

La inspección y el mantenimiento basados en riesgo

(Notas tomadas del libro Integridad Tecnológica, H.E. Ecay. 2009 – HEE Consultores)

Con respecto a la inspección y el mantenimiento basado en riesgo cabe mencionar tres posibles enfoques. El primer enfoque que algunos autores han llamado el modelo Japonés se deriva del cálculo cuantitativo de la inconfiabilidad de una determinada tecnología multiplicado por la consecuencia económica de su indisponibilidad. Esto nos permite tener un ranking de tareas y escenarios que puedan ser priorizados en su orden de mejoría y también individualizar los eslabones más débiles de una cadena de posibles escenarios de indisponibilidad y riesgo tecnológico. Como en el caso de nuestra cadena un solo eslabón débil desvaloriza al resto esta metodología permite la ecualización del riesgo relativo mejorando la disponibilidad global del equipo o los equipos en cuestión. Entre las empresas líderes en este enfoque se encuentra por ejemplo Toshiba en su área de generación de energía.

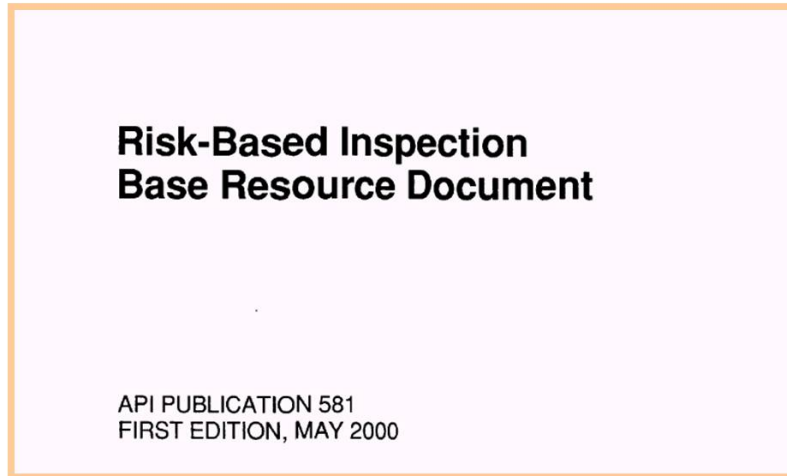
Resumidamente los principales pasos a seguir en este tipo de implementación son:

- Seleccionar los componentes críticos
- Identificar los modos de falla críticos
- Calcular la tasa de falla
- Definir el escenario de pérdida económica
- Estimar un valor de pérdida económica
- Calcular el riesgo = Inconfiabilidad x Pérdida económica
- Ajustar la confiabilidad a un valor de riesgo aceptable

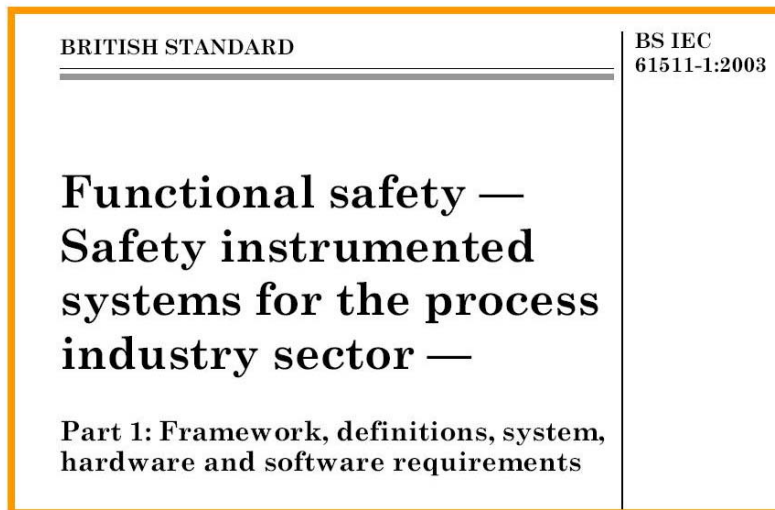
Un segundo enfoque de nuestra filosofía de inspección y mantenimiento basados en el riesgo es el americano influenciado principalmente por los enfoques desarrollados por ASME, ANSI y API. Estas instituciones han hecho un gran aporte desde la identificación de los mecanismos de falla tecnológicos y humanos y las estrategias para prevenirlos y mitigarlos. Una de las herramientas principales de este enfoque es el cálculo cuantitativo del riesgo físico y su influencia en las frecuencias y tipos de inspecciones selectivas para lograr un riesgo residual aceptable según la

cultura Norteamericana. Este enfoque esta guiado por los códigos API 579, 580 y 581 que serán analizados resumidamente en capítulos de este libro.

Inspección basada en riesgo API 581



El último enfoque es el conocido como el enfoque europeo que está centrado en asegurar la seguridad funcional de empresas que contienen componentes de riesgo en sus procesos y su principal preocupación es el diseño de sistemas de protección formado por seres humanos y tecnología instrumentada que prevengan y mitiguen los accidentes mayores. La expresión de este enfoque está bien desarrollada en los documentos de riesgo funcional IEC 61508 y 61511.



Los tres enfoques analizados tienen como factor común el reconocimiento de la necesidad de mejorar la integridad industrial y tecnológica en los siguientes niveles:

- Sistemas físicos (Máquinas, tableros eléctricos, tanques, recipientes a presión, etc.)

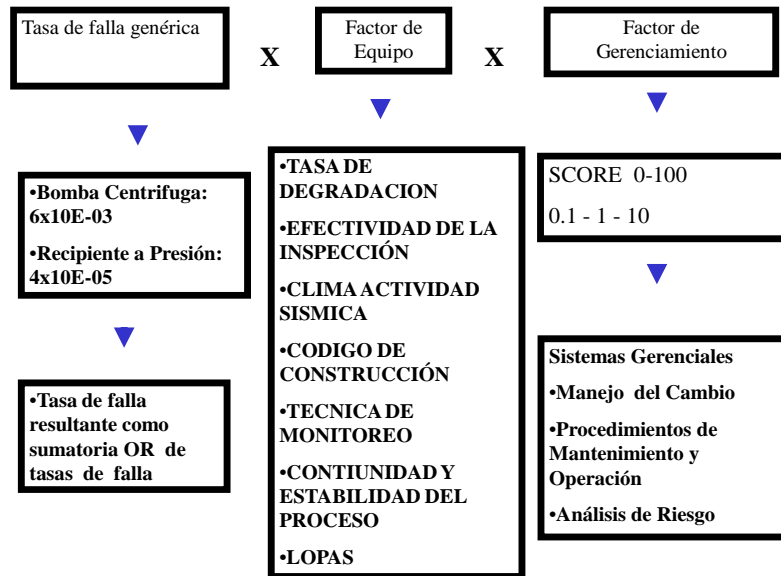
- Sistemas de control de proceso (Controladores, posicionadores, transmisores, transductores, elementos finales de control, SCADA, RTU y control distribuido)
- Sistemas de seguridad (SIS: Safety Instrumented Systems)
- Recursos humanos y sistemas de gestión

También concuerdan en las principales herramientas de aplicación a saber:

- CORRECTIVAS/ROTURA
- PREVENTIVAS
- PREDICTIVAS
- RCM - TPM - RCA
- BASE CONFIABILIDAD, RIESGO E INTEGRIDAD

Ahora nos enfocaremos en el código API 581 y su mecánica. Este código que como se vio es uno de los más populares y difundidos mundialmente nos permite modificar la frecuencia y tipos de nuestras tareas de inspección sobre bases científicas.

La metodología se centra en individualizar los modos y mecanismos de falla y cuantificar sus tasas. Estas tasas de falla serán junto con las consecuencias las que determinen la magnitud cuantitativa o semi-cuantitativa del riesgo. Para que su enfoque sea universal y represente las distintas realidades industriales que se hallan presentes en nuestro mundo estas frecuencias de falla son modificadas cuantitativamente por factores de equipo y factores relacionados con la efectividad de nuestros sistemas de gestión tecnológicos y humanos. En el diagrama inferior podemos apreciar los fundamentales.



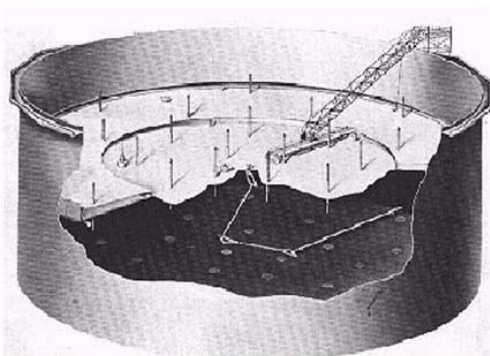
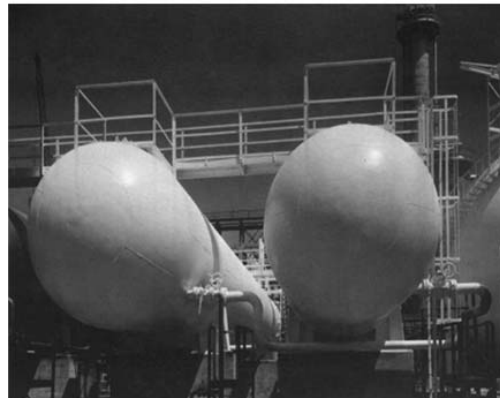
Los principales factores de modificación de la probabilidad basados en los equipos y el tipo de gestión técnica son:

- Alcance, liderazgo, mejora continua y auditorías
- Tipo de equipo
- Velocidad de degradación
- Efectividad de la inspección
- Técnicas de monitoreo
- Continuidad y estabilidad del proceso
- Existencia de capas de protección
- Tipos de materiales usados
- Códigos de diseño y construcción
- Administración de contratistas
- Gestión de recursos humanos propios
- Análisis de riesgos físicos y funcionales del proceso
- Revisión antes del arranque
- Manejo de los cambios e interfaces

- Gestión de los equipos de seguridad (SIS)
- Procedimientos de seguridad y permisos de trabajo
- Investigación de incidentes
- Gestión del comportamiento humano

A manera de ejemplo también se adjuntan tasas de fallas genéricas extraídas del código API 581 para un modo de falla estudiado como es la pérdida por fisura de 0.25" de largo en distintos equipos industriales y expresados en fallas por año.

- Bomba Centrífuga: 6×10^{-3}
- Recipiente a Presión: 4×10^{-5}
- Tanque atmosférico: 4×10^{-5}
- Piping (8"): 3×10^{-7}



De esta manera se pueden definir o mejorar los planes de inspección para evitar pérdidas y desarrollar sistemas de detección de fugas que puedan evitar riesgos, aislando todos aquellos accidentes que puedan ser contenidos e identificando procedimientos y tecnologías mitigantes.

Primero comentaremos el enfoque cualitativo que nos permite priorizar riesgos en tres niveles pero de manera relativa. Este análisis es de aplicación en plantas con gran cantidad de equipos, en una sección funcional o en un sistema, es decir, a un equipo mayor y todos sus auxiliares. Se desarrolla en el Anexo A del código API 581 y se explica por pasos. El primer paso tiene que ver con el cálculo de la probabilidad y depende de los siguientes factores: la cantidad de equipos que conforman la unidad bajo estudio, los mecanismos de daño involucrados, la técnica de inspección, el tipo de proceso, las características de diseño del equipo y su condición. La suma de estos seis factores determina el factor total de probabilidad. El segundo paso corresponde al análisis de las consecuencias. Se analizan tres tipos de consecuencias principales: fuego, explosión y toxicidad. Por último el resultado de la probabilidad y el resultado más alto de consecuencia se llevan a la matriz de riesgo dada por el método ubicando cada unidad operativa en una posición relativa de la misma. Este es un ejemplo de la mecánica del método para un cálculo de probabilidad

Probabilidad, cálculo del factor de equipos

Si una unidad completa es evaluada (> 150 equipos) EF=15

Si un sector de aproximadamente 20-150 equipos EF=5

Si un grupo de entre 5-20 EF=0

Probabilidad, cálculo del factor de daño

Si hay mecanismos activos de “corrosión cracking” en CS DFI=5

Si hay fractura frágil DF2=4

Fatiga inducida térmicamente DF3=4

Ataque de hidrógeno DF4=4

Corrosión localizada/general DF=3/2

Creep efecto DF8=1

Fase sigma DF9=1

Probabilidad, cálculo del factor de inspección 2 a 5

Si se usa diversidad de tecnologías de inspección IF1= -3

Si se mide ultrasonido y hay un programa de inspección IF2=-2

Si no hay un programa de inspección formal IF1=0

Probabilidad, cálculo del factor de condición

Housekeeping CCF1= 0 a 5

Estándares de diseño y construcción CCF2= 0 a 5

Programa de mantenimiento de planta CCF3= 0 a 5

Probabilidad, factores del proceso

Demandas PF1= 0 a 5

SIL / LOPAS

Ensuciamiento

Puntajes

De 0 a 15 categoría de probabilidad 1

De 16-25 categoría de probabilidad 2

De 26-35 categoría de probabilidad 3

De 36-50 categoría de probabilidad 4

De 51-75 categoría de probabilidad 5