

Año 3, N° 20, Marzo 2017

# PREDICTIVA 21



**CONFIABILIDAD  
EN EL TALENTO HUMANO  
PARA ORGANIZACIONES  
EXITOSAS**

**DISMINUIR  
EL VALOR NO AGREGADO  
DEL MANTENIMIENTO**

**LA IMPORTANCIA  
DE LA CALIBRACIÓN  
DE SENSORES DE VIBRACION**

**ENRIQUE GONZALEZ  
LA INGENIERIA COMO RAZÓN Y PASIÓN**

## JUNTA DIRECTIVA

**Publisher / Editor:**

Enrique González  
[enrique.gonzález@predictiva21.com](mailto:enrique.gonzález@predictiva21.com)

**Director de Mercadeo:**

Miguel Guzmán  
[miguel.guzman@predictiva21.com](mailto:miguel.guzman@predictiva21.com)

**Directora Editorial:**

Alimey Díaz  
[alimey.diaz@predictiva21.com](mailto:alimey.diaz@predictiva21.com)

**Periodista Editor:**

Maite Aguirrezabala  
[maite.aguirrezabala@predictiva21.com](mailto:maite.aguirrezabala@predictiva21.com)

**Diseño y Diagramación:**

Sophia Méndez  
[sophia.mendez@predictiva21.com](mailto:sophia.mendez@predictiva21.com)

**Digitalización y Web Master:**

Edgarmis Villarroel

**Community Manager:**

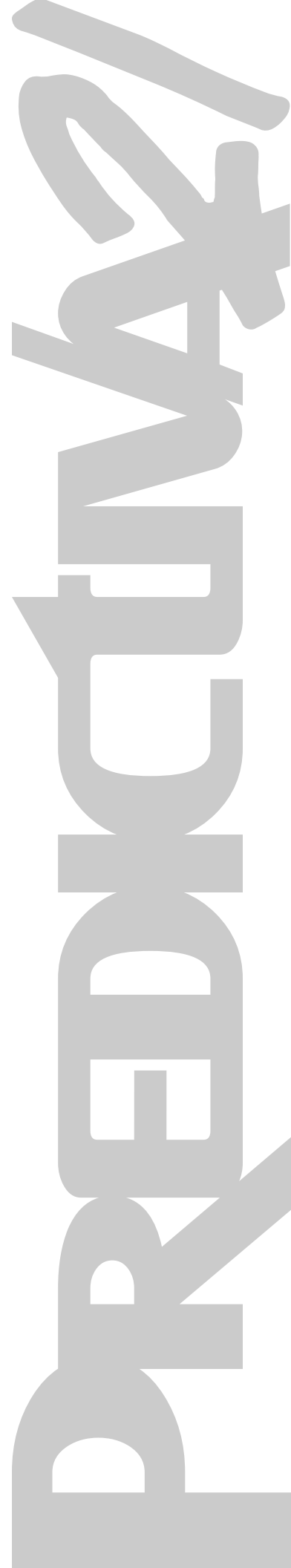
Daniela Angulo  
[daniela.angulo@predictiva21.com](mailto:daniela.angulo@predictiva21.com)

**Colaboradores:**

Víctor D. Manríquez  
Liam Doyle  
Víctor Leal  
Edwin Guzmán King  
Brau Clemenza  
Rodrigo Gomez D.  
Fabiola Vargas R.  
Martin Cevallos G.  
Nicolás Pintos  
Sergio Andrés Gómez  
Alexis Lárez Alcázar

---

*Predictiva21 no se hace responsable por las opiniones emitidas en los artículos publicados en esta edición. La línea editorial de esta publicación respetará las diversas corrientes de opinión de todos sus colaboradores, dentro del marco legal vigente.*





RESPALDAMOS TU ENERGÍA  
ALIMENTAMOS TELECOMUNICACIONES

• ENERGÍA PARA TELECOMUNICACIONES •

• ACONDICIONAMIENTO TERMICO •

• SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA •

• DATA CENTER •

# INDICE

## 07 | EDITORIAL

08 | **Cambios En la norma ISO 14224:2016**  
Artículo Técnico

12 | **Condition Monitoring: cost have benefits & benefits can reduce costs**  
Technical Article

16 | **Confiabilidad en el talento humano para organizaciones exitosas**  
Artículo Técnico

24 | **Disminuir el valor no agregado de mantenimiento**  
Artículo Técnico

28 | **Enrique González: Ingeniería como razón y pasión de vida**  
Entrevista

32 | **ANALISIS P21**

35 | **EVENTOS**

36 | **Reingeniería de mantenimiento**  
Artículo Técnico

39 | **Aplicación de metodología para analisis de modos y efectos de falla para reducción en tiempos de paradas de planta por fallas repetitivas**  
Artículo Técnico

44 | **Gasolina especial o corriente: ¿Cuál es la adecuada para mi Vehículo?**  
Artículo Técnico

47 | **EMS continúa formando talento humano confiable y sostenible**  
Nota de prensa

48 | **Protecciones contra sobretensiones transitorias normativa aplicable**  
Artículo Técnico

54 | **6º Congreso español de mantenimiento**  
Nota de prensa

56 | **La importancia de la calibración de sensores de vibración**  
Artículo Técnico

60 | **Monitoreo de condición: el costo tiene beneficios y los beneficios pueden reducir costos**  
Artículo Técnico

64 | **Sinergia en la implementación de los sistemas de gestión (activos y calidad) de acuerdo al anexo al sistema de gestión de activos ISO 55001,2014 y el sistema de gestión de calidad ISO 9001,2015**  
Artículo Técnico



E&M Solutions International, S.A.

EMS te brinda lo que quieres para  
tu empresa en mantenimiento  
y gestión de activos.

## Y ahora canaliza tus necesidades desde Panamá

En nuestras nuevas oficinas recreamos y desarrollamos los planes de mantenimiento para toda centroamérica y el Caribe. Con el respaldo de una larga experiencia y el empuje de sus profesionales, EMS se consolida como la opción perfecta para el cuidado de tus activos físicos.

EMS soluciones especializadas de Ingeniería y Gestión de Activos, ahora en Panamá.

Ubicados en: Torre de Las Américas, Torre B, Piso 15, Punta Pacífica, Panamá.

Foto:  
©Hanami Sohn

Contáctanos:

E&M Solutions 

@eym\_solutions 

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

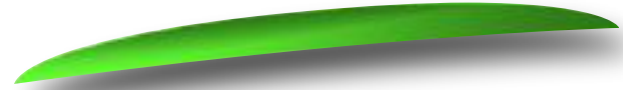
[corporatepanama@eymsolution.com](mailto:corporatepanama@eymsolution.com) 



**INGENIERÍA**  
**GESTIÓN DE ACTIVOS**  
**CONFIABILIDAD**  
**MONITOREO DE CONDICIÓN**



**SiM**



**Proveemos Soluciones  
orientadas a mejorar  
la Seguridad, Rendimiento,  
Confiabilidad y Costos durante  
el Ciclo de Vida de sus Activos**

Soluciones de Ingeniería  
y Mantenimiento, S.L.  
Paseo de la Castellana, 95, 15ª 28046  
Madrid ESPAÑA


**www.sim-sl.com**  
**+34 914 185 070**  
**+34 917 577 400**  
**info@sim-sl.com**

## CONFIABILIDAD HUMANA Y MANTENIMIENTO

Dentro del área del mantenimiento, una de las más deseadas, buscadas y la vez controversiales es la Confiabilidad Humana. En Predictiva21 hemos hablado largo y tendido del tema, hemos consultado a los expertos en el área, recibimos en cada edición al menos un artículo relacionado con ello... y nos sigue pareciendo fascinante. No estoy seguro de si esta pasión deriva del hecho de la imposibilidad de medir y predecir total y completamente el comportamiento humano; o si más bien es la fascinación que causa el saber que todo aquello sobre lo cual se ha construido nuestra civilización, la tecnología que usamos y los adelantos que gozamos descansan en las habilidades de criaturas propensas a la sorpresa, el cambio de rumbo, la variabilidad emocional y cognitiva, o los altibajos del carácter, como son las personas. El reino animal tiene sus propias y perfectas maneras de hacer las cosas: los ciclos reproductivos, los sistemas de supervivencia o las reacciones a ciertos estímulos están estudiadas, previstas, catalogadas y organizadas, y si bien los biólogos no pueden decir que su trabajo no tenga sorpresas, sí tienen una base sólida de predictibilidad respecto a los sujetos en estudio. En la esfera humana, la cosa se complica. De acuerdo a nuestros autores, la confiabilidad humana es la ciencia que estudia el error humano y sus impactos en la productividad, seguridad y calidad; y prevé las estrategias necesarias para prevenirlo o eliminarlo. Las consecuencias de conductas no confiables se traducen en accidentes, pequeños o graves; y las causas van desde razones físicas y psicológicas hasta organizacionales. De modo que estamos hablando de un complejo entramado dentro del cual procuramos crear un cuerpo de conocimientos destinado a predecir, analizar y reducir el error humano. Incluso en la era de la Industria 4.0, el internet de las cosas, la inteligencia artificial y la robótica colaborativa, sigue siendo impensable no incluir la confiabilidad humana dentro de los estudios de confiabilidad y predictibilidad en la industria. ¿A dónde nos llevara todo esto? Es imposible de predecir. Pero, como somos Predictiva21, esperamos ser espectadores en primera fila para asistir a esta evolución del mundo, e interpretarla para ustedes.

**Enrique González**  
**Director**





# CAMBIOS EN LA NORMA ISO 14224:2016

---

RECOLECCIÓN E INTERCAMBIO  
DE DATA DE CONFIABILIDAD  
Y MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS  
*CATEGORÍAS DE MANTENIMIENTO*

Autor:

**Víctor D. Manríquez**

Ingeniero Mecánico

CMRP, CMA

Mag. Energías Renovables

Consultor Senior & Docente en

Mantenimiento, Confiabilidad

& Gestión de Activos

***vmanriquez62@yahoo.es***

Perú



*Muchos en el área de mantenimiento y confiabilidad estamos familiarizados con la norma ISO 14224 “Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment” – “Industrias del petróleo, petroquímica y gas natural – Recolección e intercambio de data de confiabilidad y mantenimiento para equipos”.*

*Quienes la consultamos, conocemos que el cuerpo de la norma 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.*

## ¿CUÁLES SON LOS CAMBIOS PRINCIPALES 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

Voy a referirme en este artículo a algunos de estos 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 Categorización del mantenimiento, nos mostraba las dos grandes categorías del mantenimiento: correctivo y preventivo y debajo de esta última tres subcategorías: Prueba e inspección, monitoreo por condición y periódico.

La Figura 6 Categorización del mantenimiento de la versión 2016 nos presenta ahora lo siguiente:

Tenemos que en la categoría del mantenimiento correctivo (2b), figuran ahora dos subcategorías, el mantenimiento correctivo diferido (4g), al que podemos identificar con el correctivo programado y el mantenimiento

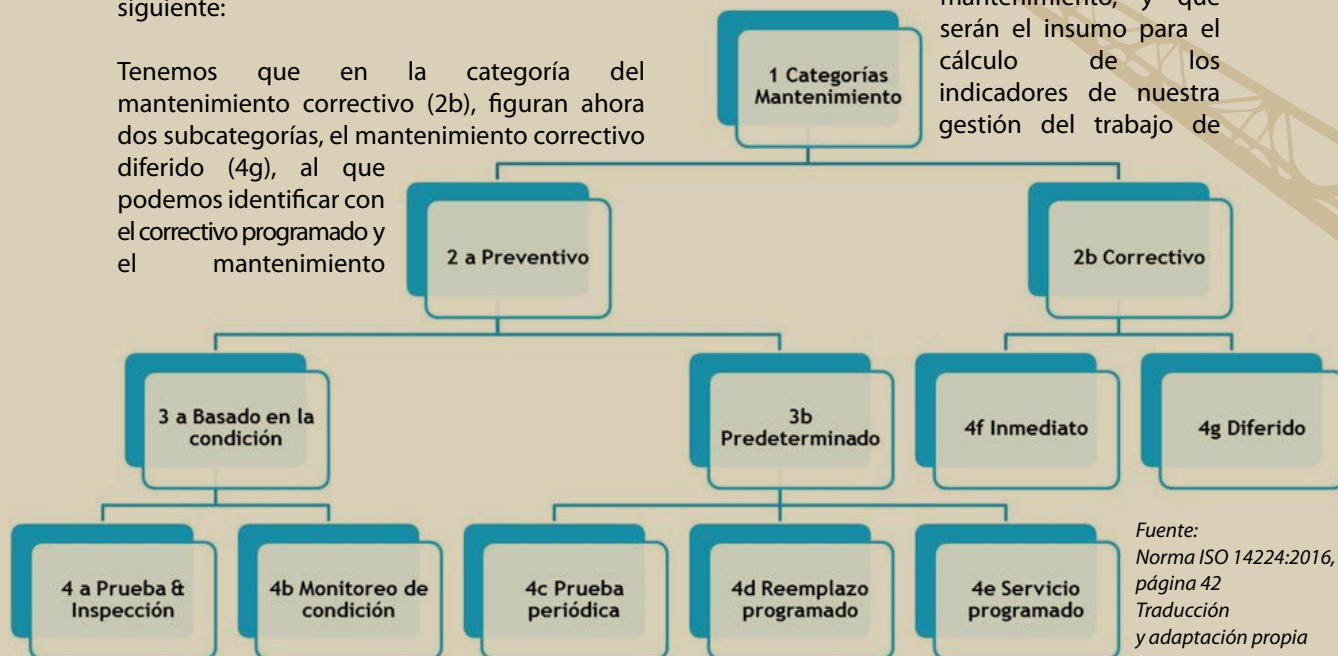
correctivo inmediato (4f), o emergencias, el menos apreciado y que buscamos minimizar.

Por su parte, en el lado del mantenimiento preventivo (2 a), observamos primero, una división entre el mantenimiento preventivo basado en la condición (3 a) 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” (4 a).

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

Particularmente, opino que la introducción y precisión de las definiciones de las categorías y subcategorías de mantenimiento, nos ayudarán a resolver dudas y zanjar 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



Fuente:  
Norma ISO 14224:2016,  
página 42  
Traducción  
y adaptación propia

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.

Echemos ahora una mirada a algunos cambios en las definiciones. 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.

Para el mantenimiento preventivo (2 a), 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 subcategorías correspondientes: mantenimiento preventivo basado en la condición (3 a) y mantenimiento preventivo predeterminado (3b).

La definición de mantenimiento basado en la condición (3 a) (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".

Para el mantenimiento predeterminado, nos refiere a la definición del estándar europeo EN 13306:2010 Maintenance - 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. 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."

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.



# CONDITION MONITORING: COST HAVE BENEFITS & BENEFITS CAN REDUCE COSTS

As yet another year begins and we find ourselves in the midst of the usual post-holiday nutritional and financial hangover that most of us are faced with at the beginning of every New Year, so there's no better time to broach the subject of Cost Benefit and the tightening of finances.

Whatever stage you're at in your financial year, despite recovering economies and buoyant industry sectors, the spectre of cost benefit looms large at all times in today's business environment.

Whether it's the result of past lessons learnt or simply a continuation of your organisations prevailing culture and approach to expenditure; I'm betting that any Reliability Engineer, Maintenance Manager, Engineering Manager or Production Manager for the most part, are expected to have a robust business case and justification to go with any purchase or investment they're proposing to Senior Management.

Capex or opex, having your facts and information correct could mean the difference between getting that PO or tucking tail and going back to the drawing board. Seeking additional investment in Maintenance and Reliability can be a challenge in many organisations as they are more often than not seen as a necessary evil and add no perceptible value to the bottom line.....yeah right.

In terms of a Condition Monitoring Program, the key to overcoming this challenge is being able to clearly and concisely report on the cost benefit attached to your CM Program. This is easier said than done and will very much depend on how connected and integrated your Condition Monitoring Program is with other parts of your business such as Production, Energy, Environmental and Safety Departments. (Not in order of priority.) It may be hard to believe but it's not uncommon for Maintenance to have little or no understanding of the cost per hour of lost production

Status		CLOSED			
Sum of Cost Benefit		Column Labels			
Row Labels	High	Low	Medium	Grand Total	
Happy Customer	€ 89,100.00	€ 5,830.00	€ 95,635.00	€ 190,565.00	
01 COOLING TOWERS			€ 19,920.00	€ 19,920.00	
Lubrication			€ 2,670.00	€ 2,670.00	
Other			€ 11,250.00	€ 11,250.00	
Safety Access			€ 6,000.00	€ 6,000.00	
02 MVR AREA	€ 1,650.00	€ 1,630.00	€ 4,000.00	€ 7,280.00	
Leaks			€ 2,000.00	€ 2,000.00	
looseness	€ 1,650.00			€ 1,650.00	
Lubrication		€ 1,630.00		€ 1,630.00	
Other			€ 2,000.00	€ 2,000.00	
03 FEED RECOVERY HOUSE	€ 51,900.00	€ 2,650.00	€ 30,250.00	€ 84,800.00	
imbalance			€ 10,000.00	€ 10,000.00	
Leaks			€ 6,000.00	€ 6,000.00	
looseness		€ 2,650.00	€ 5,200.00	€ 7,850.00	
Misalignment	€ 25,250.00		€ 4,000.00	€ 29,250.00	
Other	€ 26,650.00		€ 50.00	€ 26,700.00	
Safety Access			€ 5,000.00	€ 5,000.00	

Pictured left example of CBA Log. Cost benefit reported down to Failure mode level

It's also not uncommon for the aforementioned areas of a business to be very compartmentalised and not always pulling in the same direction. Let's face it, there's no interest like motivated self-interest. That said however, it's not impossible to bring those areas into your Cost Benefit Analysis so long as you have the right mechanism and some grasp on how a non-conformance in these areas impacts the business and more importantly sees its way to having a monetary value.

If the language of the universe is mathematics then the universal language and enabler for all business is money and Cost Benefit. Profit & Loss, Gross Margin, EBITA, ROI (Return on Investment) and so on.

Time is money. Materials are money. Equipment is money. People are money. Each one is, spent, used, purchased, crafted, designed or hired to perform a task and ultimately; yes you guessed it.....deliver a benefit. Having the right mechanism and will to report on and quantify those benefits is a key enabler to ensuring the longevity and continued value that these items can deliver for your business.

I'm reminded of a certain Monty Python film: "Apart from the Aqueduct, Sanitation, Roads, Irrigation, Medicine, Education, Wine, Public Order & Public Health, what have the Romans ever done for us?"

Apply the same thinking to your Condition Monitoring Program and I'll bet you'll soon end up with a fairly lengthy list of benefits it has delivered to the business. This is of course assuming that the output of the CM program is being put to good use; but that's a discussion for another day.

Anecdotally everyone may know and have an appreciation for how the CM program adds value to the business; but more often than not your word isn't worth the paper it's printed on, especially when sitting in front of a CFO/Manager and looking for additional budget or resources. As Deming said: "Without data, you're just another person with an opinion." The same holds true when demonstrating cost benefit. Harsh but true.

The above said, reporting and accumulating of cost benefit data is not impossible as long as you are realistic in terms of how accurate the

figures are ever going to be. Don't be disheartened if your figures are challenged. This is a good thing in that it's promoting discussion on your CM Program.

You can't paint with overly broad strokes but as long as you're happy that your figures have some basis in reality then you can't go wrong

and should be confident when the numbers you present are challenged. Through your working knowledge of the plant and engagement with your team and CMMS, the following pieces of information should be to hand when looking at the cost and cost avoidance associated with a repair or corrective action arising from Condition Monitoring data:

<b>1</b>	<b>Material Costs</b>	<b>No Problem and easily come by</b>
<b>2</b>	<b>Labour Rates</b>	No Problem and easily come by
<b>3</b>	<b>MTTR (Meantime to Repair)</b>	Experience driven and will require engagement with your crafts but not impossible to prepare.
<b>4</b>	<b>Consequential Losses or costs</b>	Requires further thought and possibly a more in depth understanding of the equipment; especially if you're going to think beyond physical asset damage and more along the lines of Safety, Environmental and Quality fall out from an unplanned equipment failure. But still not impossible to start with conceptual figures and move forward from there.
<b>5</b>	<b>Production losses</b>	This is the big one and more often than not, the place where most of the cost can be found. Not always clear cut in some organisations as this information is sometimes a closely guarded secret or simply isn't known. (Yes some companies may not actually know) Not all companies use lost production as a basis for reporting cost benefit. Some companies would prefer to speak in terms of time saved, litres of product, Kw hrs, %OEE. Either way, everything can be translated back into the universal language of money.

Having the above information to hand is the first crucial step in preparing and maintaining an ongoing and up to date CBA (Cost Benefit Analysis) Log. The next challenge is deciding how you can update, distribute and put this information into a format that can be included in your periodic Maintenance and Budget reviews.

You may choose to use Excel, Access or other means but just make sure that the information is organised in such a way that it can support various narratives that work best for you. The following are just some examples of items relating to your CM/Maintenance program for which you may be creating a business case with

the help of a well prepared CBA (Cost Benefit Analysis) log.

- a) Remote/fixed sensor installation
- b) CBM Equipment Upgrades
- c) Training
- d) Planned down time for plant & equipment
- e) Materials
- f) Labour

Below screen shot of CBA entry screen within AVT's Machine Sentry™. Information from the customer associated with each action raised, is entered into Machine Sentry™ to generate a cost avoidance value associated with a proposed corrective action or developing failure mode.

	Cost For Planned Repair	Cost For Unplanned Repair
Labour Cost	100.00	500.00
Material Cost	1000.00	2500.00
Production Lost Cost	0.00	7500.00
Other Consequential Losses	0.00	1500.00
<b>Total Cost</b>	<b>1100.00</b>	<b>12000.00</b>
<b>Cost Benefit Analysis Total</b>	<b>10900.00</b>	

Save Cancel

Remember, most benefits to a business will incur an initial cost but not all costs will result in a benefit. The benefits that incur an initial cost are realised because they were supported by a considered approach and accurate data that can justify the investment before, during and after the purchase or investment is made. If the latter turns out to be the case, this will more than likely be due to a rushed business case, inaccurate data or a failure to provide the right narrative with your figures.

The next time someone asks you to “Show me the money”, then show them the money and issue your CBA Log.

If you’d like to learn more about Machine Sentry™ or would like assistance and guidance on how to integrate Cost Benefit reporting into your Condition Monitoring Program visit:

**[www.machinesentry.com](http://www.machinesentry.com)**  
or  
**[www.avtreliability.com](http://www.avtreliability.com)**.

**AUTHOR:  
LIAM DOYLE**

*Operations & Business Development  
Manager at AVT Reliability (Ireland) Ltd  
[liamdamiendoyle@gmail.com](mailto:liamdamiendoyle@gmail.com)*





# Confiabilidad en el Talento Humano para Organizaciones Exitosas

*Autor:*

**Dr. Víctor Leal**

*Gerente de Confiabilidad Operacional*

*Costa Oriental PDVSA Occidente*

*lealv@pdvsa.com; lealv77@gmail.com*

El talento, es para las organizaciones competitivas el elemento diferenciador hacia la búsqueda del camino al éxito en un mundo globalizado. El principal factor que motoriza y mueve una Organización, es su talento humano. En este sentido, su fuerza laboral requiere el estudio de confiabilidad humana para evaluar y analizar la influencia del factor humano, en el cumplimiento de las metas asignadas dentro de las organizaciones y corporaciones en el ámbito mundial.

En las últimas décadas la globalización de los mercados y la competitividad industrial ha sido consecuente en las transformaciones de las áreas de recursos humanos (RH) y

mantenimiento. En muchas organizaciones, la denominación de administración de Recursos humanos (ARH) está sustituyéndose por gestión de talento humano, gestión de socios o de colaboradores, gestión del capital humano, administración del capital intelectual e incluso gestión de personas. Chiavenato (2008).

En virtud de ello, la gestión integral de activos de las organizaciones exitosas, no escatima esfuerzos en mantener a su capital humano, altamente capacitado, bien remunerado y motivado, a fin de exigir el cumplimiento efectivo de las metas asignadas acorde a la misión, visión, valores y objetivos corporativos de sus organizaciones. Siendo precisamente los



beneficios laborales en sinergia con la productividad, proporcionales al éxito del negocio. Para ser los mejores, deben tener lo mejor, y lo mejor del talento humano, requiere los mejores beneficios.

Basado en lo anteriormente planteado, el objetivo de esta investigación es analizar confiabilidad en el talento humano dentro de las Organizaciones, con la finalidad de identificar las fortalezas requeridas para impulsar el fomento de una cultura de desempeño laboral, impregnada por la confiabilidad de cada talento humano que la conforma, para la obtención de resultados positivos con base en una toma de decisiones con baja incertidumbre del error.

La metodología utilizada fue la revisión bibliográfica de literatura disponible sobre la confiabilidad en el talento humano, con el fin de caracterizar la confiabilidad en el talento humano, la descripción de los métodos para determinar la confiabilidad humana, a fin de determinar los efectos y consecuencias de las acciones del talento humano en los sistemas productivos. Para la obtención de lineamientos de mejoramiento continuo, acorde a las lecciones aprendidas en el talento humano fortalecido con la filosofía y cultura de confiabilidad humana de Organizaciones exitosas.

## Conceptos Importantes

**Confiabilidad.** Es la capacidad de un sistema (seres humanos, instalaciones, equipos y procesos) para desempeñar la función para la cual diseñado, en un entorno específico, durante un intervalo de tiempo determinado. Confiabilidad Humana: Se define como la probabilidad de que una persona desempeñe correctamente de forma efectiva (eficiente y eficaz) una actividad dada en un sistema, durante un periodo de tiempo determinado (si el tiempo es un factor limitante) sin ejecutar alguna actividad fuera de lo normal que pueda degradar el sistema.

**Análisis de Confiabilidad Humana:** Es una evaluación cualitativa y cuantitativa para identificar los efectos en las desviaciones de la acción humana y/o sus errores, desde el punto de vista de seguridad, calidad, efectividad (eficiencia y eficacia), con la finalidad de identificar las causas raíces físicas, humanas y organizacionales que las producen y en función de ello establecer las acciones que las eliminen o mitiguen sus consecuencias.

**Acción Humana Primaria:** Son acciones donde el hombre es una interfaz directa con el proceso o con los equipos (instalaciones).

**Acción Humana Secundaria:** Son acciones indirectas como planificación, redacción de procedimientos, formación, entre otros, para asistir apoyar y preparar acciones primarias.

**Falla:** Es la terminación de la capacidad de una instalación, sistema, equipo o dispositivo (ISED) para desempeñar una función:

- Después de una falla, el componente esta defectuoso
- Una falla es un evento distinto a un defecto, el cual es un estado

**Falla Crítica:** Es una falla que produce consecuencias inaceptables, tales como indisponibilidad o mal funcionamiento con posibilidades de daños a la propiedad y/o al personal y/o al ambiente.

**Defecto:** Es el estado de un componente caracterizado por su inhabilidad para desempeñar una función requerida, causada por problemas en el diseño y/o proceso de fabricación, excluyendo la indisponibilidad durante el mantenimiento preventivo u otras acciones programadas, o debido a la falta de recursos externos.

**Rendimiento sub-óptimo:** Son fallas en los mecanismos humanos internos, como por ejemplo: Estado de embriaguez, alteración del sistema nervioso central por efectos de drogas, discapacidades físicas, mentales, entre otros.

**Error Humano:** falla de una acción humana definida, producto de múltiples probables causas (normalmente de índole externa) que puede afectar componentes (defecto) y procesos (alteración). Si la consecuencia es significativa (crítico) requiere una reparación inmediata.

**Errores por omisión:** son eventos que degradan el desempeño de un proceso, producidos por la acción humana basada en la omisión de procedimientos ó instrucciones de trabajo, previa y probadamente establecidos para ejecutar las actividades.

**Errores por acometimiento (intervención errónea voluntaria ó involuntaria):** son eventos que degradan el desempeño de un proceso, producidos por la acción humana basada en la ejecución inadecuada ó incorrecta de una actividad. Con base a Human Reliability Analysis Methods for Probabilistic Safety Assessment. Pekka Pyy (2000)

### Confiabilidad Humana

**Definición académica:**

...es el estudio del efecto de las personas en el desempeño de los sistemas de producción...

**Definición Luis Fernández R2M (2013):**

...es modelar el efecto de las personas y sus circunstancias dinámicas en el desempeño de los sistemas de producción...

La Confiabilidad Humana como disciplina, es la rama de la Ingeniería de Confiabilidad que permite estimar los efectos que las desviaciones en la acción humana, desde el punto de vista de seguridad, calidad y efectividad, tienen sobre los procesos productivos, con la finalidad de identificar sus causas raíces y establecer las acciones que las eliminen o que mitiguen sus consecuencias.

La Confiabilidad Operacional “Es la filosofía de trabajo orientada en una serie de procesos de mejora continua, que incorporan en forma

sistemática, herramientas de diagnóstico, metodologías de análisis y nuevas tecnologías, para optimizar la gestión, planeación, ejecución y control de la productividad; además lleva implícita la capacidad de una instalación (procesos, tecnología, gente), para cumplir su función o el propósito que se espera de ella, dentro de sus límites de diseño y bajo un específico contexto operacional” MM-01-01-01 PDVSA (2016).

En un sistema de Confiabilidad Operacional es necesario el análisis de sus cuatro dimensiones operativas: Confiabilidad Humana, Confiabilidad de los Procesos, Confiabilidad de los equipos y Confiabilidad de Diseño; sobre los cuales se debe actuar y efectuar un desarrollo sistemático de actividades, con motivo de impulsar un mejoramiento continuo y de largo plazo dentro de la Organización. Cualquier hecho aislado de mejora puede traer beneficios, pero al no tener en cuenta los demás factores, sus ventajas son limitadas o diluidas en la organización y pasan a ser solo el resultado de un proyecto y no de un cambio organizacional. Confiabilidad del talento humano

Oliveira García (2006), Se define como la probabilidad del desempeño eficiente y eficaz de todas las personas, en todos los procesos, sin cometer errores o fallas del conocimiento y actor humano durante su competencia laboral, dentro de un entorno organizacional específico. El sistema de confiabilidad humana incluye varios elementos de proyección personal que permiten optimizar los conocimientos, habilidades y destrezas de los miembros de una organización con la finalidad de generar capital humano.

**Elementos de la confiabilidad humana**

El capital humano representa el incremento en la capacidad de producción mediante el desarrollo de competencias de los trabajadores de la empresa. Esta formado por el conocimiento y el ingenio que hacen parte de las personas, su salud mental y la calidad de sus hábitos de trabajo.



Figura N°1: Elementos de Confiabilidad Humana. García (2006).

## Justificación de estudios de Confiabilidad Humana

Los estudios de confiabilidad humana permiten diagnosticar, tratar y actuar en la solución de los problemas del rendimiento del talento humano, columna vertebral de cualquier organización. La misma forma parte fundamental de todo proceso de mejora de la confiabilidad integral de un activo. Su estudio se justifica en mayor grado, cuando uno o varios de los siguientes factores se encuentran presentes en el proceso productivo:

- Índices no tolerables de Seguridad.
- Afectación recurrente del ambiente.
- Deficiente Calidad de Productos.
- Reclamos de Clientes.
- Elevados Costos Operativos.
- Organizaciones no exitosas
- Incremento en la rata de fallas de los ISED.
- Incremento de los errores humanos, detectados en los análisis causas raíces efectuados.

Es importante mencionar que la solución de problemas de Confiabilidad Humana es en extremo complejo debido a la influencia de

múltiples factores, algunos de los cuales pueden no estar directamente asociados con el proceso productivo. En ese mismo orden de ideas, las deficiencias en Confiabilidad humana afectan directamente la Confiabilidad Integral del proceso. Con base a material de curso dictado por Luis Fernández de R2M (Reliability and Management) (2014).

Las consecuencias de las desviaciones de la acción humana, puede conllevar a eventos altamente catastróficos, a continuación se mencionan algunos:

1. Explosión en el pozo de petróleo Ixtoc One, México (1979)
2. Three Mile Island (1979)
3. Union Carbide en Bhopal (1984)
4. Chernobyl (1986)
5. Challenger (1986)
6. Colisión entre aviones, LA (1986)
7. Piper Alpha (1988)
8. Plataforma petrolera P-36 (2001)
9. Plataforma petrolera P-34 (2002)
10. Colisión entre aviones, Suiza (2002)
11. El Prestige tiñe de negro la costa gallega (2002)
12. Columbia (2003)

Los eventos arriba mencionados son algunos de los más costosos de la historia, no sólo en costos, sino en vidas humanas y afectación al medio ambiente. Es menester mencionar el impacto en la imagen corporativa de éstas corporaciones seriamente afectadas.

A continuación se presentan Índices que justifican el estudio de Confiabilidad Humana:

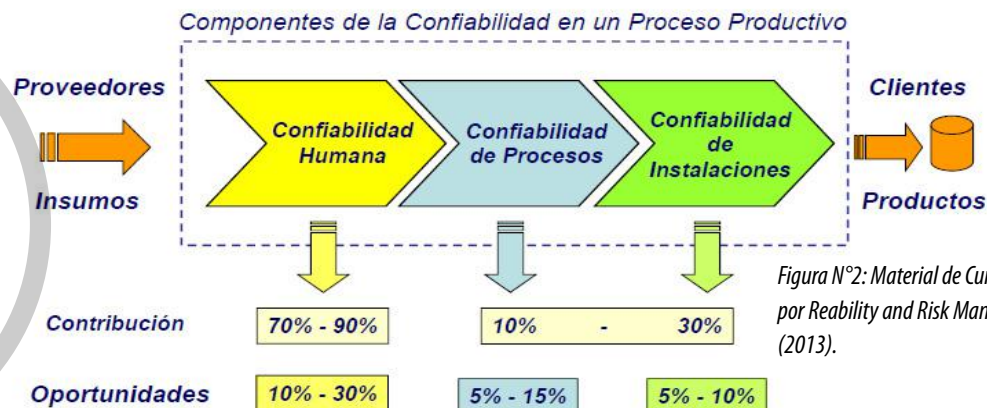


Figura N°2: Material de Curso dictado por Reability and Risk Management S.A (2013).

En décadas anteriores, estas proporciones eran relativamente inversas, pero las mejoras en tecnologías, metalurgia, procesos, automatización y comunicaciones, han hecho que las oportunidades en los “hierros” sean cada

vez menores, dejando el campo de las oportunidades en la confiabilidad humana. Sin embargo, por ser de muy alta complejidad, se requerirán mayores esfuerzos y recursos, para su estudio y tratamiento.

**1. Midiendo el desempeño y brechas referenciales (ejemplos):**

- **Análisis RAM (Reliability, Availability and Maintainability)**
- **Análisis SIL/SIS (Nivel de Integridad de los sistemas instrumentados de seguridad)**
- **Auditoría Interactiva (diagnósticos cualitativos)**
- **Análisis del Costo del Ciclo de Vida**
- **Análisis de portafolio de inversiones en base a riesgo**

**2. Mejorando la confiabilidad mediante la aplicación de metodologías y herramientas de análisis**

**3. Mitigando las consecuencias**

**Como se mejora la confiabilidad desde la perspectiva física?**



Fuente: Material de Curso dictado por Reability and Risk Management S.A (2013).

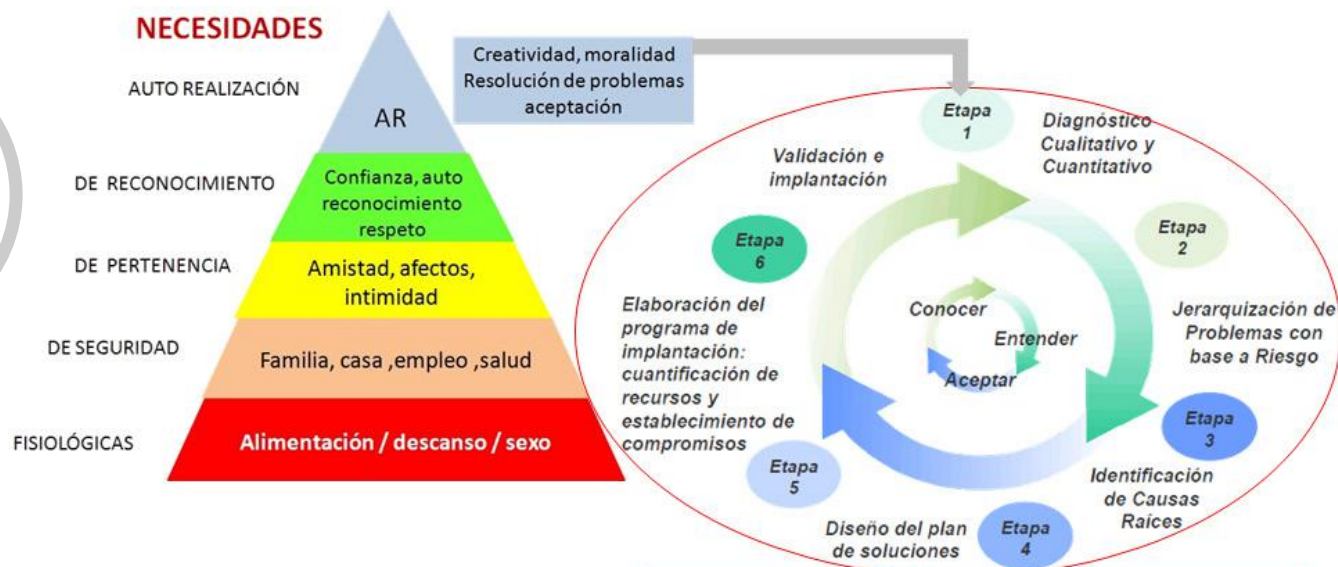
**Variables que afectan la Confiabilidad Humana**

**70 - 90 %**



Fuente: Material de Curso dictado por Reability and Risk Management S.A (2013).

## Modelo propuesto para el estudio de Confiabilidad Humana



## 7. Aplicar inteligencia emocional

Fuente: Leal – Gamardo 2014)

Cada ser humano, tiene una serie de necesidades, que caracterizadas por Abraham Maslow (en su pirámide de necesidades) van desde las fisiológicas hasta la autorrealización; no obstante, cada Organización debe realizar un estudio de su talento humano y caracterizar las mismas por cada individuo, dado que no todos tienen las mismas necesidades, es decir, para algunos con solo cubrir sus necesidades básicas es suficiente. Estas necesidades en conjunto con la determinación de potenciales (hasta donde puede llegar un individuo dentro de una Organización), deben orientar el Plan de formación y sus paquetes contractuales (remuneraciones y beneficios), considerando como la base de todo la inteligencia emocional.

El coeficiente intelectual determina lo que sabe un ejecutivo, pero la inteligencia emocional determina lo que hará. El coeficiente intelectual es lo que permite entrar en una organización, pero la inteligencia emocional es lo que permite crecer en esa organización y convertirse en líder.

### **Base del Modelo de confiabilidad humana: La inteligencia emocional**

La inteligencia emocional, un término acuñado por dos psicólogos de la Universidad de Yale (Peter Salovey y John Mayer) y difundida mundialmente por el psicólogo, filósofo y periodista Daniel Goleman, es la capacidad de Sentir Entender, Controlar y Modificar estados anímicos propios y ajenos.

La inteligencia emocional puede definirse entonces como la capacidad de reconocer nuestros propios sentimientos y los de los demás, de motivarnos y de manejar adecuadamente las relaciones. El objetivo es la comprensión de las emociones del individuo, sin necesidad de conocerla por medio de la palabra. Dotar de inteligencia a la vida emocional de éste, por medio del control de las emociones para utilizarlas en beneficio propio y de los demás.

### **Beneficios de la Inteligencia Emocional.**

Incrementa la AUTOCONCIENCIA.

Favorece el EQUILIBRIO EMOCIONAL.  
 Fomenta las RELACIONES ARMONIOSAS.  
 Potencia el RENDIMIENTO LABORAL.  
 Aumenta la MOTIVACIÓN y el ENTUSIASMO.  
 Otorga capacidad de INFLUENCIA Y LIDERAZGO.  
 Mejora la EMPATÍA y las habilidades de ANALISIS OCIAL.  
 Aumenta el BIENESTAR PICOLÓGICO.  
 Facilita una BUENA SALUD.

Brinda DEFENSAS para RELACIÓN POSITIVA A LA TENSIÓN Y AL STRES.

## Algunas Técnicas De Diagnostico En Confiabilidad Humana

A continuación se presente un cuadro resumen de las técnicas de confiabilidad humana, más comunes y/o de mayor utilización, con motivo de identificar su enfoque y campo de aplicación:

TÉCNICA DE DIAGNOSTICO	DEFINICIÓN Y CAMPO DE APLICACIÓN	ENFOQUE
<b>THEA:</b> Technique for Human Error Assessment (Técnica para la Evaluación del Error Humano)	Se fundamentan en la identificación de potenciales fuentes de error y se apoyan en diversas metodologías para el análisis del diseño que proveen mecanismos para identificar alternativas y o nuevos diseños; generando nuevos requerimientos para ser incorporados en etapas tempranas del diseño. Su aplicación es particularmente evidente en las fases de diseño y construcción de prototipos de cualquier actividad industrial, en especial los sistemas informáticos.	Cualitativa
<b>HEART:</b> Human Error Assessment and Reduction Technique (Técnica para Evaluación y Reducción del Error Humano)	Consiste en seleccionar una tarea genérica, Identificar el factor de no confiabilidad o probabilidad nominal de error, así como Identificar las condiciones potenciales que producen error (CPEs), con motivo de determinar la proporción de afectación que tiene cada CPE en las tareas genérica y así calcular la Probabilidad nominal ajustada de falla Humana. Se aplica con la THEA	Cualitativa
<b>SHARP:</b> Systematic Human Action Reliability Procedure (Procedimiento de Medición Sistemática de la Confiabilidad de la Acción Humana)	Consiste en identificar jerarquizar las tareas crítica y los errores humanos asociados a ellas, con motivo de la reducción de los errores aplicando acciones específicas de eliminación o mitigación. Análisis del sistema asociado con la acción del operador. Requiere el soporte de información proveniente de procedimientos, informes de accidentes o reportes de eventos no deseados. Riesgo nuclear y plataformas petroleras.	Cualitativo y cuantitativo
<b>SLIM:</b> Success Likelihood Index Methods (Método de Indicadores de la Probabilidad de Éxito)	Consiste en la obtención de un índice subjetivo del error humano, en función de una probabilidad, basado en la opinión de expertos. Cualquier actividad humana.	Cualitativo y cuantitativo
<b>THERP:</b> Technique for Human Error Rate Prediction (Técnica para la Predicción de la Tasa de Error Humano)	Consiste en la Predicción de las probabilidades de error humano y evaluación del deterioro de un sistema individuo-máquina causado por los errores humanos, Diferencia omisión y acometimiento. Posee diseño de planes para modificar los parámetros de control de los individuos. Aplicación de tablas genéricas de Probabilidades nominales de error. Sistema individuo máquina.	Cualitativa
<b>ATHEANA:</b> A Technique for human Event Analysis (Técnica para el Análisis de Eventos Humanos)	Identifica y define las acciones inseguras acordes al contexto. Requiere de historiales de fallas, para realizar los análisis retrospectivos y modelar los escenarios de ocurrencia para realizar los análisis prospectivos.	Semicuantitativos
<b>CREAM:</b> Cognitive Reliability and Error Analysis Method (Método de Análisis del Error y la Confiabilidad Cognoscitiva)	Consiste en identificar y clasificar las condiciones comunes de desempeño, con motivo de analizar la falla, para definir los tipos de error y probabilidad de ocurrencia del mismo, hasta llegar a determinar las causas raíces y un Plan de acción de mitigación. Análisis de problemas o accidentes mayores.	Cualitativa
<b>HEDOMS - Human Error and Disturbance Occurrence in Manufacturing Systems:</b>	Consiste en la revisión del funcionamiento normal de los sistemas de producción, para identificar la desviación del mismo (alteraciones ocurridas), como las interrupciones del sistema de producción que hayan requerido la intervención humana, con motivo de	Cualitativo

Con base a la revisión de las principales técnicas de diagnóstico en Confiabilidad Humana, para el caso de la industria petrolera venezolana, acorde con la percepción de éste análisis, en función de seleccionar las técnicas más adecuadas, para iniciar y desarrollar un diagnóstico de la confiabilidad humana, se recomienda lo siguiente:

- Primero se selecciona la técnica SHARP para jerarquizar los problemas (en tareas y errores humanos).
- Luego se aplica HEART, con motivo calcular la Probabilidad nominal ajustada de falla Humana (de esos problemas jerarquizados).
- Para finalizar aplicando HAZOP: Identificar las potenciales fuentes de fallas físicas o mecánicas, en función de esos errores humanos ya jerarquizados y ajustados. Iniciaremos en plantas compresoras y Estaciones de Flujo, así como Gasoductos y Oleoductos. Y así retroalimentar todo el sistema de la organización.

## Conclusiones

Éste análisis de la confiabilidad en el talento humano, nos permite visualizar de forma holística los factores que influyen en el desempeño laboral del talento humano, como “actores y motores” principales en los sistemas productivos, asimismo de las técnicas de diagnóstico y elementos fundamentales que deben ser considerados para garantizar soluciones efectivas y organizaciones exitosas, no sólo desde la perspectiva financiera, sino también desde el éxito personal de cada individuo que conforman las corporaciones.

## Recomendaciones

Fortalecer la implantación de los Planes de formación integral con base a los perfiles de potencial del talento humano que conforma cada Organización, así como mantener un esquema óptimo de beneficios contractuales que compense y garantice una calidad de vida acorde al esfuerzo y logros alcanzados dentro de cada Organización. Todo ello enfocado en impulsar un cambio actitudinal positivo con inteligencia emocional en la resolución efectiva de problemas, que sostenga y sustente las bases en crear una cultura de confiabilidad

Operacional en todos los procesos de nuestras industrias, entre ella la petrolera; inclusive en la vida personal de cada talento humano que conforma nuestras sociedades.

Realizar estudios de confiabilidad del talento humano, con motivo de analizar sus comportamientos organizacionales, los impactos y/o consecuencias de sus errores, los riesgos en cada toma de decisión acorde al grado de incertidumbre implícito, así como la evaluación de los factores humanos que intervienen en el desempeño laboral. Considerando que el éxito de las organizaciones se centra en su capital humano, formado por cada talento que la conforma y garantizado en función de los siguientes aspectos que debe tomar en cuenta como mínimo una Gerencia de Talento Humano:

- Elaborar planes de desarrollo de carreras, acorde a los perfiles de potencial de cada quien, considerando las necesidades de autorrealización y de la Organización.
- Elaborar y cumplir con los planes de la detección de formación (DNF) en todos los Departamentos de la Organización.
- Establecer programa de incentivos laborales al personal que se esfuerza en el cumplimiento de las metas de producción, garantizando la seguridad y un cuidado integral del medio ambiente.
- Establecer remuneraciones y beneficios salariales acorde al contexto operacional y de país, que garantice calidad de vida óptima y una corporación competitiva.

### Referencias bibliográficas

- Gestión del talento humano. Idalberto Chiavenato (2008).*  
*Human Reliability Analysis Methods for Probabilistic Safety Assessment. Pekka Pyy (2000)*  
*La confiabilidad humana en la gestión del mantenimiento. Oliverio García (2006).*  
*Material de Curso dictado por Reability and Risk Management S.A (2013).*  
*Inteligencia Emocional. Daniel Goleman (2012).*  
*Reability and Risk Management. S.A. (R2M) – Confiabilidad Humana (2013).*  
*Definiciones de Mantenimiento y Confiabilidad MM-01-01-01 (PDVSA 2016).*



## **Lean Manufacturing**

En todo negocio, sea una empresa de transformación o de servicios, se cuenta con una serie de insumos que se resumen en cinco grandes grupos básicos: los materiales, las máquinas, la mano de obra, los métodos y el medio ambiente. Muchos autores han coincidido en referirse a ellos como las 5 M's. Es importante reconocer que cada uno de estos grupos es muy diferente a los otros, pero existe un factor común inherente a todos ellos: el dinero.

En esta época de competitividad internacional solamente prevalecerán las empresas cuyos objetivos primarios sean la velocidad de entrega y la calidad. Ya no son los grandes

corporativos los que determinan el rumbo, sino las compañías más veloces en respuesta al cliente y en innovación.

Lean Manufacturing (o manufactura esbelta) es el nombre que se le da al sistema Just in Time en occidente. También se ha llamado Manufactura de Clase Mundial y Sistema de Producción Toyota.

Se puede definir como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación de desperdicios o excesos, entendiendo como exceso toda aquella actividad que no agrega valor al proceso, pero si costo y trabajo. Esta eliminación sistemática se lleva a cabo mediante trabajo con equipos de personas bien



organizadas y capacitadas.

El uso de la metodología para la eliminación de desperdicios o mudas en las empresas para alcanzar ventajas competitivas dentro de una organización, fue iniciado en los 80's por el principal ingeniero de Toyota Taiichi Ohno y el Sensei Shigeo Shingo, orientados fundamentalmente hacia la productividad y a la calidad.

Es justo aquí donde se popularizó el término "valor no agregado".

El pensamiento tradicional nos incita a agregar valor en lo que hacemos: Mejorar las actividades de valor, mejorar disponibilidad, hacer más rápido el tiempo de ciclo, remplazar personal con equipos automatizados y así sucesivamente. Mejorar lo que hacemos bien, y sobre todo, producir más.

### **Departamento de Mantenimiento Valor no agregado en su máximo esplendor**

Siempre me sentí orgulloso de pertenecer al departamento de mantenimiento, me enseñaron que, de todos, era el departamento más completo. Cuando inicié mi carrera como mantenedor, la guerra entre operaciones y mantenimiento esta en pleno apogeo. ¿Quién era mejor? Por desgracia siempre teníamos las de perder.

"¡Producción sin mantenimiento no es nada!" Eran frases populares dentro del departamento de mantenimiento. Por el contrario, una de las frases más comunes del departamento de operaciones es: "¡mantenimiento es un mal necesario!".

Cuando me cambie a trabajar para una compañía de Outsourcing de Mantenimiento, caí en cuenta de que somos un departamento de servicio, y al poco tiempo descubrí la triste realidad. ¿Realmente somos un mal necesario?.

Quiero hacer la aclaración al lector, sobre todo si éste pertenece a un departamento de mantenimiento, que mi intención no es herir sus sentimientos con lo que voy a declarar a continuación, como ya mencioné, toda mi carrera la he realizado en el departamento de mantenimiento, pero no por esto tengo mis sentimientos encajonados y mis sentidos aturdidos.

Favor de tomar lo siguiente de la mejor forma posible. El departamento de mantenimiento es un departamento que no genera valor a la empresa. Y todo lo que no agrega valor a un producto o un servicio se considera como "desperdicio"<sup>1</sup>.

### **Valor agregado**

Nos han domesticado con esta palabra y para muchos el paradigma es que "valor agregado"<sup>2</sup> es dar más de algo. Hay muchos ejemplos de esto: "quedarse más tiempo por valor agregado", "dar algo de más, como valor agregado", "regalar trabajo o tiempo". Todos estos ejemplos hablan del concepto erróneo sobre valor agregado.

De acuerdo al TPS (Toyota Production System), todo aquel paso de un proceso que produce un cambio en el producto o servicio y que el cliente\_ está dispuesto a pagar por él, se define como valor agregado.

Desde la perspectiva del cliente, podemos descomponer los pasos para realizar un producto o un servicio en cualquier industria en cualquier proceso y separar aquellos pasos que agregan valor y los que no agregan valor.

Si analizamos un Mapa de Cadena de Valor<sup>3</sup> (VSM) de productos o servicios de las empresas de cualquier tipo, en ninguna de éstas se contempla como pasos del proceso al "mantenimiento", ni siquiera al mantenimiento proactivo (preventivo o predictivo). Y cuando este es contemplado se considera como "valor no agregado" representándolo como un desperdicio de "espera".

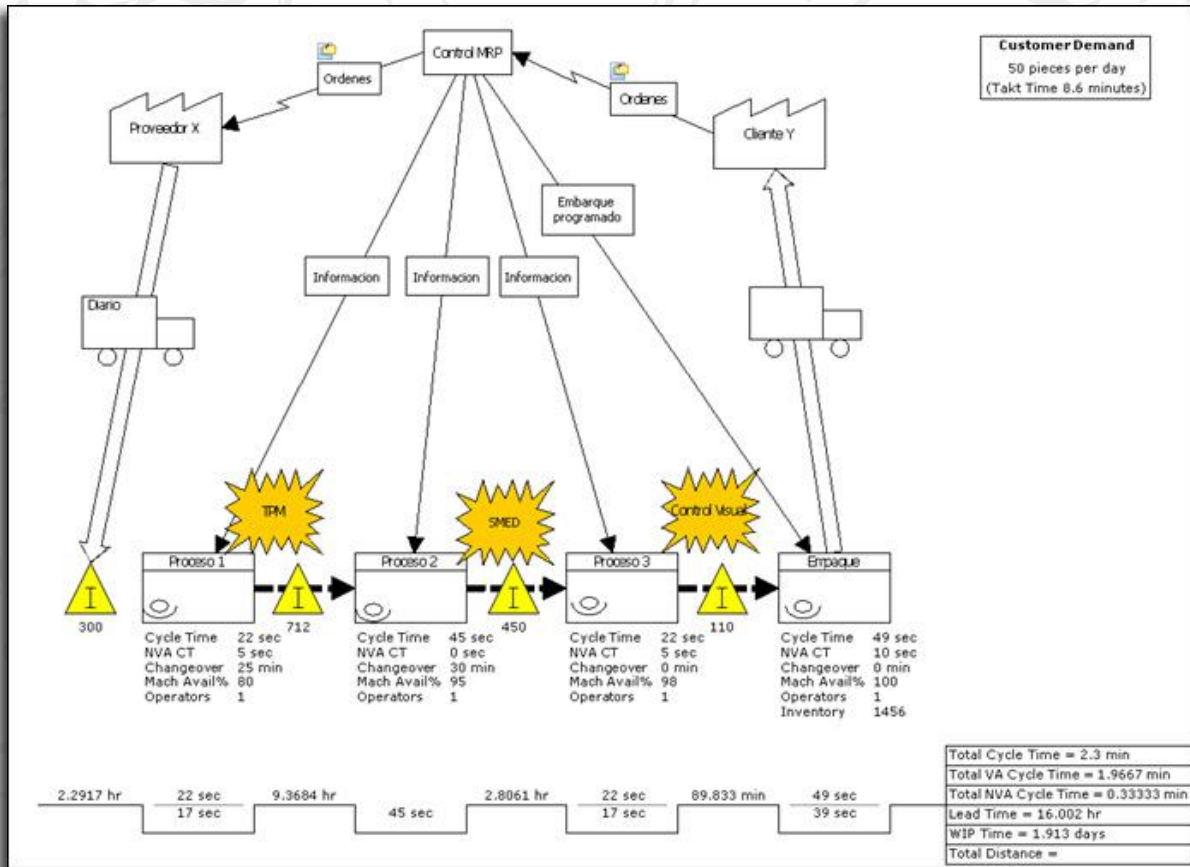


Figura 1. Ejemplo de Mapa de Cadena de Valor

He visto y escuchado como se ha tratado de exaltar al departamento de mantenimiento y títulos como lean maintenance han surgido a causa de la moda del propio TPS, sin embargo, no hay nada de valor agregado en las actividades de mantenimiento.

¿Entonces qué podemos hacer? Simple. Hacer bien las cosas a la primera. De esta forma no agregaremos valor pero trataremos de agregar el menos "valor no agregado" al proceso de operaciones.

Un simple cambio en la forma de ver las cosas, un cambio en este paradigma puede dar enormes resultados.

En donde comenzar. Con el personal principalmente. Haciéndoles entender que no estamos aquí para perder el tiempo, que

mantenimiento es una de las grandes restricciones para las operaciones, y cuando hay una falla, mantenimiento es una restricción, cuando hay un mantenimiento preventivo, el equipo esta detenido, mantenimiento sigue siendo una restricción.

¿Dónde no generar el menos "valor no agregado"?, en definitiva se encuentran en dos áreas. Hacer mantenimientos mientras el equipo esta produciendo, mantenimiento predictivo o basado en condición. Y una de las más importantes es arreglar los problemas que se van presentando día a día de raíz para que estos no vuelvan a ocurrir mediante el mantenimiento correctivo.

Dos herramientas esenciales para mejorar esto es sin duda la optimización de los mantenimientos planeados (PMO) y por otro

lado la aplicación correcta de las herramientas de análisis de falla y causa raíz.

No se trata de aplicar estas herramientas a todo, aquí es donde el VSM ayuda mucho. Siempre hay una relación directa entre el Costo y la Confiabilidad como lo muestra la figura 2.



**Figura 2. Relación entre costo y confiabilidad**

Si tenemos baja confiabilidad operacional, los costos se elevan, sin embargo, aumentar la confiabilidad por aumentarla, también trae costos asociados.

Nuestro deber es encontrar el punto óptimo entre costo y confiabilidad. No podemos implementar RCM, PMO, RCA, Six Sigma a todo solo porque sí, solo por que están de moda o por el afán de mejorar un indicador de disponibilidad. Tenemos que ser inteligentes en este aspecto, aplicar las herramientas donde mayor beneficio vayamos a obtener. Así es donde entra un buen VSM que nos indique por dónde comenzar.

Haciendo hincapié que la implementación de estas herramientas debe ser realizada por los mismos técnicos de mantenimiento, puesto que estos son la base de la estructura de mantenimiento. Aquí es donde comienza el cambio cultural. Dejar de pensar en los ingenieros como los indicados para realizarlas y olvidar al personal de piso en el involucramiento de las mismas.

#### REFERENCIAS

1 *Desperdicio o muda.* La eliminación de desperdicios o mudas dentro de los principios del TPS (Toyota Production System) es la actividad principal en la que se basa el JIS (Just in Time) o mejor conocido en occidente como Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta.

2 *Valor agregado.* Se dice de las actividades de un proceso que genera alguna transformación a un producto o servicio y que el cliente final está dispuesto a pagar por ella.


3 *Los mapas de cadena de valor (VSM)* se utilizan para conocer a fondo el proceso tanto dentro de la planta como en la cadena de suministro. Es una representación gráfica de elementos de producción e información que permite conocer y documentar el estado actual y futuro de un proceso, es la base para el análisis del valor que se aporta al producto o servicio y es la fuente del conocimiento de las restricciones reales de una empresa, ya que permite visualizar en dónde se encuentra el valor y en dónde el desperdicio.

Autor:  
**Edwin Guzmán King CMRP**  
 Saltillo, Coahuila.  
[eguzman@gkconsulting.mx](mailto:eguzman@gkconsulting.mx)  
[www.gkconsulting.mx](http://www.gkconsulting.mx)

PREDICTU

ENRIQUE  
GONZÁLEZ:

Ingeniería como razón  
y pasión de vida



MA21

*EL EDITOR JEFE DE PREDICTIVA21 Y FUNDADOR DE LA EMPRESA DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS E&M SOLUTIONS, HABLA DE SU PASIÓN PRIMIGENIA POR LA INGENIERÍA, QUE DECANTÓ FINALMENTE EN LA CREACIÓN DE UNA DE LAS REVISTAS DIGITALES MÁS INFLUYENTES EN HISPANOAMÉRICA PARA LA RAMA DEL ASSET MANAGEMENT.*

Las referencias primarias y algunas anécdotas de la infancia en ocasiones inciden en nuestro destino. Nuestras decisiones y gustos personales hunden sus raíces en nuestras experiencias tempranas, con mucha más frecuencia y mucho más de lo que podemos concebir.

Tal es el caso de nuestro entrevistado, Enrique González, cuya incursión en el mundo de la ingeniería tiene estrecha relación con su anecdotario infantil. González estudió en la reconocida casa de estudios venezolana Universidad Autónoma Simón Bolívar, en la

década de los 80's, de donde egresó con el título de ingeniero mecánico. Su gusto por la ingeniería surgió a raíz de un acercamiento feliz las matemáticas, gracias a un profesor que le explicó prolijamente el mínimo común múltiplo. Reproducir esta explicación ante su clase de matemáticas de primaria, supuso para el joven González un pequeño triunfo, que se convirtió en pasión por los números, y maduró en las ingenierías. Luego de una prolífica carrera dentro de PDVSA, nuestro entrevistado funda la empresa de Gestión de Activos E&M Solutions, y posteriormente la revista digital Predictiva21.

## **P21: ¿Cómo inicias tu carrera profesional?**

EG: Comencé como ingeniero en la industria petrolera venezolana, en una de las antiguas filiales de PDVSA, Lagoven, en donde hice mis pasantías profesionales. Estas pasantías me hicieron sentir el gusto por la industria petrolera, y me inicié en un área muy linda: vibraciones, muy relacionado con los temas de la revista. Vibraciones es una de las técnicas particulares que se usan en mantenimiento predictivo, que a su vez es parte de la gestión de activos. Probablemente por eso, con el tiempo, se me despertó el interés de hacer la revista en algún momento, que viene a ser una consecuencia lógica de mi formación dentro de la ingeniería, dentro de una rama particular del mantenimiento, y un deseo natural de difundir esta información.

## **P21: ¿Cómo se fundó E&M Solutions? ¿Qué ha significado para ti como profesional?**

EG: En el 2003, un grupo de profesionales afines reunimos esfuerzos y talentos con la idea de fundar una empresa propia. Ya habíamos trabajado juntos en el pasado, y decidimos unirnos. Al principio teníamos mucha incertidumbre, pero también esperanza. Todos los negocios requieren esfuerzos, y es necesario no desanimarse con los tropiezos propios de los inicios, porque hay una curva de aprendizaje que no se puede obviar. E&M Solutions significa Engineering and Maintenance Solutions y comenzamos como una empresa consultora. Luego de casi 14 años, hacemos ingeniería de instalaciones de superficie para la industria petrolera, y también para la industria de alimentos, vidrio, sector energético y siderúrgico. En E&MS acometemos también mantenimiento predictivo, análisis causa raíz, estudios de obsolescencia, confiabilidad, e igualmente ejecutamos mantenimiento a través de análisis de vibración, termografía, inspecciones de integridad en tubería y ejecución de mantenimiento mayor, reconstruyendo máquinas hasta dejarlas como nuevas.

Refiere Enrique que esta oportunidad de realizar desde el mantenimiento hasta estudios de confiabilidad, creó las bases para trabajar como una empresa de servicios de gestión de activos, desde la concepción actual de acuerdo a la norma ISO 55000, según la cual los activos deben ser gerenciados durante toda su vida útil. "La vida útil del activo comienza desde el instante en que se decide que este se necesita, hasta que este se desincorpora, pasando por fases como conceptualización, ingeniería básica y de detalle, fabricación, instalación, arranque, entrega, y luego el mantenimiento. Y ahí entra nuestra fortaleza: desarrollo de ingeniería. Hemos tenido la fortuna de desarrollar pericia en un mercado que lo exigía, ejecutando desde las fases muy tempranas de la adquisición de activos, hasta la desincorporación, acompañando a los accionistas en cada una de estas fases, lo cual ha sido muy enriquecedor" –puntualiza nuestro entrevistado.

## **FAMILIA ISO Y OTROS "MUST" DEL ASSET MANAGEMENT**

Otro de los aspectos en las cuales E&M Solutions se está enfocando actualmente es en la certificación ISO 9000, uno de los "must" para las empresas dedicadas al mantenimiento y la gestión de activos.

## **P21: ¿Qué retos se ha planteado E&M Solutions para este año 2017?**

EG: Para este 2017 esperamos obtener la certificación ISO 9001. Es el ABC de cualquier empresa en los tiempos que corren, y hemos puesto especial empeño en esto. Y una vez obtenida la certificación, podemos ayudar a las empresas a que se preparen para la obtención de ISO 55000. Son dos normas ISO diferentes, la 9000 y la 55000, pero están altamente relacionadas, aun cuando la 55000 está relativamente nueva en el mercado. Muchas empresas están enfocadas en esto, lo mismo que la

recertificación. Pero no deben partir de 0, sino aprovechar lo que las empresas han adelantado en este sentido, y tomar todo esto como base para lograr la certificación. Nosotros como EMS, en este proceso de certificación como 9000 estamos aprendiendo todas las fases normales que debe pasar una empresa para obtener la certificación. Eso nos ayuda a entender lo que le vamos a decir a nuestros potenciales clientes, lo que van a necesitar, las pruebas, como prepararse para un proceso de auditoría, y todos los ejes y perfiles que conlleva este proceso. Estamos aprendiendo en nuestro proceso de certificación todas las fases formales para obtenerlo, y luego eso nos ayuda a entender lo que le vamos a decir a nuestros potenciales clientes de lo que deben cumplir. Es un aprendizaje que luego podremos incorporar como parte de las líneas de servicio de la empresa.

## **P21: Desde hace algún tiempo, E&M Solutions ha dado paso a su proceso de internacionalización. ¿Cómo ha evolucionado esto en el tiempo?**

EG: La internacionalización de EMS fue una evolución natural en el proceso de consultoría de terceros. Sucedió de forma orgánica, natural. En algún momento, nuestros clientes ya eran internacionales, empresas de servicios que estaban más allá de nuestras fronteras. Así que comenzamos a prestar servicios fuera del país casi de forma natural. En España tuvimos una demanda interesante, y nos dio la oportunidad de abrir nuestra empresa hermana, SIM, Soluciones en Ingeniería y Mantenimiento. Posteriormente, en México también abrimos oficinas de forma permanente, debido a la demanda que presentaba ese país en temas de confiabilidad y activos. Hace dos años abrimos oficinas en Bogotá para atender la industria colombiana, y luego abrimos oficinas en Panamá y Perú, dos mercados adicionales que también estamos atendiendo.

## **P21: Finalmente ¿cómo nace el proyecto Predictiva21? ¿Por qué una empresa de mantenimiento decide crear un medio de comunicación especializado como este?**

EG: Predictiva21 es el producto de la fusión de dos cosas: el deseo de querer hacerlo, y el saber hacerlo. El querer provenía de varios de los fundadores de E&M Solutions. Todos nosotros tuvimos formación en la industria petrolera, y también hemos trabajado como asesores y ocasionalmente como profesores. Así que teníamos el impulso natural de transmitir conocimiento, no sólo frente a un salón de clases, sino a través de algo más tangible. Esto dio como resultado el interés por crear un medio de comunicación para mantenimiento y GA, compartir experiencias, legar algo a la generación de relevo. En lo particular me gustaba el estilo de Mantenimiento en Latinoamérica, fue un punto de inspiración para mí, y me dieron la idea de que podíamos hacerlo. Hoy en día Predictiva21 tiene un capital humano muy preparado. Editores, comunicadores, community manager y el inestimable apoyo de nuestros articulistas han conformado nuestra revista, un proyecto que sigue en expansión. Vienen sorpresas, podemos anunciar que pronto subiremos al siguiente nivel, poniendo en práctica otras modalidades para difundir conocimientos: organización de eventos, congresos, talleres, entre otros. Tenemos el buen ejemplo de Terence O'Hanlon con Reliability web y Uptime, que organiza eventos y maneja medios, así que creo que estamos obligados a seguir el ejemplo en la región, en la medida que nos toque. La radio vía internet es otro medio que exploraremos, así como la edición de revistas y libros. Es proceso en constante evolución, muy interesante, y nos gusta estar al frente de todo esto.

---

*Texto y Fotografía:  
Alimey Díaz Martí*

## INTERNET, SOCIAL MEDIA Y EL FENÓMENO DEL CISNE NEGRO

Predecir lo que ocurrirá, partiendo de lo que sucede y de lo que está documentado, es una de las grandes inclinaciones del ser humano, la cual nace de la necesidad natural, ontológica y casi genética de dominar el mundo que nos rodea. Esta inclinación por el dominio, que se origina probablemente del miedo natural a ser vencido por el entorno, ha decantado con los años en el deseo de prever todo lo que va a ocurrir, con miras a tomar las medidas necesarias para sobrevivir a tales eventos, o para aprovecharlos en nuestro beneficio. Pero ¿qué ocurre cuando se trata de fenómenos completamente inesperados? ¿Qué hacer cuando suceden eventos que fueron completamente imposibles de predecir? A esto se le conoce como la Teoría del Cisne Negro, y abarca hechos funestos como la Primera Guerra Mundial, u otros tan increíblemente positivos como el internet o la social media.

Para que un evento inesperado entre en la

categoría de cisne negro debe impactar profundamente en nuestras vidas, modificando además la forma en la cual percibimos el mundo. Esta teoría, brillantemente planteada en el libro El Cisne Negro: El Impacto de lo Altamente Improbable, del autor Nassim Nicholas Taleb (título original The Black Swan), estudia cómo reaccionamos los seres humanos ante hechos sin precedentes, y por ende imposibles de etiquetar; la sorpresa que nos causan, y nuestra tendencia a analizar los hechos en retrospectiva, tratando de encontrar “puntos” o “datos ignorados” que pudieran habernos “prevenido” de tales hechos.

### LA PASIÓN POR EXPLICAR VS EL MIEDO A LO DESCONOCIDO

En general, los seres humanos nunca están muy dispuestos a tirar la toalla en lo concerniente a lo explicable. Asumimos que todo debe tener una explicación, y por ahí se cuelan toda clase de teorías, algunas



bastante descabelladas y otras brillantemente razonadas. Todas las etapas del pensamiento humano y su evolución en el tiempo han estado marcadas por un denominador común: la necesidad de explicarlo todo. Primero, a través del primitivo pensamiento mágico, propio de la era de las cavernas. Luego bajo la perspectiva de una reflexión ontológica que derivó en dos grandes corrientes de pensamiento: la socrática y la aristotélica. Posteriormente, se introdujo el elemento místico-religioso, luego el pensamiento humanista y finalmente el pensamiento científico, según el cual todo debe someterse a un proceso de comprobación, siendo esta última la línea de pensamiento que actualmente impera en el mundo. Y todas buscan exactamente lo mismo: explicar lo que nos rodea, para prever eventos futuros. Sin embargo, según Taleb, somos bastante malos a la hora de predecir eventos importantes, y esto se debe a que lo que sabemos es infinitamente menor que lo que no sabemos. Y es en esta gran área oscura, lo que no sabemos, en donde se originan los fenómenos de cisne negro. Eso que llaman "aleatoriedad" realmente nos asusta, de modo que nos aferramos a datos, modelos matemáticos, antecedentes, estudios previos, lo que sea, con tal de no asumir que gran parte de lo que ocurre se origina en las vastas áreas de lo que no sabemos.

### **CUANDO LO DESCONOCIDO RESULTA SER BUENO**

Taleb ofrece una larga cadena explicativa de por qué somos como somos, nuestra incapacidad para detectar cisnes negros, así como nuestra renuencia a creer que estos puedan ocurrir, pese a que la historia indica lo contrario. Pero ¿qué pasa cuando lo aleatorio nos favorece? ¿Qué ocurre con nosotros como sociedad cuando eventos masivos, sorprendidos e inesperados resultan increíblemente positivos? Me refiero

específicamente al internet y al social media como regalos de lo desconocido, para el máximo bien del hombre mismo. Como periodista y escritora, me parece una verdadera ingenuidad plantear al internet como "la evolución natural de las comunicaciones humanas". Con todo respeto a los autores que me anteceden, discrepo completamente de esta concepción. No hay nada "natural" ni "evolutivo" en un fenómeno tan maravilloso como internet y la social media. Nada, absolutamente nada, había preparado al hombre para recibir un regalo tan majestuoso como este al que ahora tenemos acceso, un regalo marcado por una condición completamente democrática, humanista e incluyente: todos podemos tener acceso a esto, todos podemos ser parte de este nuevo mundo, y ese todos significa eso mismo: todos. Además de modificar radicalmente y para bien el acceso a la información, al ocio y entretenimiento, al trabajo, al consumo o a los servicios sanitarios, internet ha cambiado para siempre la tercera más elemental de las necesidades del ser humano (luego de la vivienda y la comida): la necesidad de comunicarse y la forma en la cual nos relacionamos. Simplemente, en este punto de la historia no hay forma de volver atrás acerca de algo que nadie vio venir.

Hace años, durante mi etapa de formación universitaria, a los futuros periodistas se nos recalca la diferencia entre dos conceptos básicos: informar, según el cual ofrecías al público datos específicos; y comunicar, en el cual ofrecías al receptor información y datos, y recibías una respuesta, un feed back, que a su vez generaba otras respuestas y acciones en consecuencia, produciéndose así la comunicación. En la comunicación de masas, este sistema se complicaba y se ralentizaba, pues ¿cómo obtenías un feed

back del público respecto a una noticia o un producto? Debías esperar las cartas de tus lectores, las llamadas telefónicas, o bien medir las reacciones en la calle, amén del hecho de que el impacto de lo comunicado quedaba circunscrito al alcance del medio de comunicación en sí mismo. Si trabajabas para una radio local o para un periódico de provincias, tus probabilidades de “impactar” a la gran masa eran bastante reducidas, y eso aplicaba tanto para las noticias como para la información comercial. Internet y la industria 2.0 dieron al traste con todas estas limitaciones, ya que permiten respuestas instantáneas y en tiempo real sobre hechos y eventos que acaban de ocurrir, sin barreras geográficas de por medio. Y no hay nada de “evolutivo, natural u orgánico” en ello. Internet ha sido una irrupción maravillosa en el curso de las cosas. Es un ejemplo de cuando lo desconocido resulta ser bueno. No ha habido ninguna otra época en la historia que permitiera la obtención de datos masivos por respuestas masivas a hechos que alteren el status quo (concepto elemental de noticia), y eso, sin duda, es un maravilloso evento de cisne negro. Ni siquiera el sociólogo canadiense Marshall McLuhan, con su preclara teoría de la Aldea Global, pudo predecir un fenómeno informativo, comunicativo, colaborativo y de selección de datos de consumo tan increíble como el que ahora tenemos, puesto que sólo tomaba en cuenta como elementos básicos de su teoría a la radio, cine y televisión. Internet era completamente inimaginable.

Respecto a la forma en la cual nos comunicamos, la social media ha abierto un nuevo capítulo para la historia humana. Compartir, colaborar y conversar son las tres promesas (cumplidas ya) del Social Media. Y esto ha impactado grandemente en nuestro mundo, en cómo nos relacionamos, en lo que sabemos, lo que

compartimos y, muy importante, en el tipo de elecciones que hacemos. Es un hecho comprobado que elegimos en función de dos variables: lo que sabemos y lo que deseamos. Usamos lo que sabemos para llegar a lo que deseamos, y lo que deseamos está influido grandemente por lo que sabemos. Internet y social media, a partir del proceso de compartir, colaborar y conversar, ha ampliado grandemente nuestros horizontes personales, respecto a lo sabido, lo deseado y lo escogido, por cuanto implica un macro proceso de crecimiento, aprendizaje, desarrollo y feed back en todas las direcciones posibles, desplegando sobre la red un complejo modelo matemático de nodos, cifras y datos, y cuyo impacto aún estamos asimilando, dado que internet y el social media continúan evolucionando. Por supuesto, todo ello tiene también sus lados negativos, dado que acceder a internet pasa por el hecho de estar siempre conectado, lo cual ha traído serias objeciones en cuanto a nuestra capacidad para vivir en el mundo “real” y “comunicarnos asertivamente” con las personas que nos rodean. Las “tribus virtuales” pueden sustituir equivocadamente a nuestra verdadera familia y amigos, y no son pocos los malentendidos producidos por mensajes de texto o mails mal escritos. Es obvio que la comunicación virtual no puede sustituir las relaciones cercanas, personales e íntimas. Pero no es menos cierto que las ventajas de internet y el social media han cambiado radicalmente la forma en la cual percibimos el mundo, y cómo actuamos en él.

AUTOR:

**Alimey Díaz Martí**  
*alimey.diaz@predictiva21.com*  
*alimeydiaz@gmail.com*

# EVENTOS <sup>20</sup>17

## DE MANTENIMIENTO

**DEL 28 AL 30 DE MARZO DE 2017**

**CONGRESO ESPAÑOL DE  
MANTENIMIENTO 2017**

Tlf: +34 977 109 996

[congreso2017@aem.es](mailto:congreso2017@aem.es)

[www.congreso2017.aem.es](http://www.congreso2017.aem.es)

---

**Del 7 al 9 DE JUNIO**

**CONGRESO INTERNACIONAL  
DE MANTENIMIENTO  
EN BOGOTÁ**

[Aciemcundinamarca@aciem.org.co](mailto:Aciemcundinamarca@aciem.org.co)

[www.aciemmantenimientoygestiondeactivos.org](http://www.aciemmantenimientoygestiondeactivos.org)

---

**DEL 08 AL 28 DE JUNIO DE 2017**  
**CONGRESO DE MANTENIMIENTO  
Y GESTIÓN DE ACTIVOS  
EN ARGENTINA**

Tlf: +54 114 641 8518.

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

**Del 25 de Junio de 2017**

**CONGRESO MEXICANO DE  
MANTENIMIENTO Y  
CONFIABILIDAD**

Tlf.: +52 477 711 2323 ext.111.

[congreso@noria.mx](mailto:congreso@noria.mx)

[www.cmcm.com.mx](http://www.cmcm.com.mx)

---

**Del 11 al 15 de Diciembre de 2017**  
**CONFERENCIA INTERNACIONAL  
DE MANTENIMIENTO  
IMC2017**

Bonita Springs, Florida

Organizadores: Reliability Web

Tlf: + 1 239 333 2500 ext 127

[maura@reliabilityweb.com](mailto:maura@reliabilityweb.com)

Web: [www.imc-2017.com](http://www.imc-2017.com)



# REINGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

La palabra "REINGENIERÍA" significa volver a empezar dejando atrás las viejas prácticas de cómo hacer las cosas. No tiene sentido hablar de reingeniería en una planta nueva o de reciente operación, sino en aquellas que tiene una larga vida con sus activos, operación, proceso, o simplemente porque han aparecidos nuevas estrategias que amenazan a las empresas dejándolas de ser más competitivas.

Si bien es cierto que no es una tarea sencilla, no es menos cierto que si no hacemos un giro contundente al timón de ese barco, corremos el riesgo que enderezar la carga sea demasiado tarde. Aquí surge la siguiente pregunta ¿Cuándo hacer una Reingeniería? Lo primero es que si no tenemos información del pasado y presente, indudablemente no tendremos herramientas para una toma de decisión acertada y oportuna; por lo menos se hará sumamente laborioso. Para el caso que nos ocupa con relación al mantenimiento, la

reingeniería va más allá de un cambio de activos o proceso del flujo de mantenimiento, sino de un cambio en la cultura de la gente, y es por eso que es un escenario muy difícil. Cambiar la manera de cómo la gente viene haciendo las cosas en una planta después de tantos años es una tarea titánica, debido a que la gente por natura es reacia a los cambios, máxime si contemplan nuevas responsabilidades y tareas con los mismos beneficios.

Lo segundo que tenemos que ver es, cuán bien está clara la empresa de los retos que tiene que asumir. El nuevo Plan Maestro de la empresa puede ser un punto de partida. Imaginemos por ejemplo que dentro de la nueva Planificación Estratégica de la empresa está reducir los costos de mantenimiento en un 20 %. Con la Planificación Táctica nos apoyamos para establecer una estrategia de monitoreo de condiciones a través de unas intervenciones predictivas. Y de allí pasaríamos a una

Planificación Operacional, estableciendo qué tipo de estrategias predictivas: análisis de vibración, termografía, ultrasonido, tribología, alineación láser etc. aplicaríamos a cuáles activos, con qué frecuencias, con cuáles equipos de monitoreo de condiciones, con cuáles adiestramientos y entrenamientos, etc. Recordemos que no hay una alta gerencia que no tenga como norte: mejorar los procesos, alargar la vida útil de activos, minimizar las fallas, disminuir los tiempos de reparación, aumentar la seguridad y operación, minimizar desperdicios, y sobre todo, una reducción significativa de los costos de producción y mantenimiento.

Por otro lado, Cómo sabe una alta gerencia "cuán bien está". Existen empresas que no conocen cuánto vale un punto de indisponibilidad o fuera de servicio de su proceso productivo tan solo imputable a mantenimiento; o simplemente, cuál es su disponibilidad operativa, cuál por mantenimiento preventivo o cuál por mantenimiento correctivo. Recordemos que la Disponibilidad Global (Dg) en una planta viene dada por la Productoria de las disponibilidades. Esto es  $Dg = \prod D_i$ , o lo que es lo mismo a decir  $Dg = D_f \times D_p \times D_o$ , donde Df: disponibilidad por falla, Dp: disponibilidad por preventivo y Do: disponibilidad operativa.

Ahora bien, En que rango desea la alta gerencia tener su rango de disponibilidad una vez que ha iniciado una reingeniería de su mantenimiento. Particularmente pienso que hay que establecer valores de disponibilidad reales en un período determinado, y poco a poco ir planteándose valores mayores. Para mejorar el rango de valores de disponibilidad como producto de un proceso de reingeniería, tenemos que atacar el "Cómo se vienen haciendo las cosas en una planta" y ser francos con nosotros mismos en cuanto a dónde estamos parados y hacia dónde queremos ir; revisemos el concepto de Planificación Estratégica: Dónde estamos,

Dónde queremos estar en el futuro, en qué tiempo y el medio para lograrlo.

A continuación listaré sin ningún orden de prioridad, las diez interrogantes que son importantes para un proceso de Reingeniería del Mantenimiento.

1. Tenemos procedimientos escritos, claros, concisos y concretos para la ejecución de rutinas de mantenimiento. Si existen, están codificados, probados y actualizados. Y muy importante, la manera de presentarlos para su manejo.
2. Tenemos un listado de protocolos o rutinas de mantenimiento establecidas en principio para los equipos críticos de la planta.
3. Existe un Flujo de Mantenimiento que nos indique como atacar: un trabajo correctivo de emergencia, un trabajo correctivo planificable y programable, o la manera cómo llevo a cabo las inspecciones periódicas.
4. La orden de trabajo permite extraer de ella información para la toma de decisiones. En otras palabras, ésta permite obtener información confiable de la intervención que se hizo, el comportamiento del equipo, y que mas adelante servirá para alimentar nuestro sistema de indicadores.
5. Tenemos diferenciados qué tipo de intervención preventiva, predictiva y correctiva vamos a realizar y a cuáles equipos.
6. El equipo técnico y de profesionales cuenta con equipos y herramientas idóneos y de buena calidad, y sobre todo, su manejo que le permitan llevar a cabo a buen término las intervenciones que se hagan.
7. La empresa cuenta con un control de los inventarios de materiales, partes y repuestos oportuno y confiable.
8. La gerencia cuenta con profesionales dentro de su estructura organizativa para

que monitoreen el comportamiento de la operatividad de los equipos; y sobre todo, que puedan analizar e interpretar la información que se está generando.

9. Cuenta la planta con un sistema de indicadores que nos permita saber dónde y cuán bien estamos.

10. Por último, cuenta la planta con gente comprometida e identificada con la misión, visión, metas y objetivos de la empresa.

Una vez revisadas estas consideraciones podemos: analizarlas y mejorarlas para que sirvan a nuestros propósitos. Un proceso de Reingeniería del Mantenimiento no establece un período finito, no es exacto, debido a que están en juego muchas variables y la más importante "La Cultura de la Gente", y es la que nos va a permitir voltear el timón del barco y llevarlo a buen puerto. Recordemos los equipos son inanimados, les damos vida cuando los operamos y mantenemos adecuadamente. Un proceso de Reingeniería debe ir revisando con detenimiento cada una de esa interrogante. Como podemos observar algunas son neurálgicas, otras puntuales y otras globales dependiendo que parte del proceso abarque, y en la medida que las condiciones lo permitan, ir las aplicando en principio para una pequeña sección u área de la planta, y poco a poco ir abarcando otras áreas.

A continuación listaré algunas herramientas que las que contamos actualmente para realizar una Reingeniería del Mantenimiento:

- Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM).
- Single Minutes Exchange of Dies (SMED).
- Estudios de Tiempos y Movimiento, y Medición del Trabajo.
- TPM, Poka/Yoke (prueba de errores), Just in time y ZQC.
- ISO 55.000/9000/14.000.

- Diagramas de flujo y proceso.
- Diagramas de Pareto.
- Árboles de Fallas (F.T.A).
- Análisis Críticos de los Efectos de los Modos de Fallas (F.M.E.C.A).
- Análisis Preliminar de Riesgos (P.H.A).
- Análisis de Puestos y Descripción de Cargos.

Posiblemente les quede una duda, ¿Cuál de esas herramientas utilizo?. Quizás tenga una respuesta no tan alentadora, debido a que cualquiera o mezcla de ellas que maneje tiene que hacerlas con la gente de la planta. Mi respuesta a manera de interrogante es: ¿Quién va a operar y mantener los activos mientras hacemos la Reingeniería? La mejor manera es formar un equipo de trabajo con gente de la planta y el apoyo necesario de una empresa de consultoría en el área de mantenimiento. Sin lugar a equivocarme obtendrá resultados favorable y rápidamente.

Autor:

**ING. BRAU CLEMENZA**

Consultor, investigador,  
Profesor, Articulista

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



## **APLICACIÓN DE METODOLOGIA PARA ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA PARA REDUCCIÓN EN TIEMPOS DE PARADAS DE PLANTA POR FALLAS REPETITIVAS**

Las líneas de producción de la mayoría de las empresas tienen como objetivo cumplir mínimo el 90% de la producción programada. Este margen indica que debemos tener el mínimo de paradas por causas técnicas, para el cumplimiento de estos planes, es fundamental el rol del departamento de mantenimiento e ingeniería y más aún el análisis correcto de cada eventualidad para así disminuir al mínimo su ocurrencia, disminuyendo los tiempos de parada de planta y los costos de ineficiencia. La planta se hace más segura y garantiza la inocuidad de los alimentos producidos a nuestros clientes.

Las empresas de productos de consumo masivo son más propensas a paradas técnicas en especial las que cuentan con líneas de producción en serie, logrando una alta criticidad operacional en todo momento. Todas las unidades de negocio son independientes y se rentabilizan por sí solas, siendo todas en procesos continuos. En la Figura N°1 se observa

línea de Pan especial, donde se elabora y comercializan 7 formatos distintos.



**Figura N°1 Unidad de Negocio Pan Especial.**

Las fabricas panificadoras de alto nivel de automatización, son un claro ejemplo de los arreglos de equipos en serie, esto dificulta un poco el análisis correcto de fallas ya que un funcionamiento anormal en cualquier punto de la línea, la detiene por completo, esta situación puede generar las siguientes desventajas:

-Análisis incorrecto de la raíz real de las fallas.

- Alto nivel de mermas.
- Baja rentabilidad del negocio.
- Productos de baja calidad para nuestros clientes.
- Tratamiento incorrecto de las paradas técnicas por tiempo insuficiente para la realización de análisis, y tratar de poner las líneas en funcionamiento en el menor tiempo posible.
- Diferenciar el tipo de falla presentada, si es por mantenimiento, operación, control de calidad etc.

Tomaremos un ejemplo real de la manera correcta de realizar un análisis de modo y efectos de falla de una situación real. (AMEF)

Empresa donde se realizará el análisis: Latín American Foods S.A, Ubicada en Santiago de Chile

Equipo a realizar: Desmoldeador L3 (Pan Especial).

Latín American Foods S.A. es una Empresa de panadería industrial donde se cuentan con 5 unidades de negocio principales: Marraquetas, Hallullas, Pan especial, Pizzas y Pastelería. Los capitales son chilenos.

La línea de pan especial produce 14.000 unidades panificadoras por hora, siendo sus principales productos, pan de hot dog, hamburguesa, baguette, chocoso, entre otros. Esta línea en particular cuenta con un equipo que se encarga de sacar (sistema de vacío) el pan que viene de las bandejas de 16 unidades. El producto viene de un sistema de cocción en horno de módulos continuo y su fabricante es Mondial Forni. En resumen, el equipo de análisis es el desmoldeador automático de pan el cual se muestra en la figura número 4 y sus especificaciones técnicas son las siguientes:

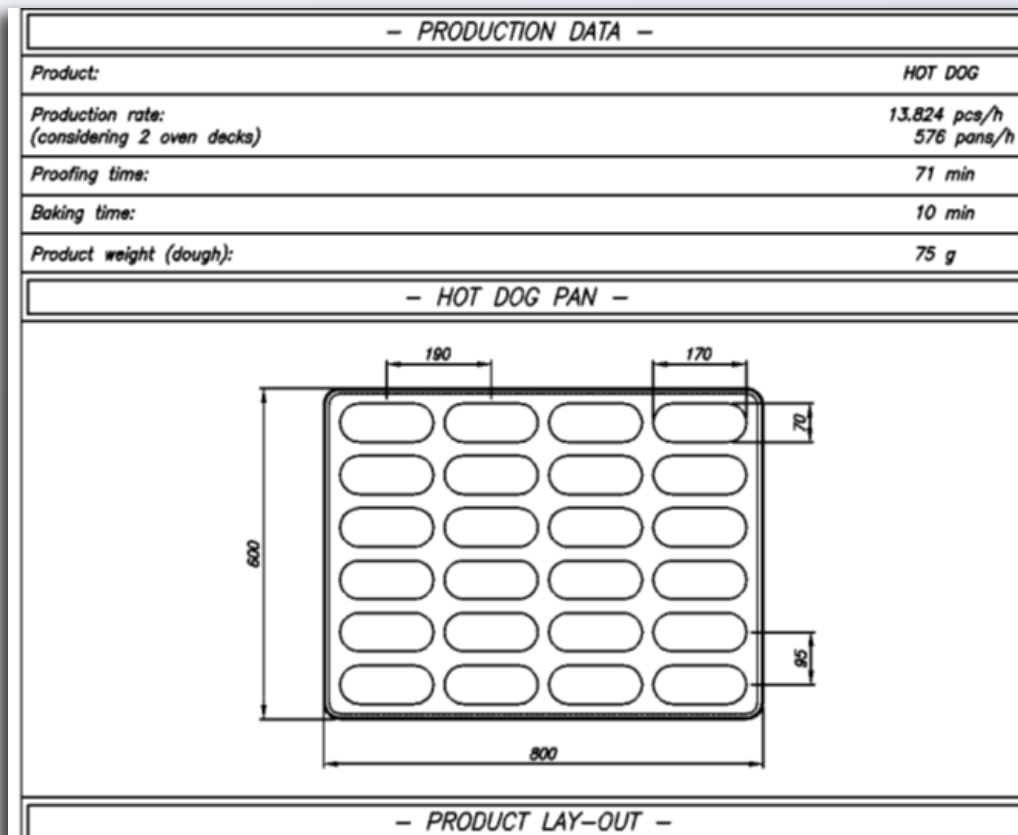


Figura N°2 Placa de desmoldeado de Hot dog



## DATOS TÉCNICOS

Masa: 2250 kg

Tensión: 400 V 3 F + N + T

Potencia absorbida nominal: 46,5 kW.

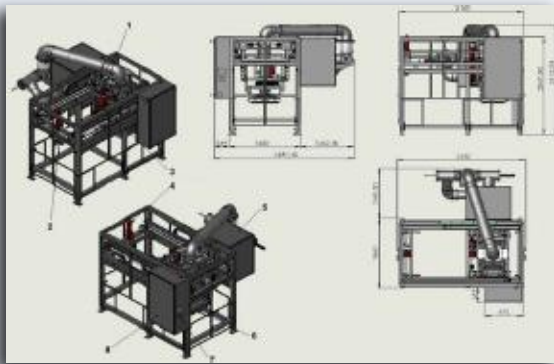
Consumo de aire: 20 NI/min

Presión de funcionamiento: 6 bar (90 psi)

El nivel de presión acústica ponderada A de la máquina es inferior a 90° dB (A).

Grupos o conjuntos que lo integran:

1. Motorización vertical
2. Grupo de tratamiento de aire
3. Motorización de rotación cabeza
4. Motorización longitudinal
5. Estación de aspiración
6. Cabeza de toma de productos
7. Teclado de mando
8. Tablero eléctrico



**Figura N°3 Conjuntos que conforman el desmoldeador de pan.**



**Figura N°4 Desmoldeador de la línea de pan especial.**

El primer paso para un análisis de modo y efecto de falla es definir el propósito del equipo en cuestión, en este caso el desmoldeador de vacío automático

Propósito: Para realizar el proceso de empaquetado de pan este debe estar a una temperatura ambiente, para lograr esta condición se debe sacar la bandeja en que se hornea, objetivo del desmoldeador. La bandeja sigue su línea a un proceso de lavado y el producto sigue hacia las espiras industriales de enfriamiento y congelado tal como se muestra en la figura N°5.



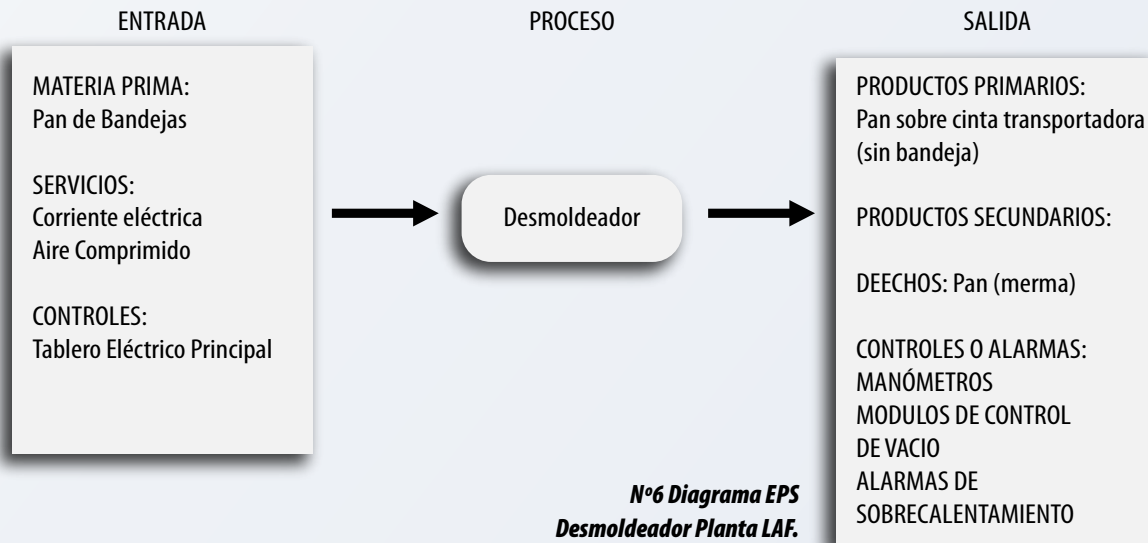
**Figura N°5 Espiras de congelamiento.**

Función principal:

- Retirar el pan de las bandejas que provienen del horno Mondial Forni, mediante sistema de vacío, por medio de ventosas.
- Colocarlo en el transportador hacia cámara de enfriamiento.

Se debe realizar un diagrama EPS (Entrada-Proceso-Salida), para definir la entrada y salida que se espera del proceso, en la figura N° 6 se muestra el diagrama EPS de nuestro proceso.

Luego de este diagrama se procede a realizar el diagrama funcional del equipo, el cual se muestra en la figura N° 6.



Una vez realizado el diagrama funcional se procede a iniciar la elaboración del AMEF como tal teniendo claro las siguientes definiciones.

- Componentes: Partes o piezas del equipo.
- Función: Actividad para la cual el equipo fue diseñada.
- Falla Funcional: sucede cuando el sistema opera por fuera de parámetros normales o deseados.
- Modo de falla: es una causa de falla o una posible manera en la que un sistema puede fallar.

En la imagen número 7 se muestra un ejemplo de cómo analizar el modo de falla de uno de los conjuntos pertenecientes al equipo estudiado.

Basado en la imagen número 8, una vez tenemos los modos de falla, suponemos que el modo en que fallo el equipo fue por los rodamientos dañados, y realizamos un análisis ¿Por qué la maquina no está desmoldando el pan? Por qué el desmoldeador no se está moviendo de manera vertical, ¿Por qué no se está moviendo de manera vertical? Por qué fallaron los rodamientos lineales, ¿Por qué fallaron los rodamientos lineales? Se

encontraban secos y se desarmaron, ¿Por qué se encontraban secos? Por qué no se lubricaron. Aquí tenemos un claro ejemplo que la falla fue por lubricación, ósea que debemos verificar si tienen un plan de lubricación creado o de ser así que su frecuencia sea la adecuada.

Este análisis lo podemos realizar independientemente cual fuese la parte objeto por la que se detuvo el equipo, por eso la importancia de considerarlos todos en la planilla del AMEF.

**Ventajas del AMEF:**

- Identificar las posibles fallas en un proceso o sistema.
- Conocer a fondo el proceso o el sistema.
- Identificar las causas posibles de las fallas.
- Identificar los tiempos óptimos de los up grade.
- Aumentar la disponibilidad e maquinas.
- Cumplimiento del plan de negocios.
- Generación de ventaja competitiva en mejora enfocada.
- Cumplimiento del EBITDA.
- Logra capacitación permanente y up date en conocimiento.





# **GASOLINA ESPECIAL O CORRIENTE**

*¿Cuál es la adecuada  
para mi Vehículo?*

Los automotores equipados con motor de combustión interna ciclo de Otto, utilizan la energía química contenida en la gasolina para desarrollar el proceso de locomoción.

En el mercado de los combustibles, podemos encontrar básicamente dos tipos de gasolina que son bastante frecuentes en muchos países y que de manera independiente a la nomenclatura de las mismas propia de cada región, se clasifican como ESPECIAL y CORRIENTE.

Al momento de decidir qué tipo de gasolina usar en nuestro automotor, los conductores valoramos entre otros, factores como el precio del combustible.

Sin embargo, pocos conocemos el criterio de selección del tipo de gasolina que aplica y conviene al motor de cada vehículo.

No obstante esa es la “pregunta del millón” que no pocos conductores (y técnicos automotrices) se hacen una y otra vez.

Para entender con claridad el fondo de este artículo, es necesario mencionar y conocer primero algunos términos relacionados con el tema.

### EL NUMERO OCTANO DE LA GASOLINA

Este término define la resistencia de la gasolina para evitar la detonación o auto encendido de la mezcla aire combustible en el interior de la cámara de combustión del motor.

### RELACION DE COMPRESION DEL MOTOR

Es una característica de diseño de un motor establecida por el fabricante del mismo, y que es particular para cada modelo específico. Es la cantidad de veces que la mezcla combustible se comprime dentro del motor. Como ejemplo podemos citar una relación de compresión de 10.0:1, lo cual significa que el volumen inicial de llenado del cilindro se redujo en 10 veces

durante el tiempo de compresión del motor.

El proceso de compresión de la mezcla aire-gasolina introducida en el motor, genera entre otras reacciones físicas, el aumento de la temperatura de la misma, lo cual, en caso que la gasolina utilizada no cuente con el número octano adecuado, originaría la combustión extemporánea la misma.

Esto a su vez genera deterioro de los componentes internos del motor y mal funcionamiento del mismo. El fabricante del motor es la única fuente de referencia para obtener este valor.

4. Motor	
Modelo.....	
Tipo.....	4 en Línea DOHC
Válvulas.....	16 Válvulas
Calibre x Carrera (mm).....	76,5 X 87,0
Cilindrada Total (cc).....	1.504
Relación de Compresión.....	10,0:1
Potencia Máxima (hp/rpm).....	104/5800
Torque Máximo (Kgm/rpm).....	14,6/3200
Sistema de Control de Emisiones.....	Convertidor Catalítico
Capacidad del Tanque de Combustible	45 Lt

Fig. 1 Dato de la relación de compresión tomada del manual técnico del vehículo

### RELACION ENTRE OCTANAJE Y RENDIMIENTO EL MOTOR

No existe relación entre el número de octano y el rendimiento de kilómetros por galón de una gasolina cualquiera que esta sea. Es más, hoy se asegura con bastante certeza que la cantidad de energía contenida en la gasolina especial, a la que se atribuye un mayor octanaje y la de la corriente, con un menor octanaje, es la misma.

El valor de dicha energía se expresa en BTU (o sus equivalentes) y está determinado en 114.000 unidades aproximadamente. Esto significa que tanto la gasolina especial como la corriente tienen el mismo poder calórico. Por lo tanto desarrollan un mismo trabajo.

Si en algún momento un conductor relaciona un bajo rendimiento en kilómetros asociado al

uso de gasolina corriente, quizá se debe a que este motor requiere de gasolina especial y lo que se origina es una combustión anacrónica que origina una falta de eficiencia.

Por el contrario, si un motor, que de acuerdo con las especificaciones del fabricante del mismo, requiere gasolina corriente (la de menor octanaje) y utiliza gasolina especial (de mayor octanaje y también de mayor costo) el resultado será un desperdicio de recursos. En ningún momento el resultado será mayor número de kilómetros por galón.

<b>Cilindrada</b>	cm <sup>3</sup>	3.498	4.663	5.461
<b>Diámetro</b>	mm	92,9	92,9	98
<b>Carrera</b>	mm	86,0		90,5
<b>Relación de Compresión</b>		12,2	10,7	10,5

*Fig. 2 En este gráfico se observa tres valores de relación de compresión en varios motores*

### PRESIÓN DE COMPRESIÓN DEL MOTOR

Es la presión efectiva que se desarrolla al interior de los cilindros del motor durante el tiempo de compresión y esta expresada en libras por pulgada cuadrada (o sus equivalentes) El desarrollo de motores cada vez más modernos, implica también el aumento de dicho valor. Valores frecuentes para la presión de compresión del motor pueden variar entre 120 y 160 o más lb/pg<sup>2</sup> para motores nuevos.

### CONCLUSIONES

Los datos revisados anteriormente nos permiten establecer las siguientes conclusiones:

La manera de determinar el tipo de gasolina a usar en un vehículo es el dato técnico del fabricante.

Utilizar gasolina especial en caso de no requerirlo, no incrementa las bondades del automotor. Por el contrario, es un desperdicio de recursos.

Utilizar gasolina corriente (de menor octanaje al indicado), puede ocasionar deterioro de los componentes internos del motor.

Si su vehículo está equipado con un motor que tiene una relación de compresión de 10.5:1 o la presión de compresión es igual a 160 libras por pulgada cuadrada y superiores, use gasolina especial.

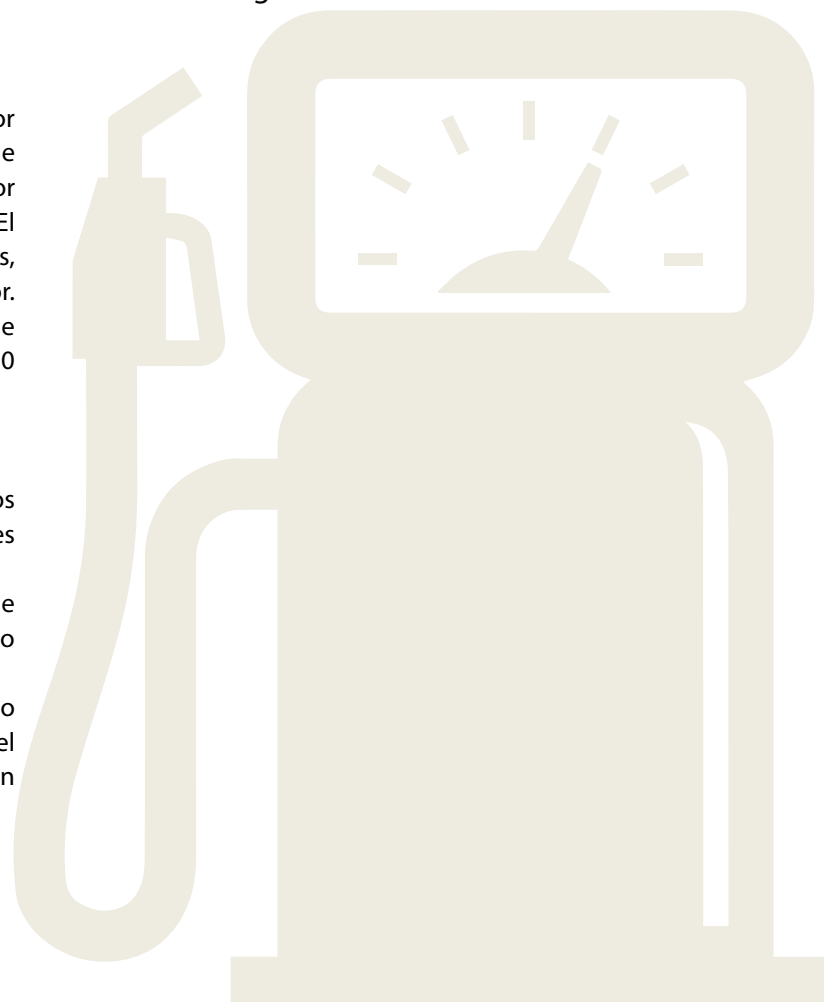
Estudios demuestran que los conductores alrededor del mundo desperdician una cantidad muy grande de dinero al utilizar gasolina con la especificación incorrecta y que sus vehículos no la necesitan.

Autor:

**MARTIN CEVALLOS G.**

***martinic35@hotmail.com***

Manager en LubriCenter H.A.



# EMS continúa formando **TALENTO HUMANO** *confiable y sostenible*

La empresa venezolana EYM Solutions, inicia este 2017, dando valor agregado a sus empleados, con el Plan de Formación y Cierre de Brecha, que arrancó con el curso de Análisis RAM para Activos Físicos dictado por el Ing. Osberto Díaz, especialista en Confiabilidad.

El objetivo no es más que ofrecer herramientas que permitan obtener mayor provecho de los activos industriales, así lo informó Enrique González, Director de finanzas y miembro de la junta directiva de EMS.

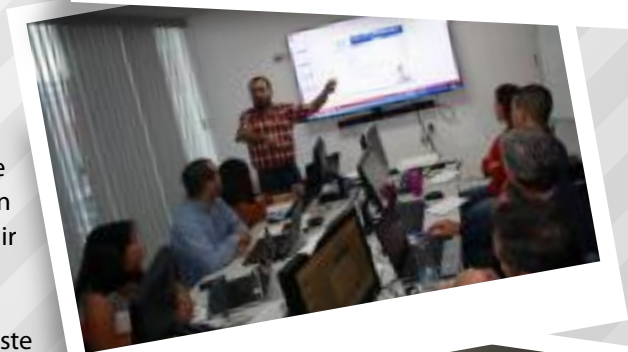
González, explicó que la idea es que los ingenieros conozcan a fondo las técnicas de cálculo numérico estocásticas aleatorias, las cuales permiten hacer simulaciones a través de un software para así observar el comportamiento de equipos, sistemas o instalaciones completas, es decir, una forma de hacer estimaciones no con aproximaciones sencillas sino realistas.

Así mismo destacó, que lo realmente interesante de toda esta técnica, es que los ingenieros puedan tomar cualquier activo, sistema, equipos o unidades, y caracterizarlas por funciones o parámetros como por ejemplo: tiempos para fallas, tiempos para reparar, etc, para finalmente hacer proyecciones del compartimiento de dichos sistemas.

González puntualizó que hoy en día el valor humano de una empresa debe estar cualificado en todas las áreas de acción, debido a que las demandas del sector crecen cada día y el personal debe estar preparado para salir adelante y ser sostenible en el tiempo.

Cabe destacar que EMS, dentro de sus metas para este 2017, pretende la comercialización de una serie de cursos especializados, impartidos por profesionales de alta experiencia internacional. Si deseas conocer más de los servicios que ofrece puedes ingresar en: [www.eymsolutions.com](http://www.eymsolutions.com).

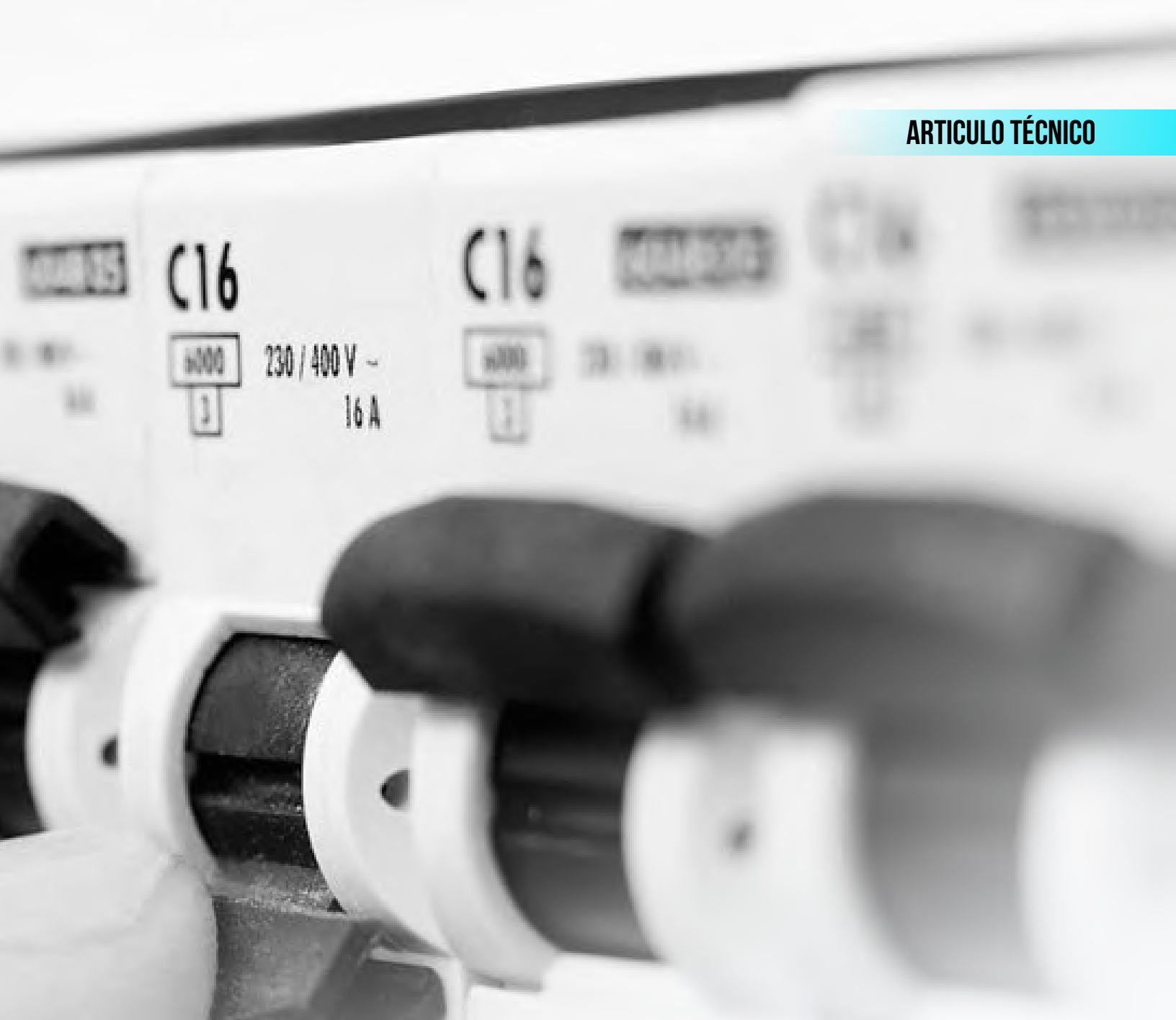
*Texto:*  
**Maite Aguirrezabala**  
[maite.aguirrezabala@predictiva21.com](mailto:maite.aguirrezabala@predictiva21.com)





**PROTECCIONES  
CONTRA  
SOBRETENSIONES  
TRANSITORIAS**  
*NORMATIVA APLICABLE*





Neutralizar los picos de sobretensiones en las líneas, causados por acople capacitivo, inductivo o resistivo desde una descarga atmosférica cercana, o por efecto de maniobras en la red eléctrica.

El DPS debe ser capaz de limitar cualquier sobrevoltaje a un nivel considerado seguro para el elemento más vulnerable de los que se intenta proteger.

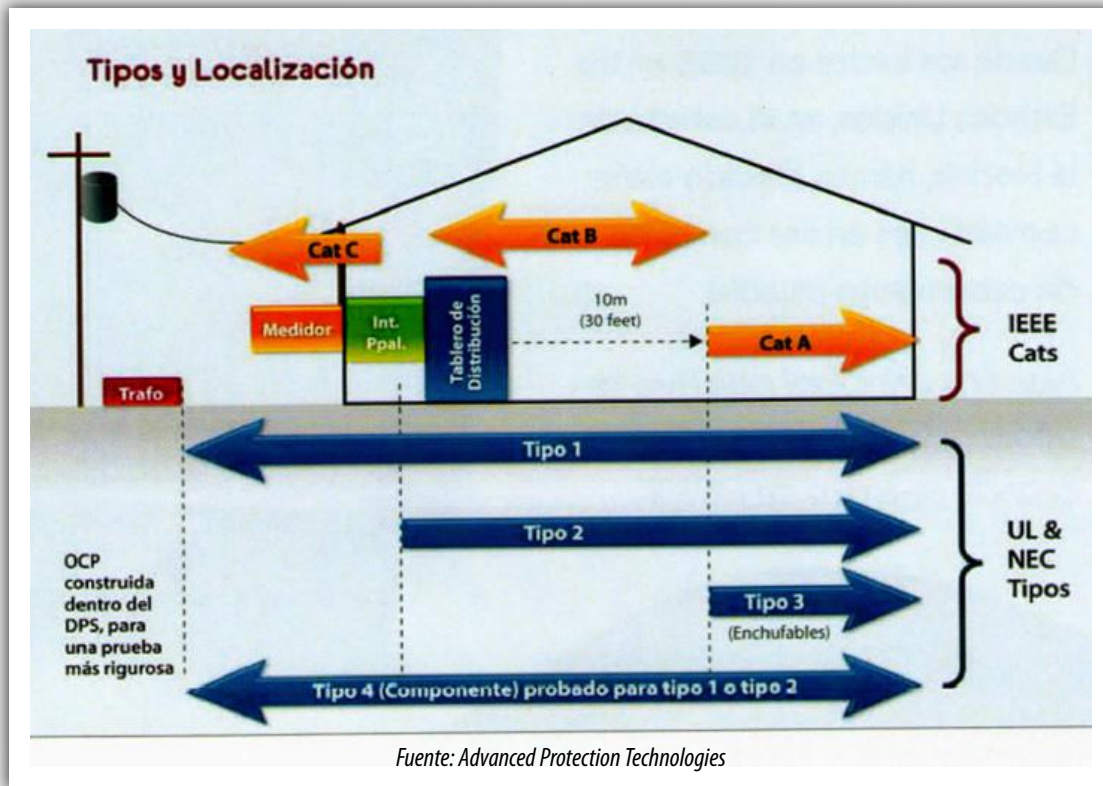
La Norma IEEE C62.41.2 define las

## PROPÓSITO GENERAL DE LOS DPS

categorías de DPS según su ubicación.

La categorización según UL 1449 Tercera Edición es de Tipos 1 a 3 y se basa en la ubicación donde puede instalarse el equipo DPS de acuerdo a sus protecciones intrínsecas, corriente de cortocircuito (SCCR), y tipos de pruebas pasadas con éxito.

Las categorías 4 y 5 refieren a componentes que se usan para construir DPS's.



### Funcionalidad de los DPS

El DPS debe conducir solo bajo ciertas condiciones. El Maximum continuous operating voltage (MCOV), es el umbral hasta el que el DPS se comporta como un circuito de alta impedancia, a partir de este valor, y en un lapso de tiempo muy breve, debe conducir la descarga, generalmente a tierra (GND). Una vez pasado este evento, el DPS debe volver a su estado pasivo de alta impedancia en forma automática.

equipo a proteger, solo redundará en un desgaste mayor del DPS en poco tiempo, con el consiguiente costo de reposición del mismo, o lo que es peor aún, quedar sin protección y no saberlo.

### Selección de MCOV para telecomunicaciones

Intuitivamente parece deseable que el MCOV sea lo más bajo posible, sin embargo se debe tener en cuenta las condiciones de operación de los equipos que deseamos proteger, esto conlleva entender cuáles son las tensiones de trabajo normales, cuáles las admisibles máximas y luego con esta información seleccionar el dispositivo de protección. Un MCOV muy bajo que sea innecesario para el

### Daños causados por sobretensiones en equipos electrónicos

IMPACTO TO ELECTRONIC LOADS	REPETITIVE DISTURBANCE (NOISE)		
	IMPULSE 4X	IMPULSE 2X	
Circuit Board Failure	Yes	Yes	—
Data Transmission Errors	Yes	Yes	Yes
Memory Scramble	Yes	Yes	Yes
Hard Disk Crash	Yes	—	—
SCR Failure	Yes	—	—
Process Interrupt	Yes	Yes	Yes
Power Supply failure	Yes	—	—
Program Lock-up	Yes	Yes	Yes

Fuente: Dranetz, Handbook for Power Quality

Vemos en esta tabla la importancia que tienen “pequeños eventos” en la operativa del

equipamiento usado en sistemas informáticos y de telecomunicaciones.

Prevenir no sólo los daños de hardware, sino los que refieren a los procesos debe ser el objetivo de todo administrador u operador de un Data Center o similar.

¿Se tienen en cuenta estas limitaciones en la sobretensión admisible a la hora de diseñar Datacenters, nodos de telecomunicaciones o sistemas de control industriales? La disponibilidad de los servicios que corren sobre el hardware del Datacenter está directamente relacionada con estos eventos, aunque no haya “secuelas” visibles o inmediatas en el equipamiento.

## Daños prevenidos por los DPS's

- Destructivos: generalmente causados por rayos y descargas atmosféricas. Son instantáneos y fácilmente identificables en una inspección visual posterior al evento.
- Degradación: Acumulación de pequeños transientes. Generalmente acortan la vida útil del equipamiento.
- Disruptivos: Causan de forma intempestiva apagados o reset de los equipos.

## Daños causados por los DPS's

Sin la adecuada selección del dispositivo y de la calidad del mismo, es muy probable que en algún momento haya que lamentar daños debido a stress causado durante un evento de sobrevoltaje temporario (TOV).

En DPS's contruidos con varistores de metal-óxido (MOV) sin las adecuadas protecciones pueden verse en eventos de TOV, humo, llamas, fuego, incluso explosiones. El origen de estas situaciones es la ausencia de protecciones térmicas combinadas con los varistores, o la falta de coordinación entre ambos elementos.

Para evitar estas situaciones es conveniente usar

DPS's que estén certificados por UL 1449, y preferentemente como Tipo 1, con una corriente de cortocircuito de 200 KA.

## Diseño de protecciones

Deben tenerse en cuenta los siguientes ítems:

El SPD seleccionado debe ser instalable en el lugar elegido, esto también implica que la conectorización debe ser la adecuada (por ejemplo servicios de datos con conectores RJ45, BNC, etc.)

Debe estar listado en UL para todos los modos de protección deseados.

Tiene que ser compatible y funcional en el sistema de GND-Neutro que tenga la instalación a proteger. El no cumplir con este requerimiento puede ocasionar el mal funcionamiento del equipo o su destrucción en determinadas situaciones.

Ser probado bajo las guías de IEEE Std. C62.1 y 62.45 o similares.

Cumplir con IEEE Std. C62.41.2 y C62.41.2

Debe ser compatible tanto con cargas lineales como no lineales (equipamiento crítico informático).

Debe ser capaz de proteger la entrada y el bypass de un sistema de alimentación ininterrumpido (UPS).

Debe tener alta confiabilidad y disponibilidad.

## UL 1449 Cuarta Edición

UL 1449 Standard for Surge Protective Devices es el estándar más usado y exigente para validar, ensayar y certificar protecciones contra sobretensiones transitorias.

La Tercera Edición data de 2006 y es la que se encontraba vigente hasta comienzos de 2015, por lo que es la que tenemos más presente y a la que nos habíamos acostumbrado.

De la Segunda Edición a la Tercera hubo cambios importantes, no solo de terminología, sino también de parámetros y exigencias de ensayo para certificación.

### **PRINCIPALES CAMBIOS DE UL 14449 2° A 3°**

#### **Nombre:**

Se deja de usar el término TVSS (Transient Voltage Surge Suppressors) y pasan a denominarse SPD (Surge Protective Device), o en español DPS (Dispositivo de protección contra sobretensiones).

Esto hace una especie de homologación de terminología con la norma IEC.

#### **Clasificación:**

Tipo 1: Conectado en forma permanente, a partir del lado secundario del transformador de la instalación. Debe poder instalarse sin una protección externa de sobrecorriente (de ahí los elevados Icu necesarios en los dispositivos)

Tipo 2: Conectado en forma permanente, del lado de las cargas, incluidos los ubicados en los paneles de distribución.

Tipo 3: Usados directamente en los terminales (point of use), es decir, conectado a cargas tales como PBX, PC's, equipos de telefonía, routers, etc.

#### **Pruebas de funcionamiento**

Se sigue usando la onda del tipo 8/20  $\mu$ s

En segunda edición se utilizaban 6KV y 500 A, en Tercera son 6KV y 3000 A. Éste parámetro pasa a llamarse VPR, Voltage Protection Ratings, antes se conocía como SVR (Suppressed voltage ratings).

In, Corriente Nominal, conocido como Nominal Discharge Current. Fue un parámetro tomado de IEC 61643 y agregado a los estándares UL.

#### **Prueba de ciclo de vida:**

Se entendió que no era suficiente que el

producto aprobara una prueba determinada, sino que había que repetir la prueba en ciertas condiciones para ver si era capaz de cumplir su función luego de varios ciclos.

Se determina si pasa esta prueba realizando 15 impulsos 8/20  $\mu$ s, y la prueba se realiza con tres muestras del producto, las mismas que se utilizaron para testear el VPR.

Los Tipo 1 se certifican con corrientes de prueba de 20KA o 10 KA (lo que haya soportado el equipo).

Los Tipo 2 con 20 KA, 10 KA, 5KA o 3 KA.

Tipo 3, 3KA

**IMPORTANTE:** No alcanza con que un fabricante le diga que está certificado como Tipo 1 o Tipo 2, además debe tomar en cuenta a qué corriente aprobó la prueba.

MCOV, Maximun Continuous Operating Voltage Rating. Se indica en Volt para los Tipo 1 y Tipo 2  
SCCR, Short Circuit current rating, corriente de cortocircuito, se indica en KA para Tipo 1 y Tipo 2.

### **PRINCIPALES CAMBIOS DE UL 1449 3° A 4° EDICIÓN**

La definición del alcance sigue siendo la misma: Productos terminados del tipo cerrado y para montaje en gabinetes (open-type) que funcionan en frecuencias de 50 o 60 HZ, y con tensiones no superiores a 1000 VAC o 1500 VDC, incluidas las aplicaciones fotovoltaicas (PV SPDs).

VPR: Se siguen usando 6KV/ 3KA para determinar los valores de voltaje resultante.

Modo: Indica tal como anteriormente a que conexión eléctrica corresponde la protección (LL, LN, LG, etc.).

## SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Aquí se encuentra el cambio más grande. En Tercera edición los PV SPD eran marcados como "For Use un Photovoltaic Systems Only". En Cuarta Edición se marcan como PVSPD.

Además se especifican parámetros como  $V_{pvdc}$ , VPR por modo, Corriente de drenaje (Leakage current,  $I_q$ ), y los ya conocidos SCCR y Load Current Rating (en caso que aplique).

## Lo que NO certifica UL 1449

Se debe tener presente que UL no verifica:

Los efectos del supresor en las cargas conectadas

La distorsión armónica originada en la fuente

Si el nivel de supresión es adecuado para la ubicación donde se instala el equipo

La instalación, selectividad y coordinación de protecciones

El tipo de instalación realizada y la calidad de los materiales (que pueden ser certificados por UL bajo otras normas, pero no en ésta).

En resumen, usted necesita asesoramiento de ingeniería para su proyecto de protección, aunque compre productos certificados; de lo contrario puede que solo invierta dinero en equipos y no en soluciones.

Autor:

**NICOLÁS PINTOS**

[nicolas.pintos@npconsulting.com.uy](mailto:nicolas.pintos@npconsulting.com.uy)

### BIBLIOGRAFÍA

*IEEE-1100, Recommended Practice for Powering and Grounding Electronic Equipment.*

*IEEE C62.41 Recommender Practice on Surge Voltages*

*Marking and Application Guide, Lightning Protection, Underwriters Laboratories, July 2016.*

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

[www.productspec.ul.com](http://www.productspec.ul.com)

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

*LA ASOCIACION ESPAÑOLA DE MANTENIMIENTO*  
**ORGANIZARÁ**  
**EL 28, 29 Y 30 DE MARZO DE 2017**  
**EL 6º CONGRESO ESPAÑOL**  
**DE MANTENIMIENTO**  
*EN EL PALAU FIRAL I DE CONGRESSOS DE TARRAGONA*

*Los días 28, 29 y 30 de marzo la ciudad de Tarragona será la sede del 6º Congreso Español de Mantenimiento, el evento más importante del sector que se realiza en España.*

Barcelona, 16 de enero de 2017. La AEM, Asociación Española de Mantenimiento organizará en la ciudad de Tarragona, el 6to. Congreso Español de Mantenimiento, punto de encuentro de todas las empresas y profesionales vinculados directa o indirectamente con el sector de Mantenimiento en España.

El Congreso que reunirá a más de 400 Directivos y Profesionales del sector, se estructurará durante 3 días en distintos espacios. A las más de 60 ponencias y 7 Keynote Lectures, se suman talleres prácticos, mesas de debates y un salón de exhibición donde las empresas expositoras presentaran los nuevos productos y servicios con los que afrontar los nuevos retos del Mantenimiento Español.

La temática especializada y vinculada a las necesidades actuales de Mantenimiento y al entorno tecnológico que lo define y condiciona, dará marco al Congreso que se pretende convertir en un foro de debate e información, donde los profesionales podrán compartir experiencias, formarse y debatir sobre la situación actual y el futuro del sector.

La recepción de abstracts de materias a presentar, superó el límite establecido inicialmente y las expectativas del Comité Técnico, este hecho obligó a ampliar horarios y salas y aún así, ha sido preciso buscar soluciones para dar acogida y representación a aquellos trabajos que, por cuestiones de espacio y tiempo, no podrán ser expuestos presencialmente en sala y cerrar la aceptación de nuevas propuestas.

El Congreso está dirigido a todo el ámbito técnico-económico, concretamente a: Directivos y Responsables de Mantenimiento, Administradores de Empresas, Arquitectos responsables de activos tecnificados, Colegios Profesionales, Decision makers del entorno empresarial o de Servicios, Directivos de empresas de trabajo temporal, Empresas de Facility Management, Directivos y Técnicos de Empresas de Contratación de Servicios, Directivos y Técnicos Senior de empresas de Prevención de Riesgos Laborales y Mutuas de Salud, Directivos y Técnicos de Compañías administradoras o explotadoras de infraestructuras, Departamentos de Servicios de las Administraciones Públicas, Diseñadores de complejos industriales, Empresarios, Gestores y Responsables de servicios de calidad, Ingenieros, Oficiales de máquinas y Motoristas navales, Responsables de compras y contratación, Servicios Técnicos de Puertos y Aeropuertos, Universidades y Escuelas Técnicas, entre otros.

El programa provisional, ya puede ser consultado en la web del Congreso: [www.aem.es/Congreso2017](http://www.aem.es/Congreso2017). Las inscripciones online están abiertas y tienen un precio especial por inscripción anticipada hasta el 2 de febrero próximo.

Numerosas empresas de todos los Sectores de actividad: Producción, Servicios, destacadas Ingenierías e instituciones, así como entidades educativas y colegios profesionales, se están sumando a dar soporte a este gran acto. entre ellas, la Cámara de Comercio de Tarragona, la AEST, la AEQT, la URV, Colegios profesionales de Ingenieros de Tarragona, de Galicia, etc. A tenor del ritmo actual, se espera aumentar la relación de Entidades interesadas en los próximos días.

El Congreso que coincide con el 40º aniversario de la fundación de AEM, por esta razón, la Asociación organiza el día 29 de marzo una cena de gala conmemorativa donde se entregará el 6º PREMIO ESPAÑOL DE MANTENIMIENTO y se homenajeará a los Socios de Honor de la Organización. La cena contará con la presencia de autoridades, miembros de la AEM y participantes al Congreso.

*Para más Información o coordinación de entrevistas, contactar con la Secretaría Técnica del Congreso:*

**BIG**

**Sra. Andrea T. Mazzanti**

***Andrea.mazzanti@bigbp.com - 659 775443***



# LA IMPORTANCIA DE LA CALIBRACIÓN DE SENSORES DE VIBRACIÓN

El análisis de maquinaria por vibraciones es una técnica importante usada en programas de mantenimiento predictivo y proactivo de equipos en planta.

Esta herramienta se basa en que la maquinaria rotativa vibra con un patrón y un nivel que refleja la condición del equipo.

Estos niveles se monitorean y los diversos patrones se estudian, en caso de que aumenten o cambien se puede definir si existe un problema y cuál es su causa. (Desalinamiento, Desbalances, problemas de rodamientos. Entre otros).

Normalmente para el análisis de vibración se requiere de un sensor (Acelerómetro, Transductor de velocidad, Transductor de desplazamiento) montado en el alojamiento del rodamiento el cual envía una señal eléctrica siendo capturada por un colector de datos quien se encarga de convertirlo en una imagen de vibración (Forma de onda, Espectro, Orbitas, Diagramas de bode entre otros) para ser analizada posteriormente por el analista de vibraciones quien brindará el concepto del diagnóstico de la maquinaria.

Es por esta razón que es de vital importancia asegurar que los instrumentos de medición, tanto el sensor como el colector estén

entregando información que sea veraz.

Esto se logra en el proceso de calibración de los mismos.

## ¿Qué es calibrar?

Según el Vocabulario Internacional de Metrología (VIM) se define la calibración como: "Operación que bajo condiciones específicas establece en primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medidas asociadas obtenidas a partir de los patrones de medida y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de la medida a partir de la indicación."

En palabras más claras la calibración es la comparación de un equipo contra un patrón de referencia (Este último es un elemento del cual se tiene certeza de que se está obteniendo resultados veraces) con el objeto de conocer que tan desviadas están las dos mediciones. En algunos casos se puede realizar la corrección de esta desviación.

En lo referente a vibraciones la calibración de un sensor de vibración lo que nos entrega es la sensibilidad del sensor.

La sensibilidad del sensor nos indica el voltaje



de salida en respuesta a un nivel de vibración establecido.

Por ejemplo, si se tiene un acelerómetro de una sensibilidad de 100 mV/g, y el nivel de vibración de una maquina es de 2g, este debería enviar como voltaje de salida al colector 200 mV.

### Aclarando Conceptos

Cabe resaltar que para asegurar metrológicamente las mediciones que realiza un equipo se deben realizar tres operaciones las cuales algunas veces son confundidas.

- **Calibrar:** Como se mencionó anteriormente la calibración es la comparación con un patrón con valor conocido para conocer la desviación del equipo. Normalmente se realiza en laboratorio.
- **Verificar:** Se realiza una evaluación del equipo para conocer si sigue cumpliendo con un requisito especificado. En caso de los sensores de vibración normalmente se realiza en planta y se verifica con un calibrador portable si los valores son cercanos al del certificado de calibración.
- **Ajustar:** Se refiere a la reparación e intervención de un equipo, en caso de los

sensores de vibración en la mayoría de los casos no se pueden ajustar y hay que reemplazarlo por uno nuevo. El ajuste de un equipo implica su posterior calibración y verificación.

### ¿Con quién se debe Calibrar los sensores de vibración?

Los sensores de vibración deben ser calibrados con un organismo competente, esta exigencia la cumplen los laboratorios acreditados con la IEC/ISO 17025 "Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración".

Esta norma exige que los laboratorios cuenten con un sistema de calidad y que demuestren la competencia técnica del personal, instalaciones y condiciones ambientales adecuadas, así como métodos validados y el aseguramiento metrológico de los equipos y patrones. Por otra parte, se les exige que se realicen intercomparaciones con otros laboratorios asegurando con todas estas condiciones que los resultados que se le entrega al cliente son confiables y veraces.

En la figura 1 se observan tanto los requisitos técnicos como de gestión exigidos por la norma.

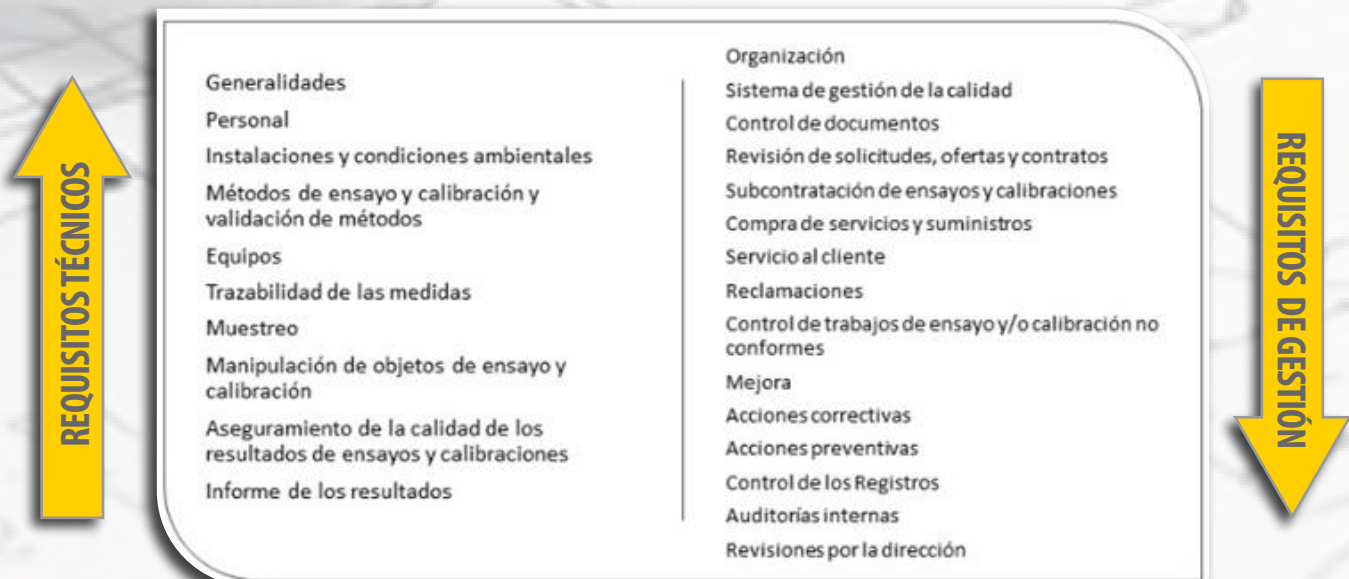


Fig. 1. Requisitos de la norma ISO 17025. Fuente: El autor

Es de suma importancia que el organismo que realiza la calibración maneje la imparcialidad; Usualmente los sensores son enviados al mismo fabricante quien debe evaluar la calidad de sus propios productos generándose un conflicto de interés.

Es por esto que se recomienda que sea realizada por un tercero que no tenga ningún tipo de relación comercial con la marca del sensor de vibración.

En caso de enviarse al fabricante se debe evaluar que el área de calibración no tenga ningún tipo de presión por el área comercial de la empresa.

## ¿Cómo se realiza la calibración de un sensor de vibración?

La calibración de un sensor de vibraciones se realiza según la norma ISO 16063 en la misma se definen las características de los equipos, condiciones ambientales y el procedimiento para realizar esta operación.

En la figura 2 se observa el montaje y los equipos requeridos para la calibración.

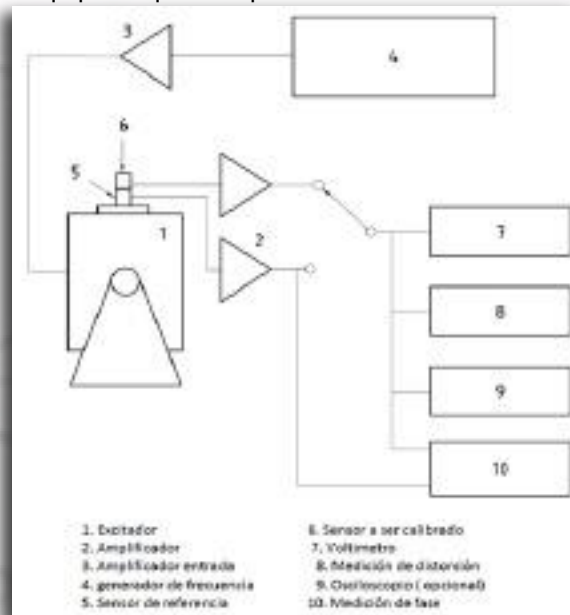


Fig. 2. Montaje calibración. Adaptado de la norma ISO 16063-21

## ¿Qué entrega un certificado de calibración?

Un certificado de calibración de un sensor de vibraciones reporta los valores de la curva de sensibilidad en un rango de frecuencia típico de 10 Hz a 10000 Hz.

En la figura 3 se observa la curva de un sensor común de 100 mV/g de sensibilidad nominal.



Fig. 3. Curva de sensibilidad del sensor. Fuente: Autor

Los valores de sensibilidad se encuentran normalmente en sistema internacional y sistema inglés.

Otro aspecto importante del documento es la incertidumbre, la cual indica la duda que se tiene de la medición; esta se asocia a la desviación estándar.

Es decir que se hace mediciones repetidas bajo las mismas condiciones con el sensor y se compara la respuesta para conocer qué tan desviadas están unas con otras. Con valores de incertidumbres más pequeñas se indica que la medición con el sensor fue más precisa. Hay que tener en cuenta que el valor de la incertidumbre no solo la compone las mediciones repetidas sino otros factores de dudas como lo son la habilidad del operario, los cambios en las condiciones ambientales, método de medición, incertidumbre de patrones, entre otras.

Por último se describe las diferentes características propias a la que se realizó la

prueba como lo son la fecha, las condiciones ambientales, el cable utilizado, trazabilidad de los patrones y una sección donde se describe la marca, el modelo y el serial de sensor para indicar que el certificado corresponde al mismo.

## ¿Para qué sirve la calibración?

La calibración tiene como finalidad los siguientes aspectos

- Evaluar la medición del sensor conociendo la sensibilidad real en cada una de las frecuencias.
- Si los valores de sensibilidad de una frecuencia o un rango están muy alejadas de la sensibilidad nominal (Esta última la entrega el fabricante las típicas son 10 mV/g, 100 mV/g y 1000mV/g) indica que el sensor no está en condiciones de realizar mediciones en esas frecuencias. Normalmente los daños se producen en altas frecuencias 5000 Hz en adelante siendo aún funcional el sensor a baja frecuencia.
- Si los valores de la incertidumbre son grandes indica que las variaciones de las mediciones que realiza el sensor son muy altas por lo que se debe evaluar la criticidad y la precisión que requiere la máquina para decidir si se realiza el análisis con ese sensor.
- Con los valores reales de sensibilidad se pueden definir niveles de alarma más rigurosos, evitando de esta formar falsas alarmas.

## ¿Cómo se utiliza la sensibilidad que reporta el certificado de calibración?

Los colectores de vibración típicamente aceptan un solo valor de sensibilidad por lo que el analista debe ingresar el valor de la frecuencia de la velocidad de la máquina (1X) o de la frecuencia de interés del análisis.

En caso de que se tenga una ruta con diferentes máquinas a distintas velocidades se podría realizar un promedio de las sensibilidades a cada una de las frecuencias e incluirse.

## ¿Cada cuánto se debe calibrar los sensores de vibración?

Los fabricantes de los sensores de vibración recomiendan que se realice esta actividad cada año.

Sin embargo debe ejecutarse cada vez que se detecte una desviación de las mediciones del sensor.

Cada empresa define sus intervalos de calibración basados en los datos obtenidos por sus verificaciones internas y en los programas de aseguramiento metrológico de los equipos junto a los históricos de los certificados de calibración.

Si el sensor es crítico en el proceso se recomienda calibrarlo como mínimo una vez al año.

## ¿Qué pasa si no calibro mis sensores de vibración?

No se conoce la sensibilidad real del sensor ni su estado. Se puede contar con un sensor nuevo sin embargo no hay seguridad que este reportando datos veraces por lo que el analista puede estar reportando malos diagnósticos, interviniendo máquinas que aún no lo requieren o detectando daños demasiado tarde.

### REFERENCIAS

- Vocabulario internacional de metrología (VIM).
- Norma ISO 17025.
- Norma ISO 16063-21.
- Manual de categoría nivel I, Mobius institute.

Autor:

**SERGIO ANDRÉS GÓMEZ SUÁREZ**

Coordinador laboratorio vibraciones Universidad

Pontificia Bolivariana- Colombia.

**Sergio.gomez@upb.edu.co**

Ingeniero analista de vibraciones nivel II

	Cost For Planned Repair	Cost For Unplanned Repair
Labour Cost	100.00	500.00
Material Cost	1000.00	2500.00
Production Loss Cost	0.00	7500.00
Other Consequential Losses	0.00	1500.00
Total Cost	1100.00	12000.00
Cost Benefit Analysis Total	11900.00	

# MONITOREO DE CONDICION:

## EL COSTO TIENE BENEFICIOS Y LOS BENEFICIOS PUEDEN REDUCIR COSTOS

Otro año comienza y nos vemos en medio de la consabida resaca nutricional y financiera post-navideña que la mayoría de nosotros atraviesa al principio de cada Año Nuevo, de manera que no hay mejor momento que este para tocar el tema de Costo-Beneficio y el ajuste de las finanzas.

Independientemente de su estado actual en su año financiero, y a pesar de las economías en recuperación y los sectores industriales florecientes, el espectro del Costo-Beneficio se extiende ampliamente a todo momento sobre el mundo de los negocios hoy en día.

Bien sea como resultado de lecciones pasadas aprendidas o simplemente como continuación de la cultura prevaiente en sus organizaciones y actitud hacia la inversión, asumo que se espera que cualquier ingeniero en confiabilidad, gerente de mantenimiento, o gerente de producción en su mayoría tenga un caso robusto de negocios y una justificación que acompañe cualquier compra o inversión a proponer ante la alta gerencia.

Bien sea capex (inversión de capital) u opex (inversión en operaciones), el tener sus datos e información correcta puede significar la diferencia entre alcanzar el PO o tener que regresar a la mesa de trabajo. La búsqueda de inversión adicional en mantenimiento y confiabilidad puede ser un reto en muchas organizaciones pues ellas no son frecuentemente vistas como un mal necesario y no añaden valor perceptible al final. Sí, cómo no!

En términos de Programas de Monitoreo de Condición, la clave para superar este reto es la capacidad de aclarar y hacer un reporte conciso sobre el Costo-Beneficio anexo a su programa. Es más fácil decirlo que hacerlo, y dependerá mucho de cuán conectado e integrado esté su Programa de Monitoreo de Condición con las otras partes de su negocio, como por ejemplo los departamentos de producción, energía, ambiente y seguridad (sin orden de prioridad.) Pudiera ser difícil de creer pero no es inusual que el mantenimiento tenga muy poco o ningún entendimiento acerca del costo por hora de producción perdida.

Estatus		CERRADO			
Suma de Coto Beneficio		Etiquetas de Columna			
Etiquetas de Fila	Alto	Bajo	Medio	Gran Total	
☐ Cliente Feliz	€ 89,100.00	€ 5,830.00	€ 95,635.00	€ 190,565.00	
☐ 01 TORRES DE ENFRIAMIENTO			€ 19,920.00	€ 19,920.00	
⊕ Lubricación			€ 2,670.00	€ 2,670.00	
⊕ Otros			€ 11,250.00	€ 11,250.00	
⊕ Acceso Seguro			€ 6,000.00	€ 6,000.00	
☐ 02 AREA MVR	€ 1,650.00	€ 1,630.00	€ 4,000.00	€ 7,280.00	
⊕ Fugas			€ 2,000.00	€ 2,000.00	
⊕ Soltura	€ 1,650.00			€ 1,650.00	
⊕ Lubricación		€ 1,630.00		€ 1,630.00	
⊕ Otros			€ 2,000.00	€ 2,000.00	
☐ 03 RECUPERACION	€ 51,900.00	€ 2,650.00	€ 30,250.00	€ 84,800.00	
⊕ Desbalance			€ 10,000.00	€ 10,000.00	
⊕ Fugas			€ 6,000.00	€ 6,000.00	
⊕ Soltura		€ 2,650.00	€ 5,200.00	€ 7,850.00	
⊕ Desalineación	€ 25,250.00		€ 4,000.00	€ 29,250.00	
⊕ Otros	€ 26,650.00		€ 50.00	€ 26,700.00	
⊕ Acceso Seguro			€ 5,000.00	€ 5,000.00	

He aquí un ejemplo de registro de CB. El costo de beneficio es reportado a nivel de modelo de falla.

Tampoco es común para las áreas antes mencionadas de un negocio el estar muy estratificadas y no ir siempre en la misma dirección. Admitámoslo: no hay motivación mejor que el auto-interés. Dicho esto, sin embargo, no es imposible atraer dichas áreas hacia su análisis de Costo Beneficio mientras tenga el mecanismo indicado y una idea clara acerca de cómo una inconformidad en esas áreas puede hacer impacto sobre el negocio y, más importante, ver el camino hacia un valor monetario.

Si las matemáticas son el lenguaje universal, entonces el elemento que potencia universalmente todos los negocios es el dinero y el Costo-Beneficio, ganancia y pérdida, grosor de margen, EBITA, ROI (Return on Investment o Retorno sobre la Inversión), entre otros.

El tiempo es dinero. Los materiales son dinero. Los equipos son dinero. La gente es dinero. Cada uno es invertido, empleado, adquirido, ajustado, diseñado o contratado para realizar una tarea y, sí, lo adivinaron: proporcionar un beneficio. El tener el mecanismo correcto y la disposición para reportar sobre ello y cuantificar esos beneficios es la clave para asegurar la

longevidad y valor continuo que estos ítems pueden brindar a su negocio.

Recuerdo cierta película de Monty Python: "Además del Acueducto, Sanidad, Carreteras, Irrigación, Medicina, Educación, Vino, Orden Público y Salud Pública, ¿qué han hecho los romanos por nosotros?"

Apliquen el mismo concepto a su Programa de Monitoreo de Condición y les aseguro que terminarán con una lista considerablemente larga de beneficios derivados hacia su negocio. Esto, por supuesto, asumiendo que el resultado del Programa de MC sea utilizado correctamente, pero... eso es tema de discusión para otro día.

Anecdóticamente, cada uno debe conocer y tener una apreciación sobre cómo los programas de MC añaden valor al negocio; pero más frecuente de lo que parece, su palabra no vale lo que el papel donde va impresa, especialmente cuando se está sentado frente a un Gerente/CFO y buscando presupuesto adicional o recursos. Como dijo Deming: "Sin datos, eres solo otra persona con una opinión." Lo mismo aplica cuando se demuestra el Costo-Beneficio. Duro pero cierto.

Según lo dicho antes, reportar y acumular datos de Costo-Beneficio no es imposible en tanto seamos realistas en cuanto a cuán precisos van a ser los números. No se desanimen si sus números están comprometidos. Esto es bueno si promueve la discusión de su Programa MC.

No pueden pintar con brochazos gruesos, pero mientras estén felices que sus números se basen

en la realidad, entonces no se pueden equivocar y deben estar confiados al momento de verificar sus números presentados. Basados en su conocimiento práctico de la planta y su relación cercana con su equipo y CMMS, la siguiente información debe estar disponible al momento de considerar costo y ahorro asociados son una reparación o acción correctiva que surja de los datos obtenidos por el Monitoreo de Condición:

<b>1</b>	<b>Costos Materiales</b>	<b>Sin problema y disponibles</b>
<b>2</b>	<b>Tarifas de Trabajo</b>	Sin problema y disponibles
<b>3</b>	<b>MTTR (Tiempo de Reparación)</b>	Según experiencia y requiriendo cierto nivel de compromiso técnico, pero no imposible de hacer.
<b>4</b>	<b>Pérdidas de Consecuencia o costos</b>	Requiere mayor consideración y posiblemente una comprensión más profunda del equipo, especialmente si se piensa más allá de un daño a un activo físico y más si en la línea de Seguridad, Ambiente y Calidad surge una falla de equipo no planificada. Pero sigue siendo posible de iniciar con números conceptuales y continuar desde ese punto.
<b>5</b>	<b>Pérdidas de Producción</b>	Este es el punto mayor y más frecuente donde se consigue la mayor concentración de costo. No siempre está claro en algunas organizaciones, ya que esta información está a veces muy bien resguardada o simplemente no se conoce (aunque algunas compañías sí lo saben); no todas usan la pérdida de producción como base para reportar Costo-Beneficio. Algunas prefieren hablar en términos de tiempo ahorrado, litros de producto, Kw hrs, %OEE. En cualquier caso, todo esto puede ser llevado de Nuevo al lenguaje universal del dinero.

Tener a mano la información anterior es el primer paso crucial en la preparación y mantenimiento un ACB (Análisis de Costo-Beneficio) actualizado. El siguiente paso es decidir cómo se puede actualizar, distribuir, y llevar esta información a un formato que pueda ser incluido en sus revisiones periódicas de Mantenimiento y Presupuesto.

Usted puede escoger usar Excel, Access o cualquier otro medio pero asegurándose que la información esté organizada de tal manera que sustente varias narrativas de trabajo convenientes. He aquí algunos ejemplos de items relacionados con su programa de CM/Mantenimiento con los cuales pudiera crear

un caso de negocios con la ayuda de un ACB (Análisis Costo-Beneficio) bien preparado.

- a) Instalación de sensor remoto
- b) Actualizaciones de equipo CBM
- c) Entrenamiento
- d) Tiempo planificado para planta y equipo
- e) Materiales
- f) Trabajo

A continuación, se puede ver una captura de pantalla de un CBA usando Machine Sentry™ de AVT. La información del cliente asociada con cada acción realizada es registrada en Machine Sentry™ para generar un valor de evitar costos asociada con una acción correctiva propuesta o modo de falla en desarrollo.

	Costo por Reparación Planificada	Costo por Reparación No Planificada
Costo por labor	100.00	500.00
Costo por material	1000.00	2500.00
Costo por producción perdida	0.00	7500.00
Otras pérdidas como consecuencia	0.00	1500.00
Costo Total	1100.00	12000.00
<b>Total Análisis Costo Beneficio</b>	<b>10900.00</b>	

Guardar Cancelar

Recuerde: La mayoría de los beneficios en un negocio incurrirán en un costo inicial, pero no todos los costos resultarán en beneficio. Los beneficios que incurren en costo inicial son considerados porque estaban apoyados por datos precisos que pueden justificar la inversión antes, durante y después de hacer la adquisición o la inversión. En el último caso, esto será muy posiblemente debido a un caso de negocio precipitado, datos inexactos, o falla en proporcionar la narrativa correcta con sus números.

La próxima vez que alguien le diga “enséñame el dinero”, muéstreselo junto a su registro de ACB.


Si quiere saber más sobre Machine Sentry™ o desea apoyo y orientación sobre cómo integrar el reporte de Costo-Beneficio en su Programa de Monitoreo de Condición, visite:

**[www.machinesentry.com](http://www.machinesentry.com)**  
o  
**[www.avtreliability.com](http://www.avtreliability.com)**

AUTOR:  
**LIAM DOYLE**

*Operations & Business Development  
Manager at AVT Reliability (Ireland) Ltd*  
**[liamdamiendoyle@gmail.com](mailto:liamdamiendoyle@gmail.com)**





# **SINERGIA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN (Activos y Calidad) DE ACUERDO AL ANEXO SL *Sistema de Gestión de Activos ISO 55001,2014 y el Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001,2015***

Autor:  
**ALEXIS LÁREZ ALCÁZAREZ**  
*alarez@a3consulting.com*

## **UNA VISIÓN INTEGRADORA DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN**

Hasta la publicación de la última edición de la norma ISO 9001,2015, esta se había constituido como estándar de referencia en cuanto al manejo de los sistemas de gestión de calidad, cabalgando en una ambivalencia para muchos expertos de la industria, esta ambivalencia se traduce en lo siguiente, si bien es cierto que esta llegó a tener muchos detractores, debido al enfoque más comercial y publicitario que muchas organizaciones hicieron de ella y que como tal no necesariamente aseguraba el logro de objetivos de la organización (rentabilidad), de hecho muchos expertos en gestión de activos llegaron a mofarse de los beneficios reales de estas, también es cierto que muchas organizaciones que tienen implementados un sistema de gestión de calidad bajo los requerimientos de la ISO 9001 y tomaban la decisión de implementar un sistema de gestión de activos alineada a la ISO 55001, este sistema de gestión documental ya existente facilitaría mucho el nuevo proceso de implementación.

Visto desde esta perspectiva los sistemas de gestión de calidad han tenido un impacto significativo en la vida organizacional de hecho para Porter (2011) existe una relación lineal entre el poder competitivo de las organizaciones y la calidad de vida de la sociedad. Por otro lado también plantea que uno de los factores fundamentales que afectan a la productividad es el hecho de que las empresas puedan competir a un nivel superior sobre la base de la innovación en lugar de mano de obra barata, es aquí donde la norma ISO 55001 hace un aporte fundamental de complementariedad para los sistemas de gestión. Adicionalmente tal como lo afirma Prajogo y Sohal (2003) los enfoques no conformistas hacia la satisfacción del cliente o el diseño del productos puede permitir a una organización estar un paso por delante de sus rivales.





La más reciente edición de la norma ISO 9001;2015 cumple con los requisitos del Anexo SL (Estructura jerárquica de alto nivel), por lo que se alinea con la ISO 55001;2014 en muchos aspectos, la idea en este escrito no es hacer un análisis exhaustivo por cada requerimiento sino una revisión general de algunos aspectos que pueden ser considerados de relevancia y que se convierten en una potencialidad para las organizaciones a la hora de implementar ambos sistemas de gestión de modo de obtener una clara optimización en los costos de implementación y lograr beneficios tangibles derivados de la integración de los sistemas.

### POTENCIAR LAS OPORTUNIDADES

Para muchas organizaciones que ya tiene implementado un sistema de gestión de calidad bajo los requisitos de la ISO 9001;2008, la nueva edición de la norma ISO 9001;2015 ofrece una gran oportunidad, especialmente para aquellas organizaciones que están realizando el recorrido por la implementación de un sistema de gestión de activos bajo los requerimiento de la ISO 55001;2014.

El punto importante en este sentido es que la nueva edición de la ISO 9001;2015 cumple al igual que la ISO 55001;2014 con los requisitos del anexo SL Directivas, ISO / IEC, Parte 1.

Suplemento Consolidado ISO - Procedimientos específicos de la ISO.2015. Este documento

El Anexo SL proporciona la estructura, denominada de Alto Nivel, para los sistemas de gestión ISO, este anexo establece las bases para la coherencia y compatibilidad de todos los sistemas de gestión alineada a la normativa ISO. Adicionalmente facilita la implementación de sistemas de gestión integrados por lo que se pueden esperar menos conflictos,

duplicidades, confusión y malentendidos de los que se produjeron como consecuencia de las diferentes estructuras que anteriormente tenían estas normas. Esto significa que las normas tienen la misma estructura básica, podríamos decir que hasta un 80% de texto común, visto desde el punto de vista práctico de la implementación una estructura con el siguiente contenido.

- 4) Contexto de la organización
- 5) Liderazgo
- 6) Planificación
- 7) Soporte
- 8) Operaciones
- 9) Evaluación del desempeño
- 10) Mejora

Más allá de la revisión de esta estructura de alto nivel, en este escrito se plantea la convergencia de 5 elementos que consideramos fundamentales en cualquier proceso de implementación de un sistema de gestión de activos, los cuales detallamos a continuación:

- 1) Planificación Estratégicas, los planes de gestión de activos y planes de calidad
- 2) Procesos de gestión de riesgo
- 3) Procesos de apoyo
- 4) Manejo del cambio
- 5) Auditoria del sistema de gestión

### PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA Y LOS PLANES (GESTIÓN DE ACTIVOS CALIDAD)

Ambas normas plantean claramente la importancia de una definición del contexto de la organización, este contexto es el marco de referencia para definición de planes estratégicos con objetivos que deriven de ello. En este sentido para muchas organizaciones en la práctica, la implementación de un sistema de gestión alineado a las normas facilitará su integración de los sistemas de gestión y como consecuencia de ello obtener enfoques más estructurados y adecuado a la realidad operacional.

El planteamiento anterior permite que se establezca una base sólida para la planificación,

estableciendo claramente el contexto operacional, los objetivos e identificando los riesgos asociados, todo esto debe ser insumos para convertirlos en planes de gestión de activos y planes de calidad respectivamente. Este claro enfoque hace pensar en la sinergia y cruce en el área de planificación de la gestión de activos y la gestión de calidad. Una vez que la organización ha establecido su sistema de gestión de activos, el sistema de gestión de la calidad debe ser un propulsor de los procesos de mejoramiento internos.

En este sentido es factible pensar que al menos en los niveles más alto de la planificación, tanto los objetivos de gestión de activos como los

objetivos de calidad puedan ser considerados dentro de un mismo marco de referencia, dicho de otro modo, la inclusión del plan de calidad, requisito ISO 9001, dentro de un mismo documento como Plan estratégico de gestión de activos (PEGA). Esta posible integración y sinergia se convierte en un elemento optimizador en los procesos de implementación de los sistemas así como un optimizador de costos y un facilitador para los usuarios finales.

Por lo que podemos afirmar que el proceso de planificación se lleva a cabo según el proceso descrito en la figura 1.

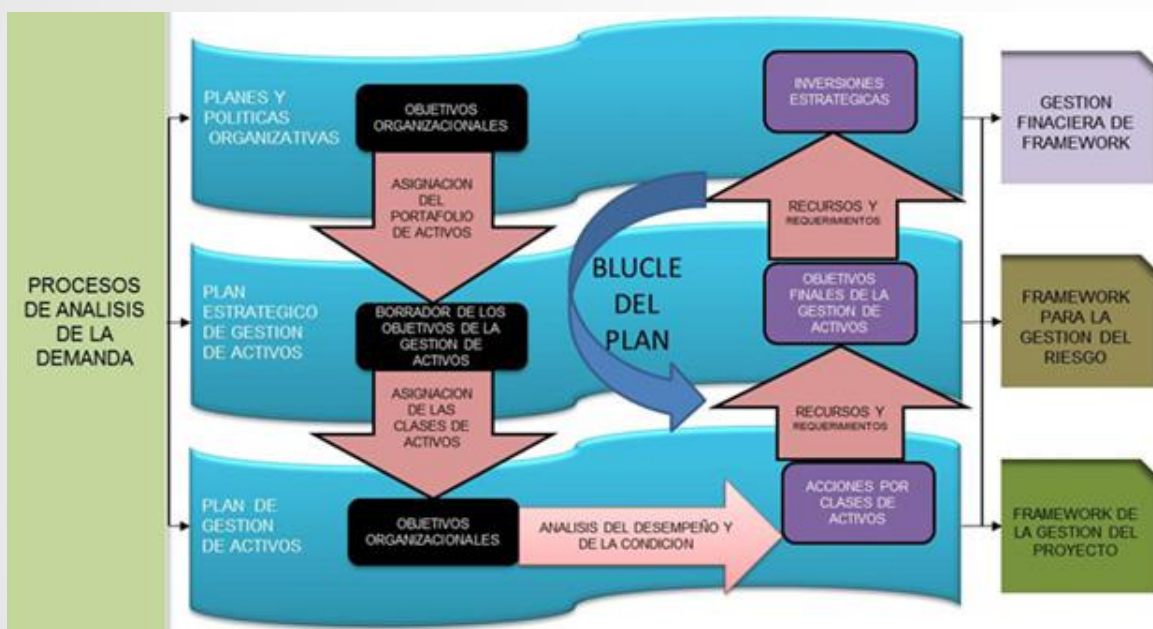


Figura 1 Proceso de planificación de la Gestión de activos, (adaptada Yates, 2015)

## PROCESOS DE GESTIÓN DE RIESGOS

Es común en nuestros procesos de consultoría encontrarnos con organizaciones donde la gestión de riesgo es llevada de forma aislada y muchas otras dependiendo del tamaño, es muy poco la gestión que se hace de ella, sin embargo en el sentido más práctico, la gestión de riesgo debe ser analizada dentro de la organización desde un enfoque holístico, sistémico y sistemático, de tal manera que evite a las

diferentes áreas habilitadoras de la organización la duplicidad de estudios o planes o por el contrario riesgos existente sin ningún plan asociados.

En este sentido ambas normas plantean un enfoque común y una visión ampliada tanto en optimización de los costos de los planes asociados a la mitigación, así como una cobertura global de los riesgos. En ambos

ambas normas está claramente marcado el enfoque de la planificación y la toma de decisiones basadas en el riesgo y cuyo marco de referencia debe ser la norma ISO 31000. Gestión de Riesgos.

Todas las decisiones del sistema de gestión de activos y calidad, incluyendo la selección de los procesos, necesita equilibrar los factores de competitividad: rendimiento, coste, riesgo y beneficio, y debe existir procesos para identificar y cuantificar los riesgos con el fin de incluirlos.

Las herramientas para la identificación, evaluación, análisis y tratamiento de los riesgos de la organización deben ser coherentes con la estrategia, estar adecuada al contexto organizacional y debe ser aplicable en toda la organización. Esto supone un beneficio añadido de reducir la cantidad de documentación que debe ser desarrollado y mantenido por los usuarios finales.

Por tanto para ello es necesario gestionar el Riesgo tal como lo define la ISO 31000: 2009 - Gestión de Riesgos - Principios y Directrices. "Efecto de la incertidumbre en los objetivos". El proceso de evaluación de riesgos se inicia identificando en primer lugar los eventos de riesgo. La figura 2, muestra el proceso para llevar a cabo el proceso de gestión de riesgo.

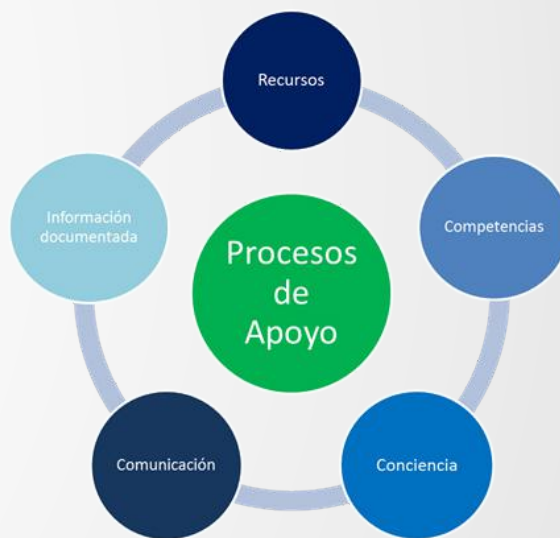


Figura.2. Proceso para la gestión del riesgo

### PROCESOS DE APOYO

Para efecto de ambas normas los procesos de soporte para el sistema de gestión son fundamentales y si bien es cierto que existe una marcada diferencia dentro del elemento recursos, nos centraremos en aquellos elementos comunes que simplifiquen el cumplimiento con los requisitos de ambas normas en los procesos de implementación, en este sentido tanto la ISO 55001;2014 como ISO 9001;2015 contienen los siguientes elementos comunes:

- Recursos
- Competencias
- Conciencia
- Comunicación
- Información documentada



En la revisión de estos elementos encontramos, que si bien es cierto, la redacción puede diferir en ambas normas, lo que si queda evidenciado en su lectura, es el propósito de identificar cual es el nivel de soporte o apoyo requerido para la implementación de ambos sistemas y que produzcan los resultados esperados.

Un buen ejemplo para ello sería una matriz de competencias compartidas, que permita definir por un lado cuales son los requerimientos de formación necesarios, para en base a ello definir los planes de

formación y desarrollo que incluya ambos sistemas.

## PROCESOS DE MANEJO DEL CAMBIO

Tal como lo afirma Lárez (2016) el manejo del cambio se puede definir como un proceso de evaluación y gestión de los riesgos asociados a las modificaciones que pueden ser temporal o permanente dentro de las organizaciones.

Este proceso en ambas normas establece una intencionalidad que convergen en la sistematización de los procesos de cambios, si bien es cierto la ISO 9001;2015 hace la referencia a los cambio asociado al diseños y desarrollo de los productos y servicios dado que es su campo de objeto, la ISO 55001;2014 en cambio establece la gestión de cualquier cambio en cuanto a la valoración de los riesgos y su posible impacto en los objetivos del negocio. De allí que ISO 55001, 2009 requerimiento 8.2 se afirma que “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 asociado a los cambio y documentar los mismo es una de las tareas más importante 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 estos, antes de su implementación.

Por tanto un único proceso para la gestión de todos los cambios dentro de la organización logrará cumplir con los requisitos de ambos sistemas de gestión (Activo y Calidad). En la siguiente figura 3, se establece un proceso que puede servir de guía, sin embargo es importante señalar que estos procesos deben ser desarrollados por cada organización y adecuado a su contexto operacional.

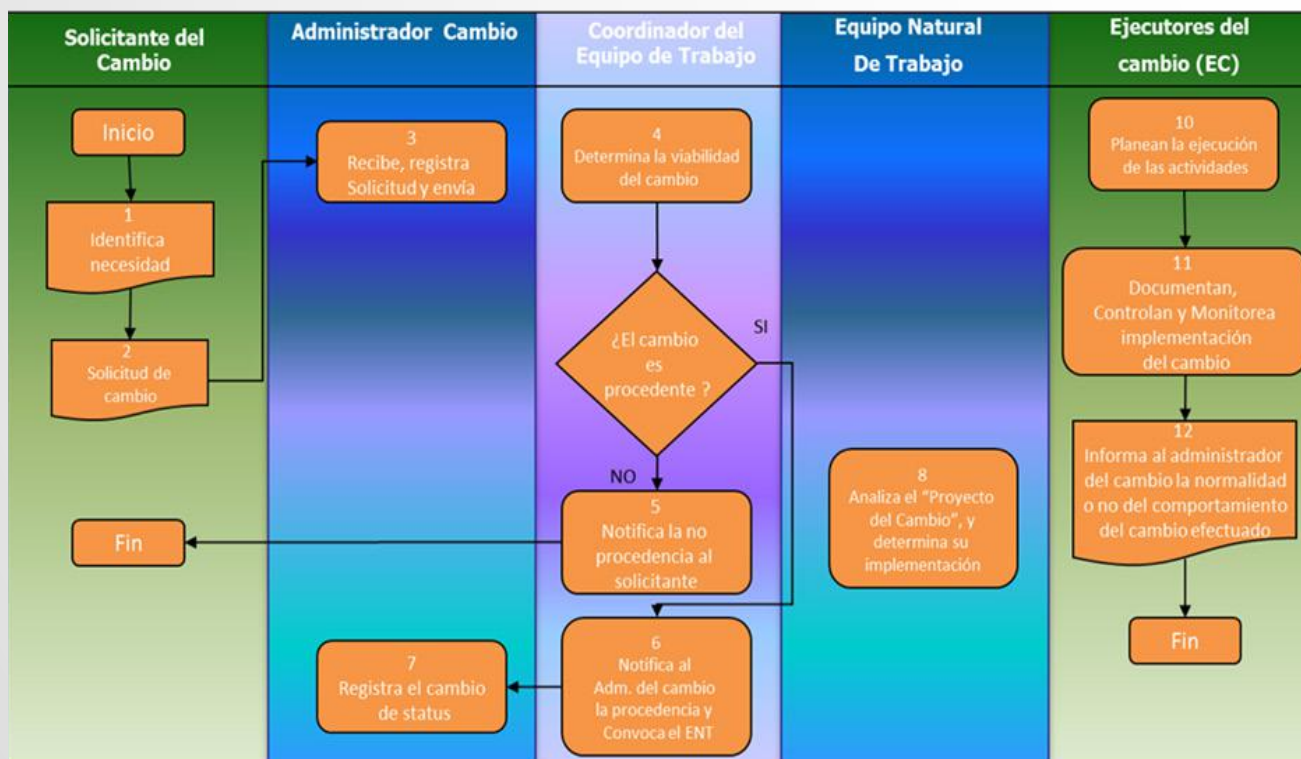


Figura 3. Proceso de Manejo del cambio (Medina,2015. Adaptación propia)

## AUDITORIAS DEL SISTEMA DE GESTIÓN

En este requerimiento se encuentra una interesante oportunidad de sinergia para llevar a cabo procesos de auditoría que pueda integrar tanto el sistema de gestión de activos como el sistema de calidad de la organización, sin embargo desde mi perspectiva el mayor inconveniente que pueda presentarse, es el hecho de que la organización disponga de auditores que posean las competencias necesarias para ello, en este sentido el Global Forum on Maintenance & Asset Management, provee un marco de competencias a cubrir por estos, disponible en <http://gfmam.org/>

Esto tiene como beneficio y ventaja potencial que disminuirá la cantidad de auditorías por sistema de gestión para la organización, pero también conlleva a que la organización debe disponer de auditores con un marco de competencias ampliadas en Sistema de gestión de activos (ISO 55001) y sistemas de gestión de calidad (ISO 9001).

En este sentido es importante señalar y hacer referencia al tema de las certificaciones de competencia para los auditores, dado que para certificar auditores en sistemas de gestión de calidad hay muchas organizaciones disponibles y acredita bajo la norma ISO 17024, 2012, para tal fin, sin embargo en el caso de certificación para Gestión de activos hay más limitaciones o disponibilidad de empresas acreditadas en el mercado.

## CONCLUSIÓN

Las organizaciones cada vez se hacen más conscientes de la necesidad de simplificar los procesos de tal manera que les permita lograr optimizar recursos durante los procesos de implementación, esta necesidad cada vez con más vigencia permite explorar nuevas oportunidades en la integración de los sistemas de gestión alineadas a las normativas ISO.

El anexo SL, pasa a hacer una referencia de obligada revisión para todas aquellas organizaciones con sistemas de gestión ya

implementados y las que están planeando dar el salto hacia ellas.

El planteamiento realizado en este escrito buscar generar opciones de viabilidad durante los procesos de implementación, pero también ampliar el radio de acción en cuanto a las competencias necesarias que deben cubrir los auditores a la hora de evaluar los sistemas de gestión (Activos y Calidad).

No existe una estructura única "Correcta" para la definición de la documentación del sistema de gestión activos y calidad. Las organizaciones tienen el reto de llevar a cabo la construcción de un conjunto integrado de documentación (Estructura documental) que sea adecuado al contexto operacional, a la satisfacción de las demandas de los stakeholders y al logro de los objetivos estratégicos del negocio.

### Bibliografía

- D.I. Prajogo, A.S. Sohal, The relationship between TQM practices, quality performance, and innovation performance: an empirical examination, *Int. J. Qual. Reliab. Manag.* 20 (8) (2003) 901e918
- ISO 55000:2014 Asset Management. Overview, principles and terminology. The British Standards Institution. 2014
- ISO 55001:2014 Asset Management. Management systems - Requirements. The British Standards Institution. 2014
- ISO 55002:2014 Asset Management. Management systems - Guidelines for the application of ISO 55001. The British Standards Institution. 2014
- M.M.F. Fuentes, A.C.A. Saez, F.J.L. Montes, The impact of environmental characteristics on TQM principles and organizational performance, *Omega* 32 (6) (2004) 425e442.
- Lárez, A. (2016,09,27). La Gestión del Cambio dentro de los procesos de la Gestión de Activos ISO 55001. Recuperado (<https://www.linkedin.com/pulse/la-gesti%C3%B3n-del-cambio-moc-dentro-de-los-procesos-iso-55001-rez-cmrp?trk=mp-author-card>)
- Porter, M., & Kramer, M. (2011). La creación de valor compartido. *Harvard Business Review*, 89(1), 32-49.
- UNE -ISO 31000,2010. Gestión de Riesgos. Gestión del riesgo. Principios y directrices. AENOR. España 2010
- UNE - ISO 9001,2015. Sistema de Gestión de Calidad. Requisitos. AENOR, España.2015.

**PREDICTIVA21**

[www.predictiva21.com](http://www.predictiva21.com)

---

● ANUNCIA CON NOSOTROS