

Año 8 → Edición 19 → 1<sup>er</sup> Trimestre 2017

# **CONFIA**BIABILIDAD **INDUSTRIAL**

GERENCIA DE ACTIVOS + MEJORES PRÁCTICAS + ESTÁNDARES + MANTENIMIENTO + SEGURIDAD + RRHH

## **CONFIA**BILIDAD HUMANA **RESOLVIENDO EL PROBLEMA DE LA FUERZA LABORAL EN RETIRO**



**LAS MÁQUINAS HABLAN  
PERFIL TÉRMICO EN  
MOTORES ELÉCTRICOS**

**ESTÁNDARES INDUSTRIALES  
CAMBIOS EN LA NORMA ISO 14224:2016**

 **@RCONFIABILIDAD**

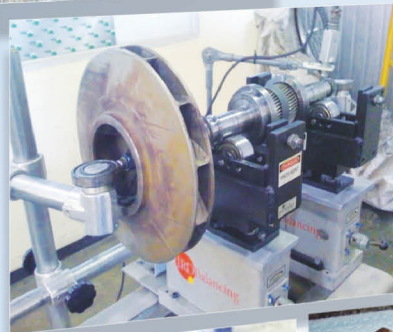
Una publicación de





# REFAMECA

DE ORIENTE RIF J-31167447-0



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

*Nuestra meta  
la excelencia*

## 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
- REPOTENCIACIÓN DE MÁQUINAS INDUSTRIALES
- SOLDADURAS ESPECIALES, SOPORTERÍA Y ESTRUCTURAS
- FABRICACIÓN DE PIEZAS EN FUNDICIÓN CON COMPOSICIÓN DE ALEACIONES ESPECIALES
- BALANCEO DINÁMICO DE PRECISIÓN
- SANDBLASTING Y PINTURA
- ALQUILER DE EQUIPOS, MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS
- SUMINISTRO DE PERSONAL TÉCNICO Y ESPECIALISTA
- REVESTIMIENTOS INDUSTRIALES
- DEMOLICIÓN E INSTALACIÓN DE REFRACTARIOS
- SUMINISTRO Y ALQUILER DE ANDAMIOS

Carretera Rómulo Betancourt, Local N°1, Sector Los Potocos, Barcelona.

Telefax: (0281)808.47.21. Cel: 0414-815.25.46. e-mail: mercadeo@refameca.com.ve / refamecadeoriente@gmail.com

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



# EN ESTA EDICIÓN...

## EDITORIAL

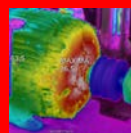


### CONFIABILIDAD HUMANA

Resolviendo el Problema de la Fuerza Laboral en Retiro

### LAS MÁQUINAS HABLAN

Perfil Térmico en Motores Eléctricos



### MEJORES PRÁCTICAS

Gestión del Cambio: MOC



### CONFIABILIDAD APLICADA

¿Por Qué es Necesario el Análisis de Weibull?



### HUMOR CONFIABLE

### ESTÁNDARES INDUSTRIALES

Cambios en la Norma ISO 14224:2016



### CONFIABILITIPS

Estrés y Distorsión en Máquinas Rotativas

### BOLETÍN DE SEGURIDAD

Clasificación de Atmósferas Explosivas



### GLOSARIO

Síguenos y se parte de la Confiabilidad



@RCONFIABILIDAD

@CONFIABILITIPS



www.linkedin.com/in/gtscca

WWW.CONFIABILIDAD.COM.VE

### Editor en Jefe

David Trocel

david.trocel@confiabilidad.com.ve

### Ventas y Mercadeo

Altair Bustillo

revista@confiabilidad.com.ve

### Colaboradores

Alexis Láres

Drew Troyer

Iam Baynes

Víctor D. Manríquez

Sebastián Trocel

Una publicación de:



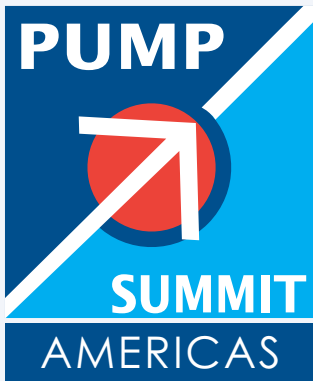
gente + tecnología + servicios

CC. Puente Real, No. N2B-48,

Barcelona, Anzoátegui, Venezuela.

0281-2779738, RIF: J-29573457-3





# PUMP SUMMIT AMERICAS

*Houston's Premiere Networking Event for Pump Experts*

## SUMMER 2018

**GEORGE R. BROWN CONVENTION CENTER  
HOUSTON, TEXAS, USA**

### CALL FOR PAPERS

**ABSTRACT DUE DATE: MAY 19<sup>TH</sup>, 2017**



[www.pumpsummitamericas.net](http://www.pumpsummitamericas.net)

Powered By:



Organized By:



# INGENIEROS DE CONFIABILIDAD: UN BUEN NEGOCIO PARA LA INDUSTRIA

Mayor complejidad de los procesos y maquinarias, más regulaciones ambientales, de seguridad y laborales son algunos de los retos que la industria de hoy debe enfrentar para mantenerse competitiva y sustentable, para superar estos desafíos es fundamental contar con la gente apropiada en la posición apropiada. En un entorno de constante exigencia por el mejoramiento continuo el Ingeniero de Confiabilidad se perfila como una posición invaluable para la industria, con capacidades para evaluar equipos y procesos y para aplicar metodologías de optimización con el objetivo de combatir la reactividad sistemáticamente, para el Ingeniero de Confiabilidad no será difícil generar ahorros y mejoras para contribuir a hacer de los complejos industriales lugares más seguros, eficientes y productivos.



**RECONOCIDA EMPRESA  
CON NECESIDADES DE MEJORAR  
SOLICITA  
INGENIERO(A) DE CONFIABILIDAD**

Ofrecemos un ambiente de trabajo reactivo, fallas recurrentes, alto nivel de *backlog*, ausencia de indicadores de gestión, grupos desintegrados de trabajo y resultados impredecibles.

**REQUISITOS**

Profesional proactivo, con alta capacidad autodidacta, auto motivado y motivador, integrador de equipos, emprendedor, alta capacidad de comunicación y de interacción con individuos y grupos multidisciplinarios.

**COMPETENCIAS DEL INGENIERO DE CONFIABILIDAD**

- Sistematizar el proceso de registro, categorización y análisis de fallas.
- Analizar las causas raíces de las fallas costosas y/o recurrentes.
- Definir los modos y efectos de fallas de los activos críticos.
- Hacer análisis de Mantenibilidad y Disponibilidad.
- Apoyar activamente la optimización de los planes de mantenimiento e inspección de activos.
- Optimizar los inventarios de repuestos.
- Crear planes de formación adaptados a las necesidades de la organización.
- Propiciar un sistema de comunicación efectivo e integrador para divulgar los avances, logros, hallazgos, obstáculos y soluciones.
- Establecer los indicadores de gestión apropiados.
- Participar en la generación de alcances y especificaciones de servicios técnicos...

El Ingeniero de confiabilidad (IC) preferiblemente debe ser un profesional universitario, en mi experiencia la mayoría de estas posiciones las cubren ingenieros mecánicos, eléctricos, electrónicos, industriales e ingenieros de mantenimiento, todos ellos con las capacidades técnicas idóneas para el cargo. Algunas instituciones universitarias ya están adoptando la carrera de Ingeniería de Confiabilidad en su oferta académica y muchas más ya cuentan con un post grado en la materia.

Dependiendo de la magnitud y complejidad de la industria, será necesario un grupo de confiabilidad integrado por ingenieros de diversas disciplinas y experiencias.

*“ Cuando se trata de asegurar la productividad y rentabilidad, los profesionales de la confiabilidad bien capacitados son una fórmula mágica para la industria ”*

**Heinz P. Bloch**

Es importante entender las funciones de un IC como una labor interdependiente pero autónoma, separada de mantenimiento y otros departamentos, el grupo de confiabilidad debe enfocarse en la optimización del desempeño, tanto de equipos como de procesos a lo largo de todo el ciclo de vida de los activos. El IC debe reportar a la gerencia de la organización al mismo nivel que lo hacen los departamentos de mantenimiento, producción y seguridad.

El impacto que un Ingeniero de Confiabilidad puede causar en una organización industrial va mas allá de los equipos, sistemas y procesos, ellos pueden catalizar el cambio cultural y corporativo que finalmente soporte los planes de mejoramiento continuo.

¿Cuál es su opinión sobre este tema?  
david.trocel@confiabilidad.com.ve



## ¿POR QUÉ ES NECESARIO EL ANÁLISIS DE WEIBULL?

### UNA PODEROSA PERO SUBUTILIZADA HERRAMIENTA

Por: Drew Troyer, CRE, CMRP, Certified Reliability Engineer.

El Análisis de Weibull es una poderosa pero subutilizada herramienta por los ingenieros de confiabilidad industrial. Como profesionales en esta área, nuestro trabajo es cuantificar los riesgos para la producción, los costos de administración y las metas de seguridad y protección ambiental. Como ingenieros de confiabilidad, principalmente usamos la distribución exponencial para predecir la confiabilidad basándonos en la tasa de falla o su recíproco el tiempo promedio entre fallas o el tiempo promedio para fallar. Mientras que la ecuación exponencial básica es muy útil para hacer predicciones probabilísticas de la confiabilidad, ella asume una tasa de falla constante a través del tiempo. En realidad, simplemente no siempre este es el caso. Aquí entra el Análisis de Weibull.

El Análisis Weibull es un tratamiento especial de la distribución de la confiabilidad que incluye el perfil de riesgo como una función del tiempo. Utilizando papel gráfico especial (log/log-log) o software especializado, se trazan las fallas y se dibuja una línea de regresión de mínimos cuadrados.

La pendiente lineal de esa línea representa el parámetro Beta ( $\beta$ ), o parámetro de forma, que se incorpora en fórmulas modificadas basadas en la distribución exponencial, lo que permite que los cálculos previstos reflejen el perfil de riesgo a lo largo del tiempo. En resumen, si el  $\beta < 1,0$ , el riesgo de falla disminuye con el tiempo; Si  $\beta = 1,0$ , el riesgo de fallo es constante en el tiempo; Y, si  $\beta > 1,0$ , el riesgo de falla aumenta con el tiempo.

Donde  $\beta = 2,0$ , la tasa de fracaso aumenta linealmente con el tiempo, suponiendo la distribución de Rayleigh. Donde  $\beta > 3,44$ , la tasa de fallo asume la distribución gaussiana (curva de campana), lo que indica un aumento geométrico en el riesgo a lo largo del tiempo. A medida que el parámetro  $\beta$  aumenta por encima de 3,44, la curtosis de la curva aumenta, lo que sugiere una desviación estándar menor (véase la figura).

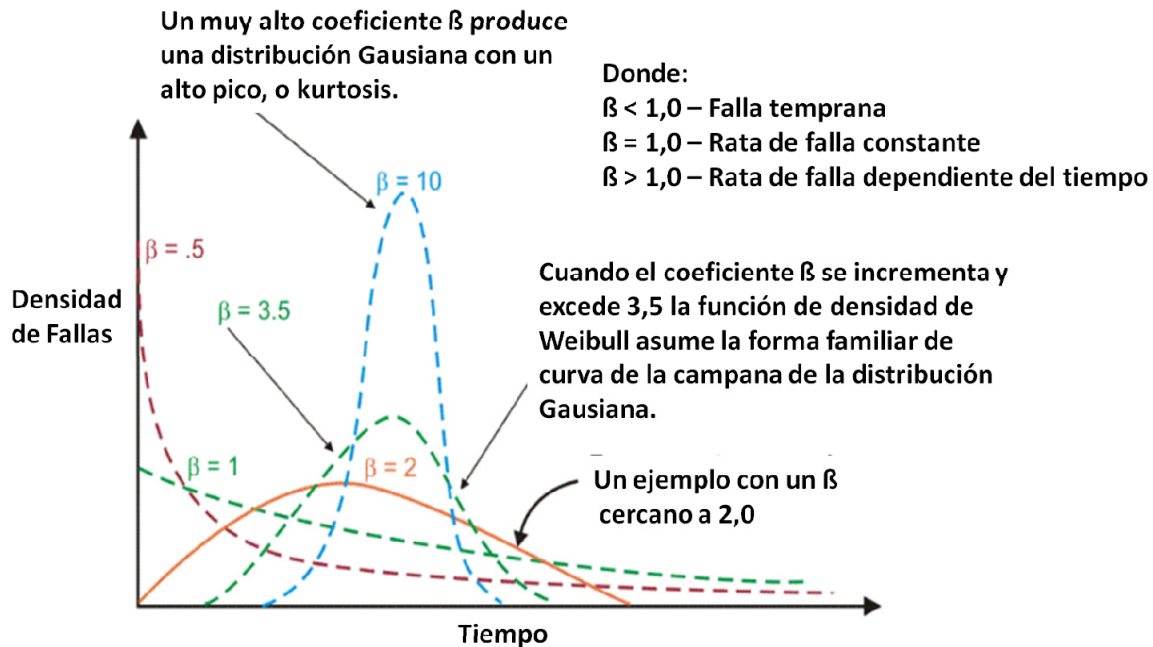
Bueno, suficiente teoría. ¿Qué significa para usted y por qué debe aprender a usarlo? Comprender el perfil de riesgo como una función del tiempo le permite tomar mejores decisiones.

