

## Reflexiones en la Aplicación del Concepto de Riesgo a la Gestión Industrial

En la Gestión del Mantenimiento y de los Proyectos de Diseño y Construcción se aprecian cinco disciplinas bien diferenciadas:

- Equipos Mecánicos Rotativos.
- Equipos Estáticos: Recipientes, Cañerías y Accesorios.
- Automatismos e Instrumental de Seguridad de Proceso.
- Sistemas Eléctricos de Potencia.
- Sistemas de Control de Proceso.

Es común que estas disciplinas se correspondan con igual cantidad de Divisiones integrantes de la Organización del Mantenimiento. Estas Divisiones gestionan el Mantenimiento y los proyectos asociados a su gestión con Estrategias específicas y objetivos individuales. Ejemplos: Relación Servicios Contratados / Propios-Política de Outsourcing-Scheduling y Planning Propio ó Compartido, etc.

### *Convergencia de Políticas*

Desde hace veinte años y especialmente en los diez últimos años el Gerenciamiento del Mantenimiento y de los proyectos del Mantenimiento han tratado de hacer converger las Políticas hacia un "Objetivo Técnico-Económico Central con Intervención de la Confiabilidad" en forma parcial ó total.

Las diferentes escuelas del manejo del mantenimiento se pueden dividir en cuatro grandes grupos, donde en cada una de ellas tiene especial relevancia una determinada filosofía de aplicación.

- Basado en Confiabilidad
- Basado en el Negocio.
- Productivo Total.
- Combinado.

### *Concepto de Riesgo.*

En los últimos seis años, las grandes Instituciones de la Ingeniería Internacional han establecido Códigos y Estándares que Determinan como elemento Fundamental del dictado de las Políticas de Mantenimiento y Proyectos al Concepto del "RIESGO". Los Dptos. De Inspección de Equipos Estáticos (Recipientes a presión, Cañerías, Accesorios de Cañerías), el Dpto. de Seguridad, El Dpto. Técnico de Proceso se han orientado hacia la evaluación del Riesgo como Base de su Gestión. En algunos países desarrollados tecnológicamente estas Normas son reconocidas como sistemas regulatorios con fuerza de ley. Códigos y Normas que fundamentan el Riesgo como base del Mantenimiento Industrial Moderno. Grupo coherente de Normas, Códigos y Regulaciones Extranjeros:

- OSHA-29 CFR 1910.119 Process Safety Management (1992).
- API- 580 y API – 581 "RISK Based Inspection" (Mayo 2002).
- API-579 "Fitness-For Service ; Fatiga y Fractomecánica
- ASME "Criteria For Acceptance of Risk (Febrero 2000).
- ASME "Risk-Based Inservice Testing" General Doc.(2000).
- IEC 61508 "INTERNATIONAL STANDARD" Functional Safety of Safety Related Systems (1998 al 2000). Conformado por siete partes y direccionada a la Industria en General. Quedando actualmente como marco general de otras normas específicas (framework).

- IEC 61511 "Safety Instrumented Systems for the Process Industry Sector" ( 2002 al 2003). Conformada por tres partes y destinada a las Industrias del tipo Petroquímicas, Químicas, Fertilizantes, Metanol, Refinerías de Petróleo, Extracción y separación de Gas y Petróleo, etc.
- IEC 62061 Mach. Safety – Functional Safety of safety related Electrical, Electronic and Programmable Electronic Control Systems.
- ISO 14121 Mach. Safety – Principles of Risk Assessment.
- ISO 12100 Mach. Safety – Basic Concepts Principles for Design.
- ISO 13849 Mach. Safety – Safety related parts of Control Systems.
- ANSI/ISA – S 84.01-1996 "For Use in Safety Applications" . Safety Instrumented Systems for the Process Industry. EPA-Environmental Protection Agency-Risk Management Plan. Regulation – 40 CFR 68.220-(1998)-58 FR 54190

### **Gestión Moderna de Proyectos y Gestión del Mantenimiento Industrial.**

En la actualidad la Gestión del Mantenimiento Moderno se considera integrada al Proyecto (intervención temprana) se sigue ejecutando a través de inspecciones y test programados con carácter preventivo ó predictivo, pero la frecuencia de las inspecciones, el nivel técnico de los procedimientos a utilizar y el equipamiento empleado, responden estrictamente a los Códigos citados (garantizar el riesgo tolerable). La aplicación de estos Standards, Códigos y Regulaciones, generan una amalgama de disciplinas conjuntamente con una "Visión y Misión Empresaria" que marca el rumbo común para todos los Integrantes. Etapas Claves:

- Verification: (interpretación de IEC 61511/ISA S84). El conceptual diseño es verificado contra las especificaciones requeridