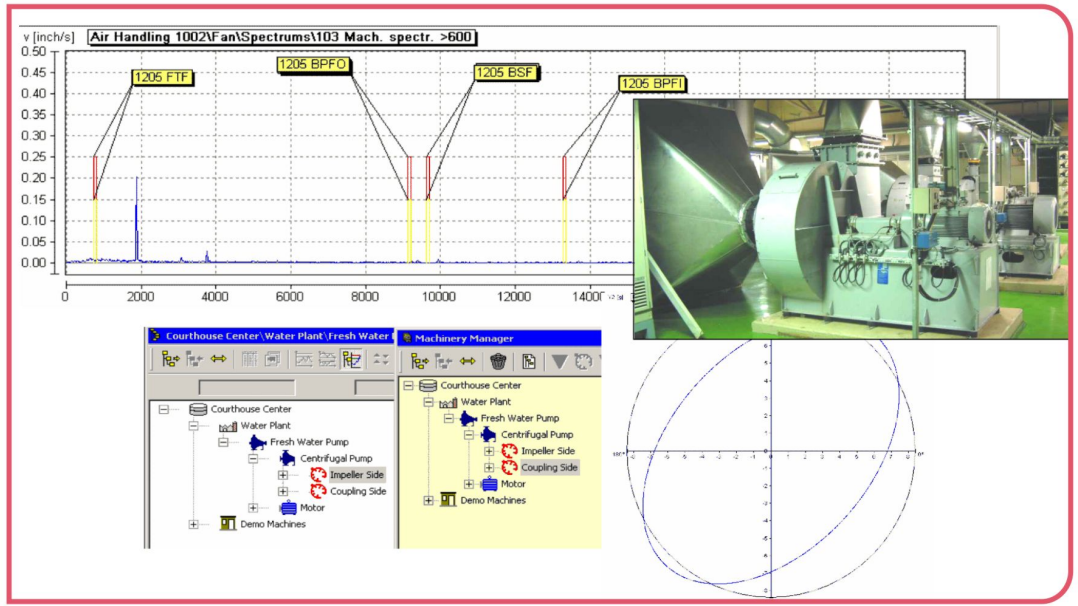
Adiestramiento y asesoría en mantenimiento proactivo

Calle 71 entre Av. 13 y 13 A.Nº 13-29 Sector Tierra Negra.  
 Telfax: +58 261 – 7985361. Móvil: + 58 (414) 3610664.  
 E-mail: falborno@vsconsultores.com.ve. Maracaibo – Venezuela.

[www.vsconsultores.com.ve](http://www.vsconsultores.com.ve)

Representantes en Venezuela de





**Figura 5.** La rotación de personal es una realidad de la industria en todas las posiciones técnicas, el personal calificado emigra o asciende dejando vacantes importantes que debilitan a la organización de confiabilidad de las plantas. Capacitar al nuevo personal es costoso y lleva un largo periodo, además reduce la velocidad y en muchos casos retrasa las políticas o filosofías de trabajo en desarrollo. Los gerentes tratan de mitigar estas debilidades mediante la contratación de

servicios externos. El Telediagnóstico precisamente basa su fortaleza en la disponibilidad y experticia del personal encargado de monitorear la salud de los activos, los gerentes e ingenieros de confiabilidad se están convirtiendo en administradores de información adquirida de diversas fuentes especializadas en múltiples tecnologías y disciplinas.



# CONCLUSIONES

En el futuro inmediato del Telediagnóstico se avizora tecnología de telecomunicaciones de avanzada, más instrumentos y sensores multipropósito de transmisión inalámbrica, sistemas modulares y sencillos, fáciles de instalar y de operar. El avance de la tecnología incluye la reducción de los costos con lo que la aplicación de estos sistemas se usará en más tipos de máquinas al reducirse el costo por punto de monitoreo, esto evidentemente representa disminución de horas hombre de inspección y más horas hombre de análisis de los datos.

Los profesionales del Mantenimiento y la Confiabilidad Industrial contarán con más centros de Telediagnóstico con alta tecnología manejada por personal especializado, una herramienta mas para la Gerencia de Condición de Activos.

# GLOSARIO



## BAUDIO

El baudio (en inglés, baud) se utilizó originariamente para medir la velocidad de las transmisiones telegráficas, tomando su nombre del ingeniero francés Jean Maurice Baudot, que fue el primero en realizar este tipo de mediciones. El baudio es la unidad informática que se utiliza para cuantificar el número de cambios de estado, o eventos de señalización, que se producen cada segundo durante la transferencia de datos. La velocidad de transferencia de datos puede medirse en baudios o en símbolos/segundo

## BIT

Cantidad de información más pequeña que puede transmitirse. Una combinación de bits puede indicar un carácter alfabético, un dígito, una señal, un modificador u otras funciones

## DIRECCIÓN IP

Internet Protocol (IP), una dirección IP es un número que identifica de manera lógica y jerárquica a una interfaz de un dispositivo (habitualmente una computadora) dentro de una red que utilice el protocolo IP. Es habitual que un usuario que se conecta desde su hogar a Internet utilice una dirección IP. Esta dirección puede cambiar al reconectar; y a esta forma de asignación de dirección IP se denomina una dirección IP dinámica. Los sitios de Internet que por su naturaleza necesitan estar permanentemente conectados, generalmente tienen una dirección IP fija o IP estática, es decir, no cambia con el tiempo. Los servidores de correo, DNS, FTP públicos, y servidores de páginas web necesariamente deben contar con una dirección IP fija o estática, ya que de esta forma se permite su localización en la red.

## DNS (DOMAIN NAME SYSTEM)

Sistema de Nombres de Dominio. A través de Internet, los ordenadores se conectan entre sí mediante sus respectivas direcciones IP. Sin embargo, a los seres humanos nos es más cómodo utilizar otra notación más fácil de recordar y utilizar, como los nombres de dominio; la traducción entre unos y otros se resuelve mediante los servidores de nombres de dominio DNS.

## HTTP

Protocolo de Transferencia de Hiper Texto (HTTP, HyperText Transfer Protocol) es el protocolo usado en cada transacción de la red INTERNET (WWW) fue desarrollado por el consorcio W3C y la IETF. El protocolo HTTP define la sintaxis y la semántica que utilizan los elementos software de la arquitectura web (clientes, servidores, proxies) para comunicarse.

## INTERFAZ ETHERNET

Ethernet es el nombre de una tecnología de redes de computadoras de área local (LANs) basada en tramas de datos. El nombre viene del concepto físico de ether. Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de trama del nivel de enlace de datos del modelo OSI. Ethernet se refiere a las redes de área local y dispositivos bajo el estándar IEEE 802.3 que define el protocolo CSMA/CD.

## INTERFAZ RS232

RS-232, también conocido como Electronic Industries Alliance RS-232C, es una interfaz que designa una norma para el intercambio serie de datos binarios entre un DTE (Equipo terminal de datos) y un DCE (Equipo de Comunicación de datos), aunque existen otras situaciones en las que también se utiliza la interfaz RS-232.

El RS-232 consiste en un conector tipo DB-25 (de 25 pines), aunque es normal encontrar la versión de 9 pines (DE-9), más barato e incluso más extendido para cierto tipo de periféricos (como el ratón serie del PC).

## PROTOCOLO DE RED O PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN

Es el conjunto de reglas que especifican el intercambio de datos u órdenes durante la comunicación entre las entidades que forman parte de una red.

Los protocolos que son implementados en sistemas de comunicación que tienen un amplio impacto, suelen convertirse en estándares, debido a que la comunicación e intercambio de información (datos) es un factor fundamental en numerosos sistemas, y para asegurar tal comunicación se vuelve necesario copiar el diseño y funcionamiento a partir del ejemplo pre-existente.