## Distribución de Weibull

La distribución de Weibull es el más ampliamente utilizado modelo estadístico para tratar con datos históricos. Es usada en muchas aplicaciones desde el pronóstico del tiempo hasta análisis de ingeniería con tamaños de muestras muy pequeños.

Originalmente desarrollado por el matemático sueco Wallodi Weibull (1887-1979) El análisis de Weibull es la más versátil distribución empleada por los ingenieros de confiabilidad. Aunque es denominada una distribución, actualmente es una herramienta que permite al Ingeniero de Confiabilidad caracterizar la función de densidad de probabilidad (distribución de frecuencia de falla) de un conjunto de datos de falla para caracterizarlas como tempranas, constantes (exponencial) o desgaste asociado a la edad (Gausiana o log normal) graficando los datos de tiempo para la falla en un formato gráfico especial donde el eje X representa el tiempo, ciclos, millas, etc, en una escala logarítmica. El eje Y, con una escala log-log, representa el porcentaje acumulado de la población total de fallas.

Utilizado eficazmente con datos de campo recopilados adecuadamente, el análisis de Weibull es una poderosa herramienta que le permite combinar eficazmente sus actividades de intervención con los riesgos a los que se enfrenta la organización.



### $\beta < 1,0$

Representa una rata de fallas tempranas (mortalidad infantil) Mientras más cercano a cero, más grande el riesgo de este tipo de fallas. Las fallas tempranas tienden a ser causadas por repuestos de mala calidad o defectuosos y/o por mano de obra deficiente. La mala calidad de las partes puede ser asociada a problemas de almacenaje que propicien la contaminación, corrosión y el deterioro. Las deficiencias asociadas con la mano de obra pueden atribuirse a procedimientos débiles, falta de capacitación o falta de personal calificado, supervisión insuficiente, falta de controles de calidad o incluso a temas administrativos como reparaciones apresuradas. La meta es elevar el parámetro  $\beta$  a 1,0 mientras decrece la rata de fallas y se incrementa el TPEF o TPDF.

### $\beta \sim 1.0$

Representa una rata de fallas constante, no se pueden hacer predicciones en función del tiempo. En este escenario debe enfocarse en optimizar sus planes de inspección y monitoreo de condición de manera de detectar las fallas en su etapa incipiente, por otro lado puede trabajar en mejorar el proceso de análisis de los datos por cada modo de falla. Cuando se toman un lote de modos de fallas juntos, se presenta un efecto aleatorio que tiende a elevar  $\beta$  a 1,0. Hay que enfocarse en prácticas de precisión y proactivas, especialmente en las actividades de Ajuste, Lubricación, Alineación y Balanceo. La rata de falla es afectada por las intervenciones proactivas, pero no necesariamente estas afectan el perfil de riesgo. La meta es mantener el parámetro  $\beta$  en 1,0 mientras decrece la rata de fallas incrementando el TPEF o el TPDF.

### $\beta > 1,0$

Indica dependencia del tiempo, lo cual es típicamente indicativo de un modo de falla dominante. Mientras más alto es  $\beta$ , más fuerte es la relación con el tiempo. En este escenario el trabajo consiste en identificar los factores mecánicos, eléctricos, operacionales y humanos que representan las causas que desencadenan la falla. El modo de falla dominante, es algunos casos, se elimina actualizando componentes, rediseñando, reduciendo el estrés operacional u otras iniciativas. En algunos casos las partes o componentes son simplemente reemplazados. Si la forma  $\beta$  es suficientemente alta (por ejemplo  $> 5,0$ ) y si no puede controlar las funciones que propician la falla, el mantenimiento basado en el tiempo PUEDE estar justificado. En otras instancias, se podría incrementar la veracidad y frecuencia del monitoreo y el perfil de riesgo aumenta. La meta es que  $\beta$  se mantenga  $\sim 1,0$  si es posible o instituir el mantenimiento basado en tiempo o incrementar el monitoreo apropiadamente. El perfil de riesgo debería afectar el proceso de planificación de repuestos de tal manera que no lo encuentren desprevenido. En todos los casos hay que mantenerse enfocados en las actividades de mantenimiento proactivas.

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

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

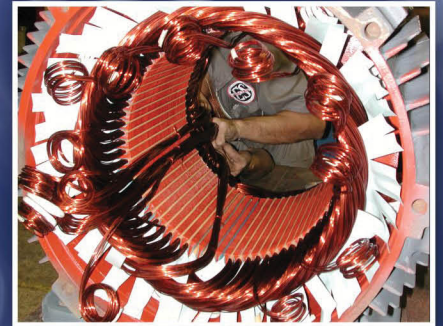


Rif. J-08018407-6

**ELECTRIN C.A.**  
**MOTORES ELÉCTRICOS**



- 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



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

**LEESON**

**FLYGT**

**BALDOR**

**ABB**

MIEMBRO ACTIVO DE:



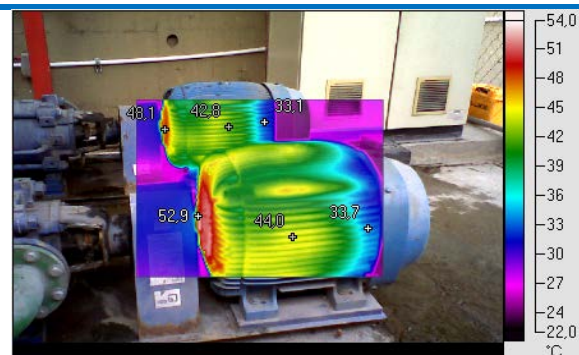
Calle Sucre #128. Sector El Pensil - Puerto la Cruz - Estado Anzoátegui - Venezuela.

Teléfonos: +58 (281) 266.15.50 / 269.81.86 - Fax: +58 (281) 269.57.72 - e-mail: info@electrin.com





En los complejos industriales los motores eléctricos representan más del 80% de los equipos rotativos, consumiendo hasta el 60% del total de la energía. Se trata de equipos electro-mecánicos que están sujetos a modos de fallas de origen mecánico, eléctrico y operacional. El monitoreo de condición de los motores eléctricos es un factor crítico y esencial en todo programa de mantenimiento y cuidado de activos. Las tecnologías predictivas están disponibles para detectar fallas mecánicas como desalineación, desbalanceo o falla de rodamientos; fallas eléctricas asociadas al circuito del motor o incluso a la calidad de la energía de suministro o desviaciones operacionales sobre su diseño. En los últimos tiempos el monitoreo por Termografía Infrarroja se ha popularizado como una herramienta complementaria muy eficaz que contribuye al diagnóstico y corrección de causas raíces en estas importantes máquinas.



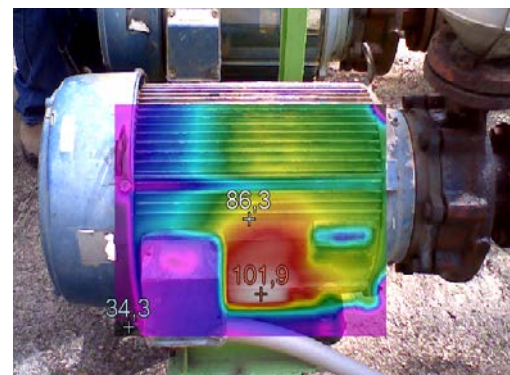
### EL COLOR DEL CALOR EN LOS MOTORES ELÉCTRICOS

En términos generales debe esperarse que un motor eléctrico se observe más frío en la zona del ventilador de enfriamiento y que vaya incrementando la temperatura hacia el centro con un ligero incremento en la zona cercana al acople. Normalmente este patrón de temperatura puede variar entre 45°C en el lado más frío hasta 65°C en la zona más caliente. Aunque estos valores absolutos pueden variar de acuerdo a características eléctricas y operacionales particulares y las capacidades de los rodamientos o cojinetes.

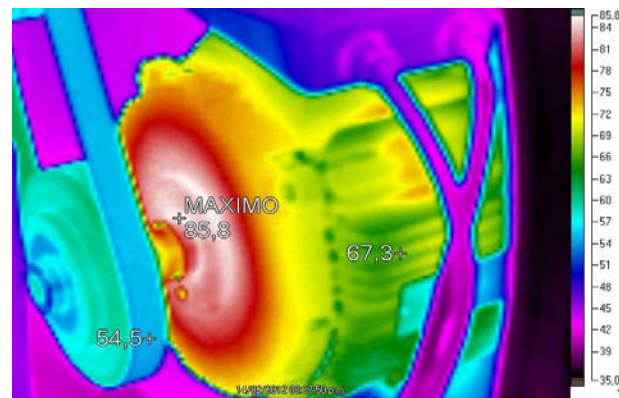
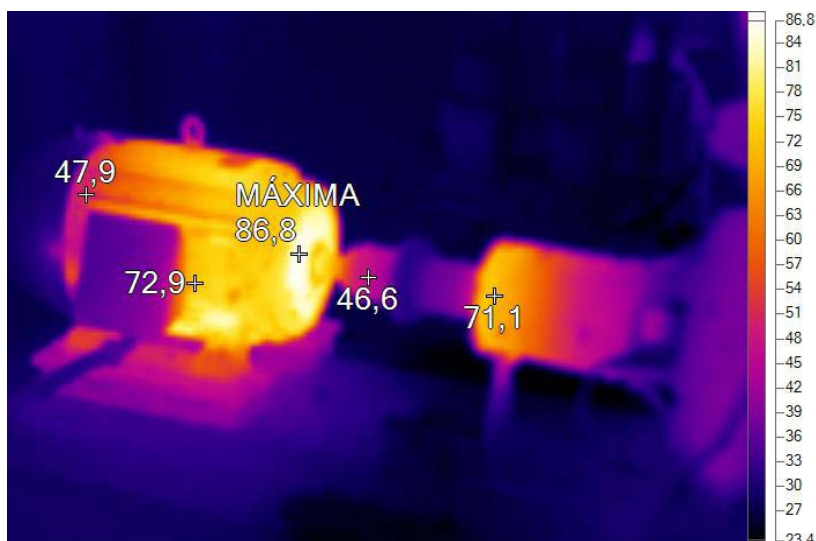
Según ANSI/NETA MTS-2011 se debe monitorear eléctricamente, incluyendo la Termografía Infrarroja, los motores AC, DC y síncronos al menos cada 18 meses y disminuir la frecuencia si se encuentran anomalías. Una importante empresa fabricante de cámaras termográficas recomienda monitorear los motores grandes anualmente y los más pequeños dos o tres veces al año.

### PATA COJA, DESALINEACIÓN, ESTRÉS.

Un motor eléctrico es muy sensible al fenómeno de “pata coja”, es una distorsión que causa una variación de entrehierro que desequilibra al campo electromotriz. Donde el entrehierro es menor habrá más potencia y a su vez más calor generado, produciendo entonces puntos calientes en la zona afectada. Este perfil térmico puede complementar a la señal de vibración característica de esta falla.



UNA PATA COJA INTRODUCE DISTORSIÓN PROVOCANDO ENTREHIERRO DESIGUAL

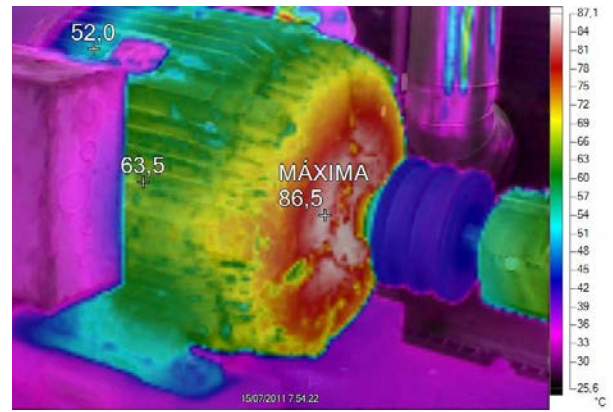


LA DESALINEACIÓN ENTRE ACOPLES GENERA ESTRÉS SOBRE LOS COJINETES Y EL EJE INCREMENTANDO EL CALOR EN LA ZONA DE LOS RODAMIENTOS/COJINETES CERCANOS AL ACOPLE, TANTO DEL MOTOR COMO DEL EQUIPO CONDUCCIONADO. EL EFECTO DE SOBRETENSIÓN Y DESALINEACIÓN EN SISTEMAS DE TRANSMISIÓN POR CORREAS TAMBIÉN GENERA CALOR CONCENTRADO EN LAS CAJERAS.

**FALLA DE RODAMIENTOS y/o LUBRICACIÓN**

El monitoreo de fallas en rodamientos obviamente se debe hacer mediante variables que nos adviertan los problemas incipientes, comprobadamente el análisis de ruido ultrasónico, envolventes de aceleración y vibraciones son las variables que nos permiten este monitoreo proactivo. La Termografía en estos casos complementa el diagnostico, manifestando el efecto final del daño, haciéndolo visible al personal de mantenimiento y operaciones en un lenguaje gráfico. El calor concentrado en las cajas de rodamientos es consecuencia de la fricción extrema, el exceso de grasa también produce este patrón térmico, la grasa extra produce fricción fluida incrementando el calor.

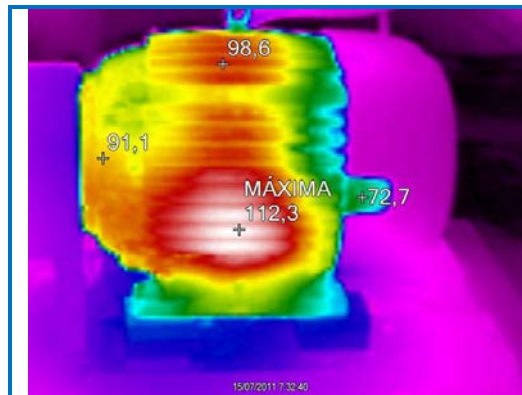
La continua práctica de sobre-engrasar los motores hará que eventualmente el lubricante alcance las bobinas aumentando los daños.



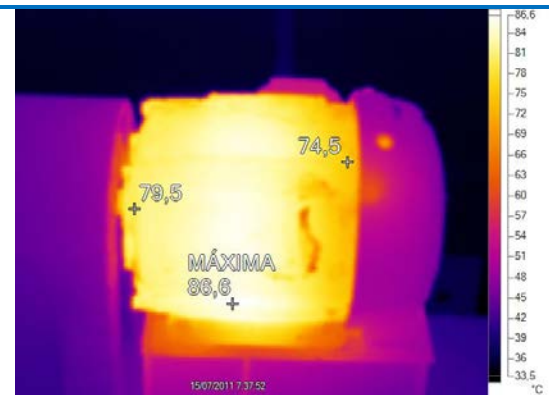
EXCESO DE GRASA O FRICCIÓN, CALOR CONCENTRADO EN LA CAJERA

**SOBRECARGA, BAJA DISIPACIÓN DE CALOR, FALLA DEL SISTEMA ENFRIAMIENTO**

Un motor operando por encima de sus capacidades producirá más calor del que puede disipar el sistema de enfriamiento.



LA SOBRECARGA CALENTARÁ LAS BOBINAS CONCENTRANDO EL CALOR EN EL CENTRO DE LA CARCASA DE LOS MOTORES



UNA FALLA DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO RECALENTARÁ TODO EL CUERPO DEL MOTOR

Típicamente se observará calor concentrado en el centro de la carcasa, aunque una sobrecarga extrema o extendida puede calentar toda la carcasa. Algunos motores se diseñan para operar por encima de su carga nominal, pero esto en condiciones temporales. En un motor con baja disipación de calor, por fallas en el sistema de enfriamiento por ejemplo, se calentará todo el equipo uniformemente.

La alta temperatura siempre afecta la condición del lubricante y de los rodamientos, pero además afecta la vida del aislamiento del motor propiciando fallas por cortocircuito en las bobinas. El límite de temperatura dependerá del tipo de motor y su clase de aislamiento, dato que se encuentra en la placa del motor.

TIPO DE AISLAMIENTO	A	B	F	H
<b>MÁXIMA TEMPERATURA</b>	<b>105°C</b>	<b>130°C</b>	<b>155°C</b>	<b>180°C</b>
<b>LA TEMPERATURA MEDIDA EN LA CARCASA DEL MOTOR ES UNOS 20°C MÁS BAJA QUE LA QUE SE ESPERA EN EL INTERIOR DEL MISMO.</b>				



DESBALANCE DE CARGAS TRIFÁSICAS

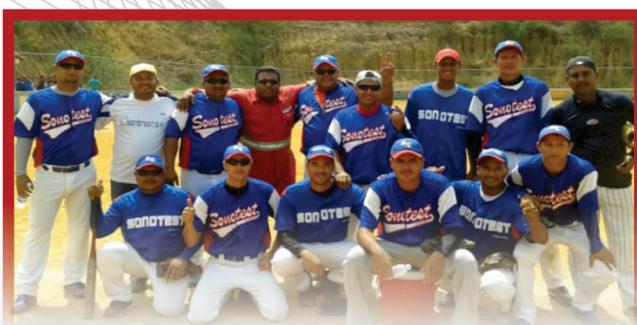
EL MONITOREO DE INFRARROJO TRADICIONALMENTE SE DIRIGE A LA INSPECCIÓN DE LOS CIRCUITOS DE POTENCIA Y DE CONTROL DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS, SIN EMBARGO ESTA VERSÁTIL TECNOLOGÍA PREDICTIVA PERMITE AMPLIAR LA COBERTURA CON COSTOS Y TIEMPOS RELATIVAMENTE BAJOS. LA TERMOGRAFÍA VA MÁS ALLÁ DE MONITOREAR LA TEMPERATURA ABSOLUTA, PERMITIENDO EVALUAR EL PERFIL TÉRMICO DEL MOTOR, COMPARÁNDOLO CUALITATIVAMENTE CONTRA PATRONES DE LÍNEA BASE, DANDO LA VENTAJA DE PERCIBIR CONDICIONES ANORMALES PROACTIVAMENTE.

# SONOTEST

ISO 9001:2008

BUREAU VERITAS  
Certification

Líderes en Inspección, Ensayos No Destructivos  
y Tratamiento Térmico Industrial



Los trabajadores de SONOTEST asumimos el compromiso de implementar y mantener programas destinados a mejorar la calidad de las operaciones en todos los aspectos de la organización, con especial atención en las funciones claves como lo son productividad, satisfacción de los clientes, competitividad, rentabilidad, e innovación. La implementación y Certificación ISO 9001:2008 de nuestro Sistema de Gestión de la Calidad nos ha brindado los beneficios de adquirir conciencia y cultura de trabajo ordenado focalizados hacia el cliente, alineados al crecimiento personal y organizacional.





## RESOLVIENDO EL PROBLEMA DE LA FUERZA LABORAL EN RETIRO

Resumen de un artículo de dos partes publicado originalmente en [www.empoweringvalves.com](http://www.empoweringvalves.com)

Por: Ian Baynes, Especialista en Estrategias de Planificación y Ejecución de Negocios, [ian@empoweringvalves.com](mailto:ian@empoweringvalves.com)

Esto no es un problema nuevo, la industria de procesos han tenido un significativo número de trabajadores altamente calificados que se han retirado en esta última década. Según el [Washington Post](http://www.washingtonpost.com), aproximadamente 10.000 trabajadores nacidos en el boom de natalidad de la post-guerra se retiran cada día, llevándose con ellos una vasta cantidad de conocimientos institucionales. Para agravar el problema, la industria también tiene dificultades para encontrar sus reemplazos debido a que la base de conocimientos y habilidades ya no existe. Aunque el problema de la generación de relevo tiene muchas complejidades, hay un concepto que destaca una solución viable. Dicho claramente, las empresas pueden resolver el asunto de su fuerza laboral envejecida mediante la adaptación de sus organizaciones actuales. En este artículo se propone un bosquejo de los fundamentos de un plan para ayudar a aumentar la capacidad de su organización con los increíbles recursos con los que cuenta. El resto depende de usted, pero es una buena base para comenzar.



### “NUESTROS EMPLEADOS SON EL ACTIVO MÁS VALIOSO”

Frecuentemente escuchamos que la solución a los problemas relacionados con la fuerza de trabajo ya está dentro de la empresa, igualmente los líderes de las compañías suelen decir *“nuestros empleados son los activos más valiosos”* pero ellos rara vez creen lo que están diciendo, y realmente no hay un plan establecido para capitalizar consistente y exitosamente el conocimiento de los empleados existentes en pro de la preparación de la generación de relevo.

Es necesario entonces dar un paso atrás y comenzar a hacer cosas diferentes para alcanzar el objetivo de compensar las pérdidas de habilidades y de conocimientos críticos, así como la incapacidad para atraer nuevos talentos. Buscar formas creativas para incrementar la capacidad de nuestras actuales organizaciones para construir la fuerza de trabajo y los líderes del futuro. Esto va más allá que simplemente enviar a los empleados claves a cursos o estudios de postgrado.

Tampoco significa contratar a los mejores consultores externos para embarcar a nuestros empleados en programas de capacitación de amplia base con el fin de “recapitarlos” ¿Por qué? Debido a que elevar las habilidades de sus equipos sin cambiar la cultura y la estructura de trabajo a su alrededor limitará cualquier capacidad para que utilicen las nuevas habilidades que acaban de aprender. Por otro lado se ha comprobado que la capacitación en el aula es ineficaz en si misma. Los principios contemporáneos del aprendizaje para adultos utilizan la regla 70/20/10, cuyos resultados son significativamente superiores, con altas tasas de retención de conocimientos y habilidades. Esta regla establece que el 70% del tiempo debe ser orientado al “aprender haciendo”, 20% al aprender de sus compañeros (sobre todo aquellos que están próximos al retiro) y el 10% restante en cursos tradicionales.

Algunos quizá recordemos a los aprendices, y como eran capacitados, se agrupaba un empleado joven con un empleado experimentado y altamente calificado, de esta manera se transferían años de conocimiento, consejos y habilidades mediante el ejemplo diario, mirando, haciendo y corrigiendo, esta es la forma más pura de aprendizaje y tutoría, y es algo que se ha dejado de hacer.

**Mediante el uso de las habilidades, herramientas y recursos que ya están dentro de las paredes de nuestras empresas, tenemos lo necesario para frenar el creciente déficit de habilidades mediante el fortalecimiento de la capacidad de nuestra fuerza de trabajo existente.**

## ¿NUESTRO ACTIVO MÁS IMPORTANTE?

¿Cuántos de nuestros empleados actuales realmente creen que su carrera es verdaderamente

### RESPONSABILIDAD DE ELLOS?

¿Cuántos miran a su compañía esperando que "haga algo por ellos"? ¿Cuántos se vuelven descontentos y se van porque creen que no hay un potencial o progresión profesional?

¿Cuántos dicen a su familia, amigos y red profesional que no trabajan allí porque la organización es plana y no hay espacio para crecer?

Probablemente mucho más de lo que piensa y el impacto es un problema oculto que disminuye su capacidad para atraer nuevos talentos.

Desafortunadamente, la realidad es que muchos líderes empresariales no se toman el tiempo para entender las aspiraciones de su personal ni su desarrollo de carrera para alinearlos con las necesidades y metas de la empresa, ayudándolos con planes de aprendizaje centrados en estas aspiraciones y metas.

## ¿COMO EMPEZAR?

En primer lugar, se debe ser abiertos y honesto, reconocer que no estamos solos, este problema debe ser enfrentado como una industria, de forma corporativa.

Contruir dentro de la organización esta capacidad requiere la inversión significativa de tiempo, energía y obviamente dinero, pero los beneficios asociados con las mejoras son mayores. Por ejemplo, un escenario típico en la industria es: Un profesional con experiencia se retira, la empresa debe reemplazarlo. Entonces invierten cantidades importantes de recursos para traer a alguien de fuera de la organización, luego se toman entre 6 a 12 meses para que el nuevo empleado se adapte a su rol. En lugar de esto, la empresa podría tener un plan para desarrollar internamente a su gente, mediante planes de sucesión en puestos claves, planes de tutoría y capacitación de individuos claves que le permita mantener un Fondo de Sucesión, los ahorros y la eficiencia que esto representa son formidables.

Hay cuatro conceptos claves que contribuyen a magnificar la capacidad de las organizaciones para apoyar su crecimiento basados en el mejoramiento de su fuerza laboral: **Planes de Sucesión, Planes de Desarrollo de Carrera Individuales, Planes de Tutoría y Programas de Formación.**

## RESUMIENDO EL TEMA

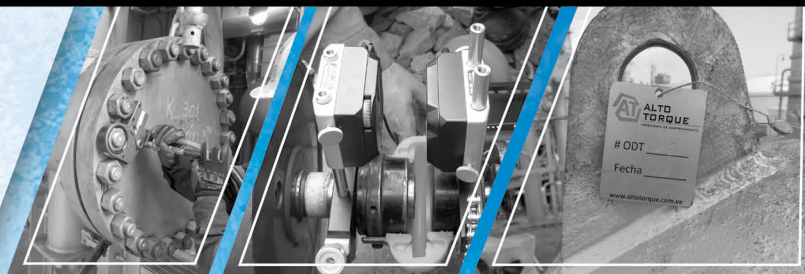
Las empresas invierten una gran cantidad de energía, tiempo y dinero para mantener sus ventas a toda capacidad, pero ¿cuánto están haciendo para mantener al tope la capacidad laboral?

El éxodo de trabajadores retirados ha ido creciendo con los años, y ellos están llevándose todo el conocimiento aprendido durante su tiempo activo. Este conocimiento especializado no está escrito en ninguna parte, y tomaría décadas escribirlo, pero hay elementos que solo pueden ser aprendidos "haciendo"

**Muchas empresas están atrapadas por su pérdida de talento y su incapacidad para reemplazarlo, lo que les ha traído incrementos importantes en los costos asociados. Pero parecen haber olvidado que su recurso más importante para lidiar con este problema se encuentra dentro de sus organizaciones: los empleados actuales.**

La triste verdad es que muchas empresas solo prestan atención a sus empleados solo cuando son contratados, cuando se van o durante los procesos anuales de evaluación de rendimiento, en estos casos solo para decirles lo que tienen que hacer y no como crecer. En el tiempo restante, el que realmente cuenta, el empleado es frecuentemente olvidado.

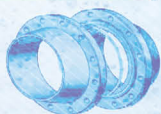
Con un poco de atención y soporte, esta amplia y profunda base de empleados tiene la capacidad para ser parte de la solución en la construcción de una generación de relevo motivada, capacitada y comprometida con las necesidades y metas de la organización.



## Integridad de Juntas Mecánicas



PROGRAMA DE INTEGRIDAD DE JUNTAS MECÁNICAS



¿Es necesario un programa de integridad de juntas mecánicas?

El objetivo, cero fugas es alcanzable

- Una planta promedio experimenta 180 fugas al año
- De las 180 fugas, entre 1 y 4 son de alto impacto

INTEGRIDAD DE JUNTAS Aliados



- Identificar juntas críticas
- Elaborar procedimientos basados en mejores prácticas para personal de campo

PROYECTO

01



- Entrenar (teoría-práctica) al personal involucrado, para adquirir competencias
- Examinar competencias según normativa

PROYECTO

02



- Plan de aseguramiento y control de calidad para validar el cumplimiento de las especificaciones
- Documentar intervenciones para futuros requerimientos

PROYECTO

03

## Mecanizados en Sitio



- MAYOR PRODUCTIVIDAD
- EXCELENTE PRECISIÓN
- VALIDACIÓN DE RESULTADOS CON TECNOLOGÍA LASER
- EQUIPOS PROPIOS

### Torno portátil montaje externo

- > - Capacidad para mecanizar cara externa e interna de haces tubulares, bridas, etc.
- Diámetro máx. 1981 mm (78 pulg).

### Torno portátil montaje interno

- > - Capacidad para mecanizar cara externa de bridas, etc.
- Diámetro máx. 3048 mm (120 pulg).

### Tornos portátiles montaje interno

- > - Capacidad para mecanizar cara externa de bridas, etc.
- Rango de operación desde diámetros de 19 mm (3/4 pulg) hasta 914 mm (36 pulg).

### Fresa portátil montaje vertical u horizontal

- > - Bancada longitud max. 2006 mm (79 pulg).

### Corte en frío de tuberías grandes

- > - Diámetros entre 60 y 75 pulg.

## Tecnología Laser



- MAYOR PRECISIÓN
- MAYOR PRODUCTIVIDAD
- MEJOR TRAZABILIDAD
- EQUIPOS PROPIOS

Geométrica

1

- > **Paralelismo**  
(Bridas, Intercambiadores de Calor, Rodillos, etc.)

2

- > **Centrado**  
(Compresores Reciprocantes, Motor Diésel, Motores a Gas, Compresores Centrifugos, Turbinas, etc.)

3

- > **Planitud**  
(Bridas, Intercambiadores de Calor, Bases Equipos Rotativos, etc.)

4

- > **Nivelación**  
(Compresores Reciprocantes, Motor Diésel, Motores a Gas, etc.)

- Ejes
- Horizontal
  - Vertical
  - Cardanes (ejes en diferentes planos)



TECNOLOGÍA LASER Aliado

## Salud de Activos



- ANÁLISIS DE VIBRACIONES
- TERMOGRAFÍA DE INFRARROJOS
- ANÁLISIS DE ACEITE
- ANÁLISIS DE MOTORES

1

- > Validación de la técnica con modos de falla y variables indicadoras.

2

- > Apoyo en la configuración de la base de datos de la técnica a utilizar

3

- > Aplicación de la técnica

4

- > Soporte durante el ciclo de vida de la tecnología.



SALUD DE ACTIVOS Aliado

— Servicios especializados ejecutados por profesionales —



## LOS 4 ELEMENTOS CLAVES PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD INTERNA DE LA ORGANIZACIÓN

### DISEÑE UN PLAN DE SUSECIÓN

Este es un importante punto de inicio, especialmente porque la mayoría de las compañías no lo tienen. También es una gran actividad de desarrollo de liderazgo, ya que obliga a las personas a pensar fuera de la caja, el debate sobre quién es el próximo, y luego discutir sobre una base de igual a igual antes de su finalización y retiro.

¿Sabe cuáles son las posiciones críticas en su empresa o equipo? ¿Cuántas de estas posiciones críticas son sostenidas por una sola persona (que tiene conocimiento crítico o institucional) sin respaldo? ¿Cuánto conocimiento es traspasado a la promoción de relevo? ¿Sabe cuánto de su personal tienen una alta probabilidad de retirarse (o ser despedidos) en los próximos dos años? Si responde **NO** a cualquiera de estas preguntas, es probable que tenga la necesidad de un Plan de Sucesión que:

- ☞ **Enumere los roles, defina al titular y liste los reemplazos potenciales.**
- ☞ **Incluya de 2 a 4 personas para cada rol con su respectiva proyección a 1, 2 y 3 años.**
- ☞ **Identifique a los que necesitan preparación y a los que ven la posición como un paso de avance de su carrera.**
- ☞ **No sea de conocimiento público, esto puede crear tensión innecesaria y abre preguntas que no están en condiciones de responder.**
- ☞ **Administrado por RRHH y divulgado según los requerimientos a los involucrados en la transición.**
- ☞ **Propicie intercambios multifuncionales para crear habilidades más amplias y sólidas. La rotación a través de toda la organización crea bases de conocimiento que se utilizan a lo largo de toda una carrera, esa ha sido mi experiencia personal.**

### CREE UN PLAN DE DESARROLLO DE CARRERA

Esta es una actividad de cambio cultural de la empresa, como tal, necesita tiempo y atención de los líderes ejecutivos y de los miembros del equipo. Debe hacerse en conjunto con RRHH y administrado por ellos. Mi experiencia ha demostrado que no todos los miembros del equipo están dispuestos a compartir sus planes de carrera y no todos los líderes están dispuestos a escuchar y considerar las implicaciones sobre la posible pérdida de un miembro clave en su grupo, por lo tanto esta actividad debe ejecutarse sistemáticamente, es un ejercicio para construir las relaciones y muy beneficioso para la integración de la organización.

**Un punto importante a destacar es que la responsabilidad de la carrera de una persona está en sus propias manos y no en las de una organización o líder de equipo. Nuestro trabajo como líderes es ayudarles a alcanzar sus metas y aspiraciones o ayudarles a entender dónde sus limitaciones pueden impedirles alcanzar sus metas. Por ejemplo, puedo querer ser un piloto de aviones de combate, pero no puedo tener la capacidad crítica necesaria para ser uno; así que es importante para mí reconocerlo y cuidadosamente ser entrenado para enfrentar mis limitaciones.**

Un Plan de Desarrollo de Carrera busca sacar provecho de las fortalezas individuales, ayudando a las personas a alcanzar su próxima posición identificando las áreas donde el entrenamiento o tutoría puedan cerrar las brechas identificadas. No está diseñado para enfocarse en áreas de desarrollo del desempeño que deberían ser cubiertas por su ciclo de revisión anual. Los planes de carrera están diseñados para ser un documento prospectivo positivo que energiza al individuo y destaca las fortalezas que su empresa puede y debe capitalizar, con consideraciones sobre cómo transmitir fortalezas, refinarlas y, en última instancia, amplificar estas fortalezas.

Debo enfatizar que cada persona es responsable de su propia carrera, pero el papel de los líderes es ayudarles en su propósito. Una gran lección que me enseñaron hace unos años es “Tu conduces, nosotros asistimos”, gracias a Maureen Crawford Hentz.

### REALICE UN ANÁLISIS DE BRECHAS

No discutido como un punto en sí, pero igualmente importante, es determinar con claridad las habilidades requeridas para una posición y compararlas con las existentes en el grupo de sucesión.

## ...3 y 4

**IMPLEMENTE UN PLAN DE TUTORIA**

Este es el más complejo de los 4 pasos y con mucho la mayor inversión de tiempo y recursos. Necesita tener un líder de la organización y tener el aval de los ejecutivos más altos. Tómese su tiempo, haga la investigación, incluso puede traer un consultor si es necesario (asegúrese de obtener una serie de referencias antes de participar plenamente con un consultor). Por encima de todo, asegúrese de que usted se sienta cómodo con el proceso y tenga un plan fuerte de ejecución y medición de éxito ANTES de comenzar. Esta es posiblemente la parte más gratificante de este programa.

**La tutoría es el proceso de nivelación de un individuo con una persona que posee conocimiento institucional específico y experiencia. El objetivo es que se realice una transferencia de conocimiento entre el tutor o mentor y el aprendiz, junto con la orientación sobre cómo aplicar el conocimiento. En realidad, el conocimiento se transfiere en ambas direcciones ya que el mentor aprende nuevas habilidades al tratar con individuos que típicamente están fuera de su flujo de conocimientos o experiencias. Puedo hablar por experiencia personal que ser mentor es una vivencia gratificante y no hay mejor sensación que ver a su aprendiz “graduado” y dar el siguiente paso en su carrera.**

En el caso de que un mentor sea un jubilado, entonces el momento es otro factor crítico a considerar. He visto demasiados casos cuando una empresa se da cuenta que una persona está pensando en la jubilación y no tienen ninguna “copia de seguridad” o la capacidad de reemplazarlos; en ese punto, es demasiado tarde. Entonces, ¿qué hacen? Ellos preguntan al jubilado si estaría dispuesto a regresar a una consultoría a tiempo parcial para ayudar con la transición o mientras encuentran su reemplazo. Esto es un riesgo y un costo adicional para la empresa que podría haberse evitado con un Plan de Sucesión, un Programa de Tutoría y un Plan de Formación establecidos.

**UNA NOTA SOBRE LAS MEJORES PRÁCTICAS:**

Una de las mejores prácticas que he visto con respecto a la selección de mentores, fuera de la selección para un propósito específico, fue hacer que la gente solicite serlo. Hacer que la gente que lo solicita exprese sus habilidades o conocimientos específicos y si esto les apasiona. Del mismo modo, solicite a los profesionales de nivel superior dentro de su organización lo que sienten que tienen que ofrecer como mentores. Esto le permite crear un grupo de partes interesadas para referencia futura.

**DISEÑE UN PROGRAMA DE FORMACIÓN**

Aunque es otra gran inversión de tiempo y recursos; también es la parte final del juego, si se ejecuta correctamente, se obtendrá un aumento significativo en las habilidades generales en toda su empresa para apoyar directamente sus necesidades a largo plazo.

**¿PARA QUÉ SABER?**

**Muy a menudo los líderes empresariales ven la formación, como una recapitación en masa, con cursos tradicionales basados en presentaciones estándares. La debilidad de este pensamiento es que rara vez crean el ambiente para que las habilidades recién adquiridas o el conocimiento se utilice y florezca. Entonces, sin ningún plan para aplicar lo aprendido, todo termina en una pérdida de tiempo y de dinero.**

Ahora vamos a repensar el papel de la formación basada en nuestra meta de crear capacidad dentro de una organización para ayudar a contrarrestar los problemas de la fuerza laboral en retiro y las dificultades que se encuentran al tratar de encontrar reemplazos adecuados.

**Comenzamos esta discusión hablando de Planes de Sucesión, Planes de Desarrollo Profesional y, finalmente, Tutoría. ¿Qué pasa si la capacitación se utilizara para apoyar esto? ¿Qué sucede si la capacitación identificada para un individuo se basa en sus aspiraciones, las necesidades de la empresa y las brechas de habilidades identificadas en los pasos anteriores? Cuando una empresa se toma el tiempo para construir un Programa de Formación para un individuo basado en sus aspiraciones de carrera, las necesidades de la empresa y las habilidades que necesita, entonces el valor de la formación se incrementa significativamente, así como su impacto global en el individuo y la empresa en su conjunto.**

Al principio de este artículo, hice referencia a la regla 70/20/10 que se basa en el simple hecho de que la gente aprende más rápido y conserva más información cuando la mayoría de ella proviene de la experiencia práctica, del hacer, luego de aprender de los demás (Tutoría, redes de igual a igual), y finalmente el tiempo en el aula.





## ¿QUÉ ES LA ACADEMIA DE CONFIABILIDAD?

Un centro de estudios superiores que surge de la creciente necesidad de formación profesional en el sector industrial en las áreas de mantenimiento, inspección, análisis de fallas y todas las disciplinas que abarcan los conceptos de Confiabilidad y Gestión de Activos.

La Academia de Confiabilidad busca cerrar la brecha entre la comunidad industrial y la académica, sintonizando los conocimientos con los requerimientos reales de las organizaciones industriales priorizando la eficiencia, la productividad y la seguridad.



## CONECTANDO EL SABER CON EL HACER

EL PROCESO DE CAPACITACIÓN INTEGRA LA TEORÍA QUE FUNDAMENTA UNA TÉCNICA O METODOLOGÍA CON LAS HABILIDADES PRÁCTICAS REQUERIDAS PARA SU EJECUCIÓN EFECTIVA Y SEGURA. ADEMÁS SE FOMENTA LA APLICABILIDAD DEL CONOCIMIENTO EN SITUACIONES REALES CON EL FIN DE OBTENER RESULTADOS TANGIBLES.

004 1950

HORAS-HOMBRE DE  
CAPACITACIÓN  
ACUMULADAS  
DESDE 2008

*“No es culpable un hombre porque ignora, pues es poco lo que puede saber, pero lo será si se encarga de hacer lo que no sabe”*

*Simón Rodríguez*



Organizado por:

**GTS Confiabilidad C.A.**

*Gente + tecnología + servicio*

J-29573457-3



[academia@confiabilidad.com.ve](mailto:academia@confiabilidad.com.ve)

58-281-2779738 - 58-424-8263170



[@RCONFIABILIDAD](https://twitter.com/RCONFIABILIDAD)

**WWW.CONFIABILIDAD.COM.VE**

Av. Costanera, CC Ciudad Puente Real, Piso 2, oficina N2-B-48, Barcelona, Anzoátegui, Venezuela.

# DIRECTORIO INDUSTRIAL

SERVICIOS + PRODUCTOS + TECNOLOGÍA + RECURSOS HUMANOS

J-31167447-0



**METALMECÁNICA DE PRECISIÓN**

Fabricación, Rectificación, Soldaduras Especiales, Sandblasting, Pintura, Repotenciación de Maquinaria, Servicios de Mantenimiento Industrial

0281- 808.47.21  
refamecadeorientecantv.net

J-08018407-6



**MOTORES ELÉCTRICOS**

Mantenimiento en general de motores AC & DC, Generadores y Electrobombas, Balanceo Dinámico, Pruebas Eléctricas Especializadas, Análisis de Vibraciones.

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

0281-2661550 / 2698196  
info@electrin.com



**Soluciones Tecnológicas en el Area de Ensayos no Destructivos**

Distribuidores autorizados General Electric



VENEZUELA COLOMBIA ECUADOR U.S.A

[www.testekndt.net](http://www.testekndt.net) [info@mcsopusa.com](mailto:info@mcsopusa.com)



**Argymca**  
Consultores en Confiabilidad y Mantenimiento

- Aplicación de Metodologías de Confiabilidad.
- Análisis Costo-Beneficio. (Inventario, Mito, Inversión, etc)
- Análisis y Solución de Problemas Repetitivos.
- Diagnóstico integral de Instalaciones y Equipos.
- Diseño de Planes de Mantenimiento e Inspección.
- Análisis del Costo de Ciclo de Vida.

**Planes de capacitación InCompony**

Teléfonos: 58-281-274.43.54 / 58-281-635.07.02 / Fax: 58-281-286.74.06

J-070491587

**SONOTEST**

**INSPECCIÓN Y ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS**

Inspección de Activos Industriales, Ensayos No Destructivos, Tratamiento Térmico, Certificación de Equipos de Izamiento y de Perforación de Pozos, Paradas de Planta.

0281-2745205 / 0265-6628906

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

MANTENIMIENTO PREDICTIVO C.A.



**TECNOLOGIAS PARA EL MANTENIMIENTO PROACTIVO**

[WWW.MYDMANTENIMIENTOPREDICTIVO.COM](http://WWW.MYDMANTENIMIENTOPREDICTIVO.COM)

REPRESENTANTE EXCLUSIVO PARA VENEZUELA, ARUBA Y CURAZAO DE:



J-30962621-3

SERVICIOS **RH Y CA**

**MANTENIMIENTO DE EQUIPOS ELECTRÓNICOS**

Calibración de Instrumentos de Laboratorio, Equipos de Balanceo, Máquinas de Ensayos, Análisis de Vibraciones, Detección de Radiación, Medición de Fuerza y Tensión.

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

0286-9522441 / 0416-3901966  
jpatiarroyo@cantv.net

J-2657457-3

**GENTE + TECNOLOGÍA + SERVICIO**



Mantenimiento Predictivo, Adiestramiento Industrial, Balanceo Dinámico in Sitio, Alineación Láser, Monitoreo de Vibraciones, Termografía Infrarroja, Ultrasonido.

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

0414-8174180 / 0281-2812441  
academia@confiabilidad.com.ve



**ALTO TORQUE**  
INGENIERIA DE MANTENIMIENTO

PROFESIONALES AL SERVICIO DE LA INDUSTRIA

Representante exclusivo:



[www.altotorque.com.ve](http://www.altotorque.com.ve)  
+58 269 2486621 - info@altotorque.com.ve

**DISPONIBLE**



**Capacitación para la Industria Real**

AC Academia de Confiabilidad  
Centro de Estudios Superiores de Mantenimiento Industrial

(0281)277-97-38  
academia@confiabilidad.com.ve  
@RCONFIABILIDAD  
[www.confiabilidad.com.ve](http://www.confiabilidad.com.ve)

Solicite nuestro calendario **Calendario 2015**

Av. La Costanera, C.C. Puente Real, Piso 2, Ofic. N2B-48, Barcoena, Anzoátegui, Venezuela

**DISPONIBLE**



SI DESEA PUBLICAR A SU EMPRESA ESCRÍBANOS A:  
[REVISTA@CONFIABILIDAD.COM.VE](mailto:REVISTA@CONFIABILIDAD.COM.VE)

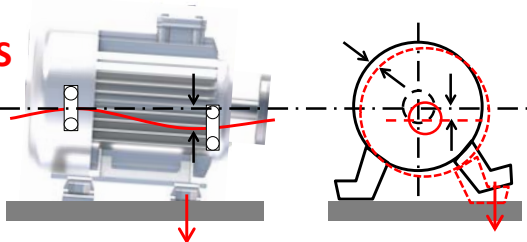
## ESTRÉS Y DISTORSIÓN EN MÁQUINAS ROTATIVAS

 @confiabilitips

### EVITANDO LA "PATA COJA" DURANTE EL PROCESO DE ALINEACIÓN

La alineación de maquinaria rotativa es un procedimiento de mantenimiento de precisión, una actividad proactiva de eliminación de defectos. En la mayoría de los casos la desalineación es la causa raíz de daños a rodamientos, acoples, correas, poleas y sellos, por mencionar las fallas más comunes. La medición, diagnóstico y corrección del fenómeno "pata coja" forma parte esencial del proceso integral de alineación.

#### ¿QUÉ ES PATA COJA?



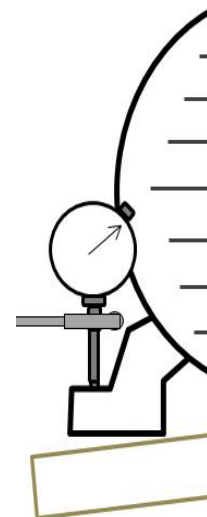
En maquinaria rotativa la pata coja se refiere al asentamiento irregular de las patas de una máquina sobre su base. Esto produce fuerzas de tensión que distorsionan la carcasa y las cajas de cojinetes causando la deflexión del rotor y modificando las holguras entre los componentes internos. Este alto nivel de estrés desgasta prematuramente los rodamientos, acoples, correas, poleas, sellos...

#### MIDIENDO Y CORRIENDO LA PATA COJA





La medición de pata coja consiste en cuantificar la deflexión de cada pie de la máquina contra la base soporte. Este control puede realizarse con la ayuda de comparadores de carátula, calibradores de laines o aplicaciones de sistemas de alineación láser. **Aflojar y medir una pata a la vez, con el resto de las patas apretadas.**

#### EL REPORTE DE ALINEACIÓN DEBE INCLUIR LOS RESULTADOS FINALES.

Es recomendable realizar este control en dos fases, una verificación y corrección inicial y una segunda verificación finalizando el proceso de alineación.



#### SÍNTOMAS

-  **EXCESIVA VIBRACIÓN**
-  **ALTA TEMPERATURA**
-  **FRACTURA DE PERNOS DE ANCLAJE**
-  **MAYOR CONSUMO DE ENERGÍA**



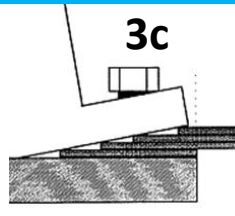
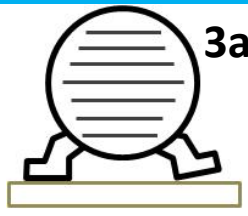
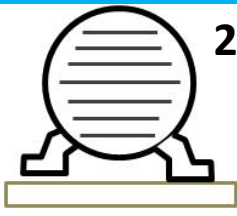
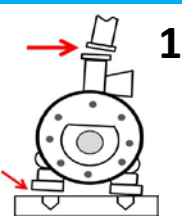
**TODA DEFLEXIÓN QUE SUPERE 0,05 mm (0,002") DEBE SER DIAGNOSTICADA Y CORREGIDA.**

**1**

**¡SOBRETENSIÓN!** Una variante común de pata coja es la inducida por fuerzas externas, por ejemplo, tensión en el acople o en las tuberías asociadas a la máquina.

Según API 686 los centros de los agujeros entre bridas de tuberías y bridas de la máquina no deben desviarse más de 1,5 mm entre sí.

#### VARIANTES O CAUSAS DE PATA COJA












**2** **Pata coja paralela:** una pata mantiene una separación contra la base, el efecto tiende a generar un desnivel en la pata diagonalmente opuesta.

**4** **Pata "esponjada":** producto de "acolchonamiento" en la pata por exceso de laines, suciedad, laines deformadas, polvo, grasa o aceite acumulado.

**3** **Pata coja angular:** producto de una pata doblada, puede formar un ángulo externo (3a) o interno (3b). Corregir la pata coja puede ser simplemente rellenar los desniveles con laines. En caso de ángulos entre la pata y la base se puede necesitar combinaciones de laines escalonadas (3c), aunque una solución permanente puede involucrar rectificar las patas o la base.

#### MEJORES PRÁCTICAS PARA EVITAR LA PATA COJA EN LA ALINEACIÓN DE MAQUINARIA ROTATIVA

-  LIMPIAR MUY BIEN LA SUPERFICIE DE LA BASE.
-  ELIMINAR LA TENSIÓN DE LAS TUBERÍAS.
-  USAR LAINAS CALIBRADAS, PRECORTADAS, DE ACERO INOXIDABLE, LIMPIAS Y DEL TAMAÑO ADECUADO PARA EL PERNO DE ANCLAJE.
-  LA MEDICIÓN SE HACE EN LA PATA, NO EN EL ACOPE.
-  NO USAR MÁS DE 5 LAÍNAS POR PATA.
-  HACER UN 'SANDWICH' DE LAINAS CON LAS MÁS DELGADAS EN EL MEDIO.
-  NO EXCEDER 12 mm (0,5") EN EL TOTAL DE LAINAS POR PATA.
-  USAR TORQUÍMETRO Y EL TORQUE ADECUADO.
-  DEBEN VERIFICARSE TODAS LAS MÁQUINAS DEL TREN.



# SOORTE Y SERVICIOS PYH C.A

Servicio de verificación para maquinas de ensayo universal de tracción, comprensión y doblado mediante celdas certificadas y traceables.

## Instalación Adiestramiento Mantenimiento Calibración Certificación y Reparación de:

- Equipos para el Análisis Químico y Control de Calidad en Laboratorios Industriales.
- Equipos Fijos y Portátiles para la Detección de Radiación RADCOMM SYSTEMS.
- Máquinas e Instrumentos para el Balanceo de Rotores Rígidos IRD BALANCING.
- Sistemas de Pesaje Industriales BLH NOBEL.
- Sistemas de Medición de Fuerza, Tensión y Ancho para la Industria de Laminación de Acero y Aluminio KELK.

## REPRESENTACIONES EN VENEZUELA



Detector Portátil MEDSpec



Detector Portátil Handy



Detector Portátil RC2

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



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



[www.vishaypg.com/process-weighing](http://www.vishaypg.com/process-weighing)



## CAMBIOS EN LA NORMA ISO 14224:2016

RECOLECCIÓN E INTERCAMBIO DE DATA DE CONFIABILIDAD Y MANTENIMIENTO

Por: Ing. Víctor D. Manríquez, CMRP, CAMA. Perú.

Muchos en el área de mantenimiento y confiabilidad estamos familiarizados con la norma ISO 14224, quienes consultamos este estándar, conocemos que su cuerpo es aplicable a otras industrias, mientras que la información incluida en los anexos si es mayormente aplicable a las industrias referidas en el título de la norma. Desde la primera edición de 1999 ha sido una fuente de consulta relevante en nuestro campo. La segunda edición del 2006 fue una innovación importante y ahora luego de 10 años el Comité ISO/TC 67: *Technical Committee, Materials, equipment and offshore structures for petroleum, petrochemical and natural gas industries*; responsable de este estándar, publicó el pasado 15 de septiembre de 2016 la tercera versión.



### ISO 14224:2016

Petroleum, petrochemical and natural gas industries - Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment.



### ISO 14224:2016

Industrias del petróleo, petroquímica y gas natural - Recolección e intercambio de data de confiabilidad y mantenimiento para equipos.

### “EL LENGUAJE DE LA CONFIABILIDAD”

Según el alcance de la norma establecido en [www.ISO.ORG](http://www.ISO.ORG), esta Norma Internacional proporciona una base completa para la recopilación de datos de confiabilidad y mantenimiento para equipos en un formato estándar en todas las instalaciones y operaciones dentro de las industrias de petróleo, gas natural y petroquímica durante el ciclo de vida operacional del equipo. En resumen la norma describe los principios para la recolección de datos, los términos y definiciones para una comunicación estandarizada y los mecanismos de control de calidad de los datos. Se normalizan las mejores prácticas para el intercambio de información entre las partes de una organización industrial (propietarios, fabricantes, contratistas) Todas las especificaciones, definiciones y directrices de esta norma internacional se orientan al establecimiento de indicadores de rendimiento y requisitos para la confiabilidad y disponibilidad de los equipos en una industria.

## ¿CUÁLES SON LOS PRINCIPALES CAMBIOS EFECTUADOS EN LA NORMA ISO 14224-2016?

Como lo señala la norma en la página v de la introducción, los cambios principales se han dado en:

- **CLÁUSULA 3: NUEVAS DEFINICIONES**
- **CLÁUSULAS 8 Y 9: CAMBIOS EN FIGURAS Y TABLAS**
- **ANEXO A: Nuevas clases de equipos**
- **ANEXO B Nuevos modos de falla asociados y alineados**
- **ANEXO C: Cambios y nuevas sub cláusulas, como C.3.4 y C.7**
- **ANEXO E: Nuevos KPI**
- **ANEXO F: Alineamiento con el estándar ISO/TR 12489:2013<sup>1</sup>**

Voy a referirme en este artículo a los cambios en las Cláusulas 3, 8 y 9.

Uno de ellos, es en las categorías del mantenimiento. La ISO 14224:2016 es más específica que la versión del 2006.

En la versión anterior la figura 6 sobre Categorización del Mantenimiento, nos mostraba las dos grandes categorías: correctivo y preventivo; debajo de esta última tres sub-categorías: Prueba e inspección, Monitoreo por Condición y Periódico.

La nueva Figura 6 en la versión 2016 nos presenta la siguiente Categorización del Mantenimiento:



## NUEVA CATEGORIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO



Tenemos que en la categoría del mantenimiento correctivo (2b), figuran ahora dos sub-categorías, el mantenimiento correctivo diferido (4g), al que podemos identificar con el correctivo programado, y el mantenimiento correctivo inmediato (4f), o de emergencias, el menos apreciado y que buscamos minimizar.

Por su parte, en el lado del mantenimiento preventivo (2a), observamos primero, una división entre el mantenimiento preventivo basado en la condición (3a) y el predeterminado (3b) o periódico.



El mantenimiento preventivo basado en la condición tiene dos sub categorías, el monitoreo de condición (4b) que es nuestro mantenimiento predictivo clásico y el mantenimiento de “pruebas e inspecciones” (4a).

El mantenimiento predeterminado a su vez cuenta con tres sub-categorías: Prueba periódica (4c), reemplazo programado (4d) y servicio programado (4e). Acompañan a la figura, algunas notas que refieren o clarifican algunos términos.



## NUEVAS DEFINICIONES EN LA VERSIÓN 2016

### MANTENIMIENTO CORRECTIVO

La versión 2006 en 3.5, definía mantenimiento correctivo (2b) como “*Mantenimiento realizado después del reconocimiento de una falla con la intención de devolver el ítem a un estado en el cual pueda ejecutar la función requerida*”. La versión 2016 la reemplaza en 3.8 por la siguiente: “*Mantenimiento realizado después de la detección de una falla para efectos de restablecimiento.*”

Esta modificación, es consecuencia del cambio en la fuente de la definición, la norma IEC 60050 *International electrotechnical vocabulary - Part 192: Dependability*, que fue actualizada de la versión de 1990 a la de 2015. La nueva definición es más breve, deja de aludir a la función requerida, la cual queda implícitamente incluida al usar la palabra “restablecimiento”. La palabra en el texto original en inglés es *restoration*, la cual puede ser traducida por restauración o restablecimiento en nuestro idioma, me parece más apropiada la segunda.

**Particularmente, opino que la introducción y precisión de las definiciones de las categorías y sub-categorías de mantenimiento, nos ayudarán a resolver dudas y zanzar discusiones de donde ubicar los tipos de mantenimiento que ejecutamos.**

Las definiciones de las órdenes de trabajo por las actividades de mantenimiento incluidas, podrían adecuarse a estas definiciones. Esto posteriormente se reflejará en la cantidad de órdenes de trabajo, horas hombre y costos por categoría de mantenimiento, y que serán el insumo para el cálculo de los indicadores de nuestra gestión del trabajo de mantenimiento (Pilar 5 del Cuerpo del Conocimiento de la SMRP).

No perdamos de vista, que esta norma está dirigida a la gestión de la información de mantenimiento y confiabilidad con el objetivo que ésta sea suficiente y de calidad, ya que en el análisis de esta información se basarán las decisiones que tomemos. Así mismo, es pertinente recordar la importancia que la información tiene en la gestión de activos, definida en la cláusula 7.5 Requisitos de la información; de la norma ISO 55001:2014.

Finalmente, incluye la versión 2016 dos definiciones ausentes en la versión previa; en 3.76 Mantenimiento Planeado /Mantenimiento Programado /Mantenimiento Preventivo Planeado y en 3.77 Mantenimiento Predictivo (PdM) no señaladas como categorías de mantenimiento en la figura mostrada líneas arriba, pero de uso frecuente en nuestro trabajo diario.

**Llegó hasta aquí con esta revisión de los términos y definiciones para las categorías o tipos de mantenimiento en la ISO 14224:2016. Esta versión tiene 280 páginas versus las 182 de la versión del 2006, así que tenemos aún mucho material por revisar. Como siempre, enfocados en que las características de la data de mantenimiento y confiabilidad que gestionamos, sean las requeridas para el análisis y toma de decisiones del negocio.**

*Víctor D. Manríquez es Ingeniero Mecánico, certificado como CMRP, CAMA, tiene una Maestría en Energías Renovables. Víctor es Consultor Senior & Docente en Mantenimiento, Confiabilidad & Gestión de Activos.*  
[vmanriquez62@yahoo.es](mailto:vmanriquez62@yahoo.es)

Fuente: Norma ISO 14224:2016, Traducción y adaptación propia.

### MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Para el mantenimiento preventivo (2a), en la versión del 2006 encontrábamos en 3.42: *“Mantenimiento realizado a intervalos predeterminados o de acuerdo con un criterio prescrito con la intención de reducir la probabilidad de falla o la degradación del funcionamiento de un ítem.”* La última versión señala en 3.78: *“Mantenimiento realizado para mitigar la degradación y reducir la probabilidad de fallo”.* Nuevamente la fuente de la nueva definición es la IEC 60050-192:2015. Aquí encontramos que la definición deja de lado la alusión a intervalos predeterminados o criterio prescrito, con el fin de precisar estas características en las dos sub-categorías correspondientes: **mantenimiento preventivo basado en la condición (3a) y mantenimiento preventivo predeterminado (3b).**

### MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIÓN

La definición de mantenimiento basado en la condición (3a) (CBM por sus siglas en inglés), ausente en la versión del 2006, ha sido ahora incluida en 3.7 como: *“mantenimiento preventivo basado en la evaluación de la condición física”*

### MANTENIMIENTO PREDETERMINADO

Para el mantenimiento predeterminado, nos refiere a la definición del estándar europeo EN 13306-2010 Maintenance Terminology: *“Mantenimiento preventivo ejecutado de acuerdo con intervalos establecidos de tiempo, número de unidades o uso pero sin investigación previa de la condición”.* Deja claro, la norma en esta definición, la ejecución del mantenimiento con intervalos establecidos, sin evaluar la condición.

### PRUEBAS PERIÓDICAS

En el último nivel de categorías de mantenimiento, solo encontramos en la norma definición para 3.74 Prueba periódica: *“Operación planificada realizada a intervalos de tiempo constantes con el fin de detectar potenciales fallos ocultos que pueden haberse producido entretanto.”*



Asociación Venezolana de Profesionales  
de Mantenimiento y Confiabilidad

Impulsando  
el desarrollo  
a través de  
la inteligencia  
colectiva



[www.avepmco.org.ve](http://www.avepmco.org.ve)

 AVEPMCO

 @AVEPMCO





## LA ENTREVISTA DE TRABAJO



# GESTIÓN DEL CAMBIO:MOC

COMO PROCESO DE LA GESTIÓN DE ACTIVOS SEGÚN ISO 55001:2014

Por: Alexis Lárez, CMRP, Director A3 Consulting & Training, Consultor en Gestión de Activos.

Las organizaciones actualmente desarrollan procesos que son cambiantes en el tiempo con la finalidad de adaptarse a la dinámica de los mercados y optimizar sus operaciones, por otro lado los procesos evolutivos organizacionales dan pie y fundamento para que estos procesos cambien y la organización pueda apalancarse en la mejora continua.

“ *La única cosa constante en la vida es el cambio* ”

*Francois de la Rochefoucauld*

Podríamos definir la gestión del cambio (MOC, por sus siglas inglés) como un proceso de evaluación y gestión de los riesgos asociados a las modificaciones que pueden ser temporales o permanentes dentro de las organizaciones, para complementar esta definición revisemos lo que plantea la ISO 55001:2014, en su requerimiento 8.2.

*“Antes de implementar cualquier cambio, se deben valorar los riesgos asociados a cualquier cambio planificado, permanente o temporal, que pueda tener un impacto en el logro de los objetivos de la gestión de activos”*

*La organización debe asegurar que dichos riesgos se gestionen de acuerdo con los apartados 6.1 y 6.2.2.*

*“La organización debe controlar los cambios planificados y revisar las consecuencias no deseadas de los cambios, tomando acción para mitigar cualquier efecto adverso, según sea necesario”*

Gestionar los riesgos asociados a los cambios y documentar los mismos es una de las tareas más importantes en este aspecto para las organizaciones, es así que en la práctica las grandes corporaciones tienen procesos documentados para la correcta evaluación, aprobación, control y seguimiento de esto antes de su implementación.

Pareciera obvio pensar que el sentido común es el más común de los sentidos, sin embargo en la práctica no funciona de esta manera, en muchas organizaciones donde hemos tenido la posibilidad de realizar diagnósticos y auditorías asociados a la ISO 55001:2014, nos encontramos con muchas desviaciones.

**El desarrollo de un eficaz sistema para la gestión de los cambios dentro de la organización, requiere la evolución de la organización hacia una cultura de mejora continua, pero también exige un alto compromiso de los líderes de procesos en la implementación de estos. Este liderazgo debe ser potenciado desde la alta dirección.**

**Para la obtención de buenos resultados en el proceso de implementación Zimmermann, propone trabajar desde cuatro perspectivas tal como lo muestra la figura 1.**



Figura 1, ZIMMERMAN, 2000

## UN EJEMPLO

*Se ha llevado a cabo un proceso de adecuación tecnológica de un sistema de control de los dosificadores de químico para el agua de enfriamiento de los activos críticos de la planta.*

Cuando realizamos la revisión del requerimiento 8.3, se evidencian algunos hallazgos:

- Proceso de cambio no se encuentra documentado.
- No han sido evaluados los riesgos asociados a su implementación.
- Dentro del ERP o EAM, aún se encuentra registrados los activos que fueron dado de baja y los nuevos no están dentro del inventario de activos.
- No se han actualizado los **P&ID**
- Los planes de mantenimiento no se corresponden con la nueva tecnología sino con la tecnología anterior.
- No están codificados los repuestos críticos asociados al nuevo sistema dentro del catálogo de repuestos de la organización.

## HACIA DÓNDE AVANZAR

Muchas organizaciones vienen avanzando en hacer parte de su cultura organizacional la evaluación, documentación, control y seguimiento de los procesos de cambio que deben gestionar, para ello es importante considerar no solamente los cambios a nivel de los procesos medulares, sino todos aquellos cambios que pueden impactar en los objetivos y que forman parte de la organización, como lo establece la ISO 55002:2014, en su cláusula 8.2.2:

- Estructuras, roles o responsabilidades de la organización;
- Política, objetivos o planes de la gestión de activos;
- Procesos o procedimientos para las actividades de la gestión de activos;
- Nuevos activos, sistemas de activos o tecnologías (incluyendo obsolescencia);
- Factores externos a la organización (incluyendo nuevos requisitos legales y regulatorios);
- Restricciones en la cadena de suministros;
- Demandas de productos y servicios, contratistas o proveedores;
- Demandas de recursos, incluyendo demandas competitivas.

## ALGUNOS BENEFICIOS DE UNA ADECUADA GESTIÓN DE LOS CAMBIOS

Desde el punto de vista de la *Guidelines for the Management of Change for Process Safety; 2008*, un adecuado manejo de los cambios permite:

- a) **Evaluar los posibles riesgos asociados, planificar, ejecutar y verificar las acciones de los cambios planteados, por lo que se reduce el número de incidentes y problemas potencialmente asociados a estos una vez ejecutados.**
- b) **Es posible identificar los peligros.**
- c) **Garantiza una correcta actualización de la documentación y registros asociados ( Información de mantenimiento, operaciones, procesos, etc)**
- d) **Involucramiento del personal en el proceso de gestión de los cambios, mediante planes de formación y divulgación.**
- e) **Fomento de la cultura de la evidencia objetiva, no es posible implementar un cambio, sin que haya sido aprobado y documentado en cada etapa.**
- f) **Facilitan la implantación de prácticas de trabajo seguras.**
- g) **Evaluar costos asociados a los cambios y su impacto en el negocio.**



THE MAKERS OF  
**OPTALIGN®**  
AND  
**ROTALIGN®**

# TECNOLOGÍA PARA EL MANTENIMIENTO PROACTIVO



Una gama de productos y servicios adaptados a sus necesidades y presupuesto.



- 😊 **ALINEACIÓN LÁSER**
- 😊 **BALANCEO DINÁMICO**
- 😊 **MEDICIONES GEOMÉTRICAS**
- 😊 **MONITOREO DE CONDICIÓN**
- 😊 **MONITOREO REMOTO**
- 😊 **HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS**

[WWW.MYDMANTENIMIENTO.PREDICTIVO.COM](http://WWW.MYDMANTENIMIENTO.PREDICTIVO.COM)

CARACAS, VENEZUELA. RIF: J-30266236-2



58-414-8174180 / 414-3205349

[VENTAS@MYDMANTENIMIENTO.PREDICTIVO.COM](mailto:VENTAS@MYDMANTENIMIENTO.PREDICTIVO.COM)

REPRESENTANTE EXCLUSIVO PARA  
VENEZUELA, ARUBA Y CURAZAO DE:



**PRÜFTECHNIK**

Adicionalmente les comparto un proceso de gestión de cambio como guía, sin embargo es importante señalar que estos procesos deben ser desarrollados por cada organización y adecuarse a su contexto operacional.

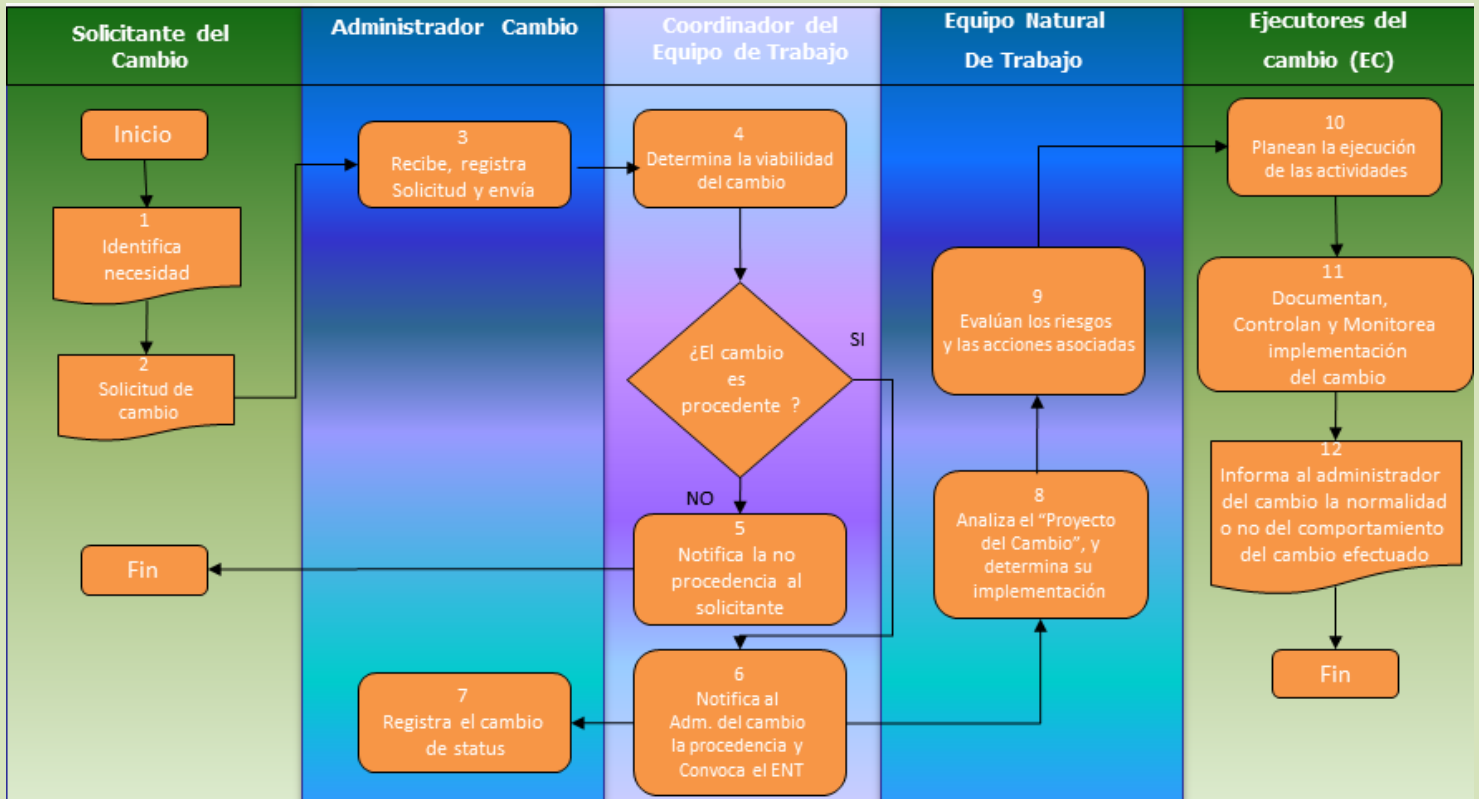


Figura 2. Proceso de Manejo del cambio (Medina, 2015. Adaptación propia)

Este proceso de gestión del cambio debe formar parte del conjunto de documentos que una organización debe mantener actualizada y la cual es necesaria para alinearse a los requerimientos de la norma ISO 55001:2014, específicamente en el apartado 7.6 referente a documentación de la Información.



## CLASIFICACIÓN DE ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS

Las medidas de protección y control contra las explosiones son fundamentales para garantizar la seguridad. Son varios los factores que deben considerarse para clasificar zonas con atmósferas potencialmente explosivas. Según la directiva 1999/92/CE, las actividades que utilizan, almacenan y manipulan productos que pueden generar vapores o polvos explosivos, deben disponer de una correcta clasificación de dichas áreas y una evaluación del riesgo en cada una de las zonas clasificadas, con el objeto de prevenir la explosión de los vapores mediante el establecimiento de procedimientos específicos y el uso de equipos seguros.

### ¿QUÉ ES UNA ATMÓSFERA EXPLOSIVA?

La Directiva 1999/92/CE de la Unión Europea relativa a las disposiciones mínimas para la mejora de la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas define:

*"Una Atmósfera Explosiva es la mezcla con el aire, en condiciones atmosféricas, de sustancias inflamables en forma de gases, vapores, nieblas o polvos, en la que, tras una ignición, la combustión se propaga a la totalidad de la mezcla no quemada"*

### CONDICIONES QUE PROPICIAN UNA EXPLOSIÓN

Se requieren tres elementos para producir una explosión:

1. **Oxígeno en el aire.**
2. **Una sustancia inflamable** mezclada con el aire, por ejemplo un gas (metano, acetileno), un líquido (petróleo, solvente) o un sólido (polvo, aserrín, azúcar, granos, todo ello en forma de polvo).
3. **Una fuente de ignición** con suficiente energía, por ejemplo un arco eléctrico, una chispa o un incremento de temperatura.

### ¿QUÉ ES UNA ATMÓSFERA POTENCIALMENTE EXPLOSIVA?

Se considera una atmósfera potencialmente explosiva cuando su composición normal no es explosiva; pero debido a circunstancias imprevistas esta puede cambiar a una condición que se considere explosiva, es un peligro latente o potencial. Las circunstancias que pueden conllevar a esto son:

- Diferentes estados en un proceso de fabricación.
- Un incidente o accidente que produzca una fuga.
- Alguna condición meteorológica, por ejemplo un incremento inusual de temperatura.

### ENERGÍA MÍNIMA DE IGNICIÓN

Se refiere a la cantidad mínima de energía que debe producirse localmente, en forma de llama, chispa, fricción, impacto, etc, para causar la ignición de una atmósfera explosiva. La mayoría de las fuentes potenciales de ignición en la industria tienen niveles de energía suficientes para alcanzar este valor mínimo. ¿qué puede causar una ignición?, un fuego o llama imprevisto, una chispa producto de un aparato eléctrico o por un impacto de herramientas de mano, fricción por contacto metal-metal, un rayo, un cortocircuito, descarga de corrientes estáticas, entre otras.

### TEMPERATURA DE AUTO-IGNICIÓN

Es la temperatura de ignición espontánea, la temperatura mínima a la cual una atmósfera explosiva puede encenderse espontáneamente. La energía necesaria para iniciar una llama se puede cambiar a forma térmica por un aumento en la temperatura de la mezcla. La ignición de un producto depende además de la concentración del mismo y de la mezcla de aire.



Figura 1: Se requieren tres elementos simultáneamente para producir una explosión.

### ALGUNAS SUSTANCIAS INFLAMABLES

GASES, LÍQUIDOS, VAPORES	SÓLIDOS, FORMA DE POLVOS
Combustible de calefacción	Magnesio
Hidrocarburos	Aluminio
Barnices y resinas	Celulosa
Sustancias aromáticas, perfumes	Granos (maíz, trigo...)
Compuestos para la producción de plásticos, gomas y textiles.	Azúcar, Maicena.
Alcoholes y derivados.	Madera
	Carbón.
	Resinas, epoxicos.

La clasificación por zonas es utilizada para determinar el nivel de seguridad necesario para los materiales eléctricos y no eléctricos instalados en ambientes explosivos de gas, vapores y polvos. Los objetivos básicos son:

- 1.-Determinar la clasificación o categorías del material usado en cada zona.
- 2.-Clasificar por zonas las áreas peligrosas para evitar las fuentes de inflamación y los mecanismos de control.

**UN DOCUMENTO DE PROTECCIÓN CONTRA EXPLOSIONES DEBE ESPECIFICAR**

- La evaluación de los riesgos de explosión y la clasificación de las áreas en zonas, de conformidad con los estándares y normativas aplicables.
- Las medidas de seguridad adecuadas.
- Los requisitos mínimos establecidos para el trabajo en cada zona.
- Los equipos, herramientas y sistemas de alerta diseñados especialmente para trabajar en estas zonas.
- La formación que debe tener el personal que laborará en las zonas clasificadas.
- Instruir sobre los procedimientos seguros y los permisos de trabajo pertinentes.

**El documento de protección contra explosiones se revisará siempre que se efectúen modificaciones, ampliaciones o transformaciones importantes en el lugar de trabajo, en los equipos de trabajo o en la organización del trabajo.**



**SEÑALIZACIÓN ESTANDARIZADA**  
forma triangular, letras negras sobre fondo amarillo, bordes negros.

**ALGUNAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN ESTABLECIDAS EN LA DIRECTIVA 1999/92/CE DE LA UNIÓN EUROPEA**

- ▲ Todo escape o liberación, intencionada o no, de gases, vapores o nieblas inflamables o de polvos combustibles que pueda dar lugar a riesgos de explosión deberá ser desviado o evacuado a un lugar seguro o, si no fuera viable, ser contenido o controlado con seguridad por otros medios.
- ▲ Cuando se trate de evitar los riesgos de ignición también se deberán tener en cuenta las descargas electrostáticas.
- ▲ La instalación, los aparatos, los sistemas de protección y sus correspondientes dispositivos de conexión sólo se pondrán en funcionamiento si el documento de protección contra explosiones indica que pueden usarse con seguridad en una atmósfera explosiva.
- ▲ Se adoptarán todas las medidas necesarias para asegurarse de que los lugares de trabajo, los equipos de trabajo y los correspondientes dispositivos de conexión que se encuentren a disposición de los trabajadores han sido diseñados, construidos, ensamblados e instalados y se mantienen y utilizan de tal forma que se reduzcan al máximo los riesgos de explosión y, en caso de que se produzca alguna, se controle o se reduzca al máximo su propagación en dicho lugar o equipo de trabajo.
- ▲ En estos lugares de trabajo se deberán tomar las medidas oportunas para reducir al máximo los riesgos que puedan correr los trabajadores por los efectos físicos de una explosión.
- ▲ Cuando así lo exija el documento de protección contra explosiones, se dispondrán y mantendrán en funcionamiento salidas de emergencia.
- ▲ Antes de utilizar por primera vez los lugares de trabajo donde existan áreas en las que puedan formarse atmósferas explosivas, deberá verificarse su seguridad general contra explosiones. La realización de las verificaciones se encomendará a personas que sean competentes en el campo de la prevención de explosiones por su experiencia o formación profesional.

**CLASIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE RIESGO SEGÚN DIRECTIVA 1999/92/CE**

<b>GASES, VAPORES, LÍQUIDOS</b>	<b>SÓLIDOS, POLVOS</b>
<b>ZONA 0</b>	<b>ZONA 20</b>
Área de trabajo en la que una atmósfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla está presente de modo permanente, o por un período de tiempo prolongado, o con frecuencia.	Área de trabajo en la que una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire está presente de forma permanente, o por un período de tiempo prolongado, o con frecuencia.
<b>ZONA 1</b>	<b>ZONA 21</b>
Área de trabajo en la que es probable, en condiciones normales de explotación, la formación ocasional de una atmósfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla.	Área de trabajo en la que es probable la formación ocasional, en condiciones normales de explotación, de una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire.
<b>ZONA 2</b>	<b>ZONA 22</b>
Área de trabajo en la que no es probable, en condiciones normales de explotación, la formación de una atmósfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla o en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo permanece durante breves períodos de tiempo.	Área de trabajo en la que no es probable, en condiciones normales de explotación, la formación de una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire o en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo permanece durante un breve período de tiempo.

# Ofrecemos soluciones en ensayos no destructivos



VENEZUELA



COLOMBIA



ECUADOR



U.S.A



La clasificación de una instalación está bajo la responsabilidad del usuario. Se debe tratar individualmente cada instalación en vista de las diferencias existentes entre cada una de ellas. El usuario procede a un estudio separado entre las zonas con riesgo de explosión de gases o de vapores y las de polvos.

Las herramientas y los equipos utilizados en actividades de mantenimiento y operación en áreas peligrosas requieren adaptaciones especiales para evitar o controlar el riesgo de explosiones asociados a su uso. Algunas organizaciones internacionales han definido estándares que regulan este aspecto, certificando los materiales, herramientas y equipos de trabajo.



## DIRECTIVA 2014/34/UE

Ha sido el principal ente de estandarización para equipos Intrínsecamente Seguros, comúnmente se le conoce como calificación ATEX, por sus siglas en francés *Atmosphères Explosibles*. Sustituye a la Directiva ATEX 94/9/CE. Aunque su ámbito es la Unión Europea, su influencia es global.



## FACTORY MUTUAL

En los Estados Unidos, Factory Mutual Research, administrada por Factory Mutual (FM) Global, es una organización científica y de pruebas sin fines de lucro, FM establece guías para certificar equipos que se usarán en atmósferas potencialmente explosivas.



## NEC

La normativa NFPA 70 de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego, conocida también como el National Electrical Code o NEC, es la norma básica concerniente a la electricidad en los Estados Unidos. La clasificación de productos aptos para usarse en áreas peligrosas las cubre el estándar NEC 500 y NEC 505.



## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION, IECEx

Puede ser considerado el "Estándar Internacional" dado que su ámbito son las organizaciones de estándares asociadas de cada país miembro. El objetivo del Esquema IECEx es facilitar el comercio internacional de equipos eléctricos destinados a ser utilizados en atmósferas explosiva (equipos Ex)

## LOS TÉRMINOS EXPLOSION PROOF E INTRÍNICAMENTE SEGURO

Estos términos se refieren a calificaciones de algunos aparatos eléctricos certificados para usarse en zonas peligrosas o atmósferas explosivas. Un dispositivo clasificado como *Explosion Proof* garantiza que éste puede contener una explosión que se desarrolle en su interior, además de asegurar que las chispas producidas en su interior no serán una fuente de ignición para la atmósfera que los rodea, en el caso que estén presentes gases, polvos o fibras inflamables en el aire. En resumen *Explosion Proof, o A Prueba de Explosiones*, no significa que el dispositivo soporte explosiones externas, sino que sea capaz de contener explosiones internas y no convertirse en una fuente de ignición para una explosión externa.

Por otro lado un aparato eléctrico clasificado como *Intrínsecamente Seguro* significa que la electrónica o el cableado contenido en el equipo no pueden generar una chispa o no puede acumular suficiente energía para encender el gas o el vapor en el lugar.

## ¿CUÁL ES LA DIFERENCIA ENTRE EXPLOSION PROOF E INTRÍNICAMENTE SEGURO?

En equipos *Explosion Proof (Ex)* los componentes internos deben ser diseñados para contener una explosión interna, y evitar una detonación mucho más grande. La clasificación *Intrínsecamente Seguro (IS)* significa que la electrónica no puede generar una chispa o crear suficiente energía para encenderse.

*IS* normalmente es para equipos livianos con bajos niveles de energía, *Ex* es requerido para aparatos con niveles de energía relativamente altos.

**EN AMBOS CASOS, LA TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE DEL EQUIPO NO DEBE SER CAPAZ DE CAUSAR LA IGNICIÓN DEL GAS O VAPOR DEL GRUPO EN EL QUE ESTÁ CLASIFICADO.**

En las áreas industriales es muy importante conocer la clasificación de la zona en cuanto a la explosividad de la atmósfera, ante los peligros potenciales es necesario tomar medidas de prevención y control para garantizar un entorno de trabajo seguro. La organización industrial en estos casos debe preparar una normativa o documento que exprese los lineamientos, controles y procedimientos a seguir cuando se trabaje en atmósferas potencialmente explosivas.

El estándar Intrínsecamente Seguro aplica a todos los equipos que pueden crear una o más de las siguientes fuentes de ignición:

- Chispa eléctrica
- Arco eléctrico
- Llamas
- Superficie caliente
- Electricidad estática
- Radiación electromagnética
- Reacción química
- Impacto Mecánico
- Fricción Mecánica
- Compresión
- Energía acústica
- Radiación Ionizante

Fuentes:

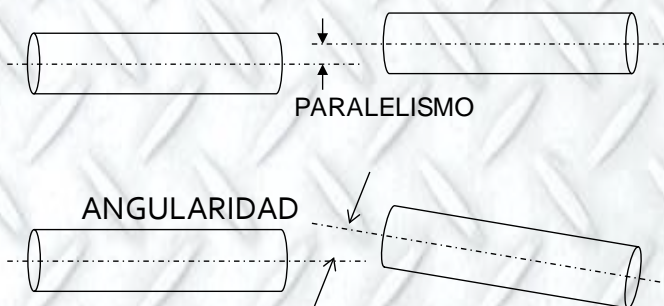
1. DIRECTIVA 2014/34/UE, DIRECTIVA 1999/92/CE, <http://eur-lex.europa.eu>
2. [WWW.TRANSCAT.COM](http://WWW.TRANSCAT.COM)



# G L O S A R I O

## ALINEACIÓN

En mantenimiento de maquinaria industrial, el proceso sistemático de disminuir la desviación relativa entre los ejes de una máquina conductora y una conducida. Esta desviación o desalineación, normalmente se mide como el desplazamiento paralelo y angular entre las líneas de centros de los ejes, en los planos vertical y horizontal, expresados generalmente en el centro del acoplamiento.



## BACKLASH

La holgura o juego rotativo entre dos elementos de acople. Por ejemplo el espacio entre un diente de engrane y el diente engranado del piñón, diseñado para formar una película de lubricante o permitir la expansión térmica o por carga. También puede existir *backlash* entre acoples, chavetas o cualquier ajuste de partes rotativas y su eje. Esta holgura debe considerarse siempre durante los procesos de alineación y ajustes mecánicos de precisión.

## EXPANSIÓN TÉRMICA

Incremento de las dimensiones, el área o el volumen de un cuerpo en función de su temperatura. Los cambios de temperatura alteran las holguras de los componentes, por lo que este fenómeno debe ser considerado en el diseño y mantenimiento de equipos para evitar distorsiones, fricción o deformación que afecte la vida del componente y su desempeño.

## MANTENIMIENTO PROACTIVO

Enfoque de mantenimiento fundamentado en el trabajo de precisión y soportado en procedimientos de mejores prácticas. El mantenimiento proactivo abarca las actividades críticas para el desempeño de los activos como la lubricación, la alineación y el balanceo, enfocándolas como actividades de eliminación de defectos.

## RUN OUT MECÁNICO

En fabricación y mantenimiento de precisión se refiere a la medida de la concentricidad de un elemento rotativo respecto a su centro geométrico o centro rotacional. Pero el *run out* puede referirse también a la medida de la "calidad" superficial o de irregularidades en la superficie debidas a corrosión o desgaste. La medición del *run out* requiere de instrumentos y procedimientos de precisión.



MIDIENDO EL *RUN OUT* CON UN COMPARADOR

## TOLERANCIAS

Valores permisibles o límites aceptables en la variación de una dimensión física o variable de control. La alineación de componentes mecánicos, la medición de *run out* y el *backlash* se comparan contra tolerancias específicas, de manera de verificar la calidad del trabajo y aportar valor para el desempeño confiable de los equipos

# CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

# CALENDARIO 2017

INSPECCIÓN Y ANÁLISIS	MANTENIMIENTO PROACTIVO	CONFIABILIDAD APLICADA	MÁQUINAS Y COMPONENTES	CONFIABILIDAD HUMANA							
ESPECIALIDAD - CURSO	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ANÁLISIS DE VIBRACIONES NIVEL I [ISO-18436-2]*	21 - 24			23 - 26			1 - 4		2 - 6	21 - 24	
ANÁLISIS DE VIBRACIONES NIVEL II [ISO-18436-2]*			3 - 7			10 - 14					
METALOGRAFÍA APLICADA AL ANÁLISIS DE FALLAS				3 - 5			14 - 16			13 - 15	
FUNDAMENTOS DE TERMOGRAFÍA INFARRROJA		23 - 24						28 - 29			7 - 8
BALANCEO DINÁMICO DE ROTORES INDUSTRIALES			24 - 25			8 - 9	26 - 27	7 - 8		6 - 7	
ALINEACIÓN DE MAQUINARIA ROTATIVA*			26 - 28			28 - 30	9 - 11			8 - 10	
FUNDAMENTOS DE LUBRICACIÓN INDUSTRIAL											
MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD		1 - 3				12 - 14		13 - 15			
CURSO DE PREPARACIÓN PARA LA CERTIFICACIÓN CMRP		27 - 31				17 - 21			9 - 10	27 - 30	1
MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIÓN					15 - 16						
ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS: AMEE [SAE JA-1012]				20 - 21			17 - 18			16 - 17	
ANÁLISIS E INSPECCIÓN BASADA EN RIESGO: RBA E IBR				15 - 19				4 - 8			
METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ: ACR		6 - 8				5 - 7		25 - 27			4 - 6
LECTURA E INTERPRETACIÓN DE PLANOS DE PROCESOS [Estándar ISA]		16 - 17				1 - 2				19 - 20	
MATERIALES REFRACTARIOS: Selección y análisis de fallas.		13 - 15				26 - 28				16 - 18	
FUNDAMENTOS METALÚRGICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA		20 - 22				21 - 23				23 - 25	
INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL PARA OPERADORES			17 - 18			3 - 4				30 - 31	
REDACCIÓN DE INFORMES TÉCNICOS											
MAPAS MENTALES: Herramienta de aprendizaje y mejoramiento.				11 - 12			30 - 31				14 - 15
PROGRAMACIÓN NEUROLINGÜÍSTICA: Habilidades para pensar, actuar y comunicarse de manera asertiva.				29 - 31				18 - 20			



Organizado por:  
**GTS Confiabilidad C.A.**  
*gente + tecnología + servicio*



academia@confiabilidad.com.ve  
58-281-2779738 - 58-424-8263170



@RCONFIABILIDAD

**WWW.CONFIABILIDAD.COM.VE**

Av. Costanera, CC Ciudad Puente Real, Piso 2, oficina N2-B-48, Barcelona, Anzoátegui, Venezuela. RIF: J-29573457-3

## NOTAS

Los cursos incluyen refrigerios AM y PM, manual impreso, certificados de asistencia y diploma de certificación\* cuando aplique. **NO INCLUYEN ALMUERZOS.**  
\*Certificaciones por la Universidad Gran Mariscal De Ayacucho: UGMA. Ver detalles de la certificación en el contenido de cada curso.

**CAPACITACIÓN PARA LA INDUSTRIA REAL**

...OTRA VEZ SIN PLAYA!  
Y AHORA CUÁL FUE  
LA MÁQUINA QUE FALLÓ?

NO SÉ, PERO ES  
UN EQUIPO CRÍTICO



Encuentre usted  
las fallas antes  
de que ellas  
lo encuentren  
a usted

## Soluciones para la Confiabilidad Industrial

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



## Academia de Confiabilidad

- ANÁLISIS DE VIBRACIONES NIVEL I Y II SEGÚN ISO 18436-2 ■
- LUBRICACIÓN INDUSTRIAL ■
- BALANCEO Y ALINEACIÓN DE EQUIPOS ROTATIVOS ■
- TECNOLOGÍAS PREDICTIVAS ■
- MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD ■
- ANÁLISIS DE CAUSA RAIZ: ACR ■  
(Curso ASME)

Av. Costanera, C.C. Ciudad Puente Real, Oficina N2-B48, Barcelona, Estado Anzoátegui.

Telf: 0281-2779738 Telf.: 0414-8174180 / (0281)2812441

E-mail: academia@confiabilidad.com.ve

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

