



## **INSPECCION BASADA EN RIESGO: GENERALIDADES Y UN CASO PRÁCTICO**

**Autor: Ingeniero Pablo Hernández Arango  
Ingeniero de Proyectos - INDISA S.A**

Los niveles altamente competitivos del mercado actual han llevado a las empresas industriales a replantear sus prioridades. Evitar los daños en los procesos y los paros no planeados en las plantas se constituyen en estrategias para estar un paso delante de los competidores. Adicionalmente, los requerimientos del mercado global se hacen cada vez más estrictos en términos del empleo de sistemas de gestión mejorados, que conduzcan a la protección del medio ambiente y de las personas frente a los peligros que representan las plantas en las cuales se conducen procesos de transformación físico química de la materia. Por lo tanto, las empresas deben garantizar que sus equipos, y por ende sus procesos, son seguros, confiables y no representan un riesgo para el medio ambiente circundante. Esta garantía no solo repercutirá en la continuidad del proceso sino en la disminución en los costos asociados al mantenimiento o remplazo de equipos.

La Inspección Basada en Riesgos (RBI, por sus siglas en inglés: "Risk Based Inspection") es una estrategia de gestión tecnológica que identifica, evalúa y realiza un tamizaje de los riesgos industriales partiendo del estudio de la integridad de los equipos, conducciones, sistemas y estructuras. Partiendo de proyecciones de tiempo de vida media y falla de los equipos, la Inspección Basada en Riesgos induce a que los ingenieros deban diseñar estrategias de inspección que coinciden de la manera más eficiente con los mecanismos de degradación proyectados. Esta metodología deberá responder de manera proactiva a las preguntas sobre el qué, el cuándo y el cómo inspeccionar. Dando prioridad a los elementos con alta probabilidad y consecuencia de falla (elementos de alto riesgo), esta estrategia permite una inversión racional de los recursos de inspección y mantenimiento.

### **¿Cuáles son las utilidades fundamentales de la RBI?**

- Permite reducir el riesgo debido a las fallas de alta consecuencia.
- Mejora la relación costo beneficio en las actividades de inspección y mantenimiento.
- Proporciona una base administrativa para la transferencia de recursos de equipos de menor riesgo a equipos de riesgo mayor.

- Permite cuantificar la reducción del riesgo como consecuencia de las buenas prácticas de inspección.
- Permite evaluar el efecto de los cambios en operaciones y procesos que afectan la integridad de los equipos.
- Proporciona una metodología sistemática para identificar los factores críticos que contribuyen a la ocurrencia del riesgo.
- Permite establecer niveles de “riesgo aceptable”.

### ¿Cómo se mide el riesgo?

El riesgo es una combinación de probabilidad y consecuencia. Una manera cualitativa de clasificar el nivel de riesgo de un activo es por medio de la matriz de criticidad del riesgo que se presenta en la figura 1. En esta matriz se han establecido seis niveles de criticidad, a saber: (E) Extremo, (A) Alto, (MA) Medianamente alto, (M) Medio, (B) Bajo y (D) Despreciable.

		CRITICIDAD					
PROBABILIDAD	E	MA	MA	A	E	E	
	A	M	MA	MA	A	E	
	M	M	M	M	MA	A	
	B	B	B	M	MA	MA	
	D	D	B	M	M	MA	
	FRECUENCIA	D	B	M	A	E	

**Figura 1. Matriz de criticidad para la aplicación de RBI**

Las probabilidades de falla se evalúan respondiendo cuestionarios que tienen en cuenta consecuencias en las siguientes áreas: económicas, de salud y seguridad y medio ambiente. La de mayor severidad es la que determina la clase de consecuencia del componente y se introduce en la matriz.

### Metodología para la aplicación de la RBI

Esta metodología se fundamenta en las normativas API RP-580 y API PUB-581 que permiten caracterizar el riesgo asociado a los componentes estáticos de un sistema de producción sometidos a corrosión, con base en el análisis del comportamiento histórico de fallas, modos de degradación o deterioro, características de diseño, condiciones de operación, mantenimiento, inspección y políticas gerenciales tomando en cuenta al mismo tiempo la calidad y efectividad de la inspección, así como las consecuencias asociadas a las potenciales fallas.

La Inspección Basada en Riesgo tiene la siguiente metodología:

- Recolección de datos e información.
- Análisis del riesgo.
- Evaluación de consecuencias.
- Evaluación de la probabilidad de falla (veces/año).

- Evaluación del riesgo (mediante matriz de riesgos).
- Clasificación de los riesgos.
- Revisión del plan de inspección.
- Revaluación del plan de inspección.

### Un caso aplicado de RBI en una planta de procesos

Se considera una planta de proceso químico en la cual se tienen 1.200 equipos estáticos, 300 tanques de almacenamiento y los respectivos sistemas de transporte de materiales entre ellos. Se observa que por razón del tamaño de la planta, los recursos requeridos para mantenimiento y aseguramiento de los activos son costosos y en consecuencia la aplicación de RBI es de gran interés para reducir las dificultades de la implementación.

El proceso comienza con la **generación de una base de datos** que debe incluir datos de proceso, datos de diseño, descripción y evaluación de los mecanismos de degradación, y una compilación de las historias de inspección de cada equipo y línea de conducción de la unidad.

Posteriormente se deben definir los **circuitos de corrosión** de cada unidad. Un circuito de corrosión es una sección de la unidad que tiene materiales de construcción y condiciones de proceso “similares”. Como consecuencia, un circuito de corrosión se encuentra expuesto a “similares” mecanismos de degradación. En este caso se observaron 17 circuitos de corrosión. Debido a que cada equipo puede tener más de un componente, cada uno de los componentes (“TAG”) puede estar sometido a diferentes mecanismos o circuitos de corrosión. No obstante la cantidad de circuitos de corrosión se definieron 5 tipos fundamentales por su alta probabilidad de ocurrencia. La figura 2 presenta la distribución de estos circuitos de corrosión en los diferentes casos de criticidad. As u vez, la figura 3 presenta la distribución de las consecuencias de seguridad en los diferentes casos de criticidad.

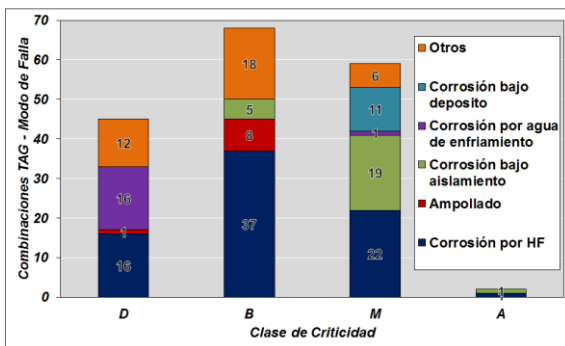


Figura 2. Distribución y criticidad de los circuitos de corrosión

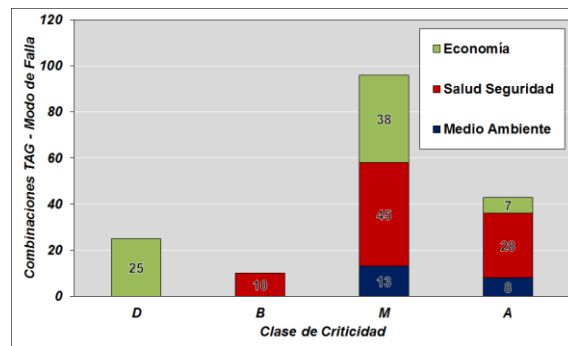


Figura 3. Distribución y criticidad de las consecuencias de seguridad

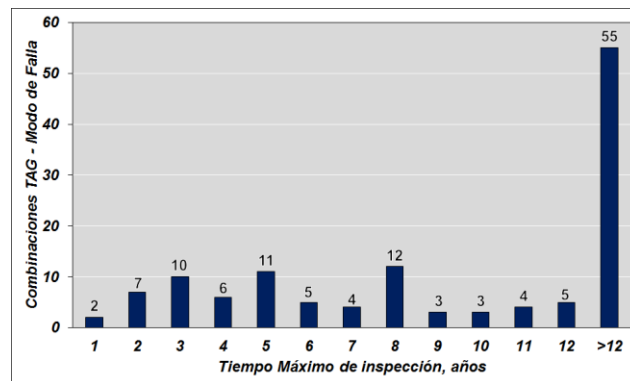
Se observa que 25 combinaciones TAG-Modo de Falla con consecuencia despreciable. Es decir, la consecuencia clase D es simultáneamente despreciable en los 3 campos (económica, salud y seguridad y medio ambiente). Estos componentes, junto con las 10 combinaciones TAG-Modo de Falla de consecuencia B, tienen bajas consecuencias debido a que una falla del componente no tiene implicancias económicas, no afecta el medio ambiente y no tiene problemas significativos de salud y seguridad. La combinación de las consecuencias de estos componentes con la probabilidad de falla en la matriz de riesgo determinará la criticidad de los mismos.

Luego deben asignarse los modos de falla relevantes a cada TAG en cada circuito de corrosión. Cada TAG puede tener asignado más de un modo de falla, por lo que el estudio RBI se realiza para cada combinación TAG-Modo de Falla posible.

En el caso considerado se cuenta con 18 intercambiadores de calor, 10 recipientes, 5 columnas de fraccionamiento, 1 horno y gran cantidad de líneas de conducción, los cuales suman un total de 120 TAGs. Al asignar los modos de falla a cada TAG, se obtuvieron 175 combinaciones TAG-Modo de Falla a analizar. A continuación, deben evaluarse las criticidades de todas las combinaciones TAG-Modo de Falla definidas.

Una vez evaluadas las criticidades, según sea el nivel de las mismas, se toman diferentes medidas. Si la criticidad es D, en principio no es necesario realizar una inspección formal y/o plan de monitoreo. Si la criticidad es A o E, se deberá realizar un análisis que involucra una etapa de toma de decisiones, en la que se evalúa la aceptabilidad de estos riesgos con las distintas opciones de mitigación, teniendo además en cuenta un análisis costo/beneficio.

Dependiendo del modo de falla asignado, se responderán diferentes cuestionarios, a partir de los cuales se obtiene una "puntuación" que define el **índice de confianza**. En general, el índice de confianza depende de varios factores, como por ejemplo, la cantidad de inspecciones llevadas a cabo previamente. Esto significa que si el equipo ya tiene varias inspecciones (lo que forma parte de su historia); se obtiene un mayor índice de confianza. La figura 4 presenta la distribución de los intervalos máximos de inspecciones, agrupando los equipos que pueden considerar el mismo periodo.



**Figura 3. Distribución de la frecuencia máxima de inspecciones**

Se observa que hasta en 55 caso puede extenderse el tiempo de la inspecciones incluso hasta por encima de 12 años. Se ha reportado<sup>1</sup> en este caso que el tiempo típico de inspección hasta antes de la evaluación vía RBI de los equipos de proceso no supera los 4 años.

En efecto, la metodología RBI permite racionalizar las inspecciones basadas en el tiempo. La metodología permite identificar componentes de mayor criticidad, concediéndoles mayor atención. Por otro lado, también identifica componentes de criticidades despreciables, cuyos períodos de inspección resultan ser mayores que los habituales. De esta forma, se optimizan las tareas de inspección. Al aplicar la inspección RBI se reduce el riesgo, ampliando el periodo de inspección en los lugares más peligrosos o de difícil acceso. La metodología RBI facilita la planificación del mantenimiento, reduciendo los costos asociados a la falla de equipos y paradas de planta.

<sup>1</sup> Asociación Argentina de Materiales, Estudio de Inspección Basada en Riesgo de Una Unidad de proceso Petroquímico. Septiembre de 2009.

# NOVEDADES

**Invitación a todos nuestros lectores:**



**Foro - Taller**

## **“INNOVACIÓN EN EL SECTOR INDUSTRIAL DE PROCESOS POR ANALISIS DE LA SEGURIDAD Y EL CONTROL DE RIESGOS”**

**Aula Máxima “Pedro Nel Gómez”  
Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, Medellín  
31 de octubre y 1 de noviembre de 2012  
Jornadas de la mañana: 8:00 a.m. – 1:00 p.m.  
Jornadas de la tarde: 2:00 p.m. – 6:00 p.m.**

Si usted no recibe esta publicación directamente de INDISA S.A. o si desea recomendarnos a alguien para que la reciba, [presione aquí](#)

Para consultar las ediciones anteriores del boletín INDISA On line, puede entrar a <http://indisaonline.8m.com/>.

En esta página se encuentran todos los boletines en formato de página web, para que usted pueda grabarlos en su computador e imprimirlos.



Tel: (574) 444 61 66  
Medellín-Colombia

[mercadeo@indisa.com](mailto:mercadeo@indisa.com) <http://www.indisa.com/>