## SEÑAL ANALÓGICA

Una señal analógica es aquella función matemática continua en la que es variable su amplitud y periodo en función del tiempo. Algunas magnitudes físicas comúnmente portadoras de una señal de este tipo son eléctricas como la intensidad, la tensión y la potencia, pero también pueden ser hidráulicas como la presión, térmicas como la temperatura, mecánicas, etc.

## SEÑAL DIGITAL

Se dice que una señal es digital cuando las magnitudes de la misma se representan mediante valores discretos en lugar de variables continuas. Por ejemplo, el interruptor de la luz sólo puede tomar dos valores o estados: abierto o cerrado, o la misma lámpara: encendida o apagada. Los sistemas digitales, como por ejemplo el ordenador, usan lógica de dos estados representados por dos niveles de tensión eléctrica, uno alto, H y otro bajo, L (de High y Low, respectivamente, en inglés). Por abstracción, dichos estados se sustituyen por ceros y unos, lo que facilita la aplicación de la lógica y la aritmética binaria.

## SMTP

Protocolo Simple de Transferencia de Correo (SMTP, Simple Mail Transfer Protocol), Protocolo de red basado en texto utilizado para el intercambio de mensajes de correo electrónico entre computadoras o distintos dispositivos (PDA's, teléfonos móviles, etc.).

## URL

Significa Uniform Resource Locator, es decir, localizador uniforme de recurso. Es una secuencia de caracteres, de acuerdo a un formato estándar, que se usa para nombrar recursos, como documentos e imágenes en Internet, por su localización.

El URL de un recurso de información es su dirección en internet, la cual permite que el navegador la encuentre y la muestre de forma adecuada. Por ello el URL combina el nombre del ordenador que proporciona la información, el directorio donde se encuentra, el nombre del fichero y el protocolo a usar para recuperar los datos. Existe un URL único para cada página de cada uno de los documentos de la World Wide Web

## W3C: World Wide Web Consortium

Es una organización independiente que se encarga de regular y definir estándares de comunicación vía Internet. Está conformado entre otras 400 organizaciones por SUN, Appel, Microsoft e IBM.



# Intercambiadores de Calor y Calderas C.A.

## Especialistas en Mantenimiento de Equipos de Transferencia de Calor (Intercambiadores, Hornos y Calderas)



- Reparación y alteraciones de equipos estampados ASME.
- Fabricación de todo tipo de recipientes a presión con o sin estampe ASME.
- Izamiento de cargas.
- Soldadura en general.
- Soldaduras especiales (TIG, MIG, aluminio, aceros inoxidable, bronce, etc.)
- Tratamientos térmicos localizados.
- Sand-blasting e hidro-blasting.
- Pintura industrial.
- Limpiezas industriales en general.
- Paradas de planta.
- Suministro de personal, equipos y herramientas.
- Hidroextractor de haces tubulares (60.000 Lbs de empuje).

**El más  
versátil  
en su tipo**



Nuestra meta:  
Cero accidentes

Principal: Av. No. 5 (Vía Complejo Petroquímico El Tablazo). Los Puertos de Altagracia Edo. Zulia.  
Tele-Fax: (0266) 3210222 (Master) – 3210961. Celular: (0414) 3617300 – 3617301 e-mail: [incalca@cantv.net](mailto:incalca@cantv.net); [incalca@mipunto.com](mailto:incalca@mipunto.com)

Sucursal Oriente: Av. José Antonio Anzoátegui. C.C. Puerto Píritu. Local PB-06. Puerto Píritu Edo. Anzoátegui.  
Tele-Fax: (0281) 4412782. Celular: (0414) 3600487 e-mail: [incalcaoriente@mipunto.com](mailto:incalcaoriente@mipunto.com); [abarboza@incalca.com](mailto:abarboza@incalca.com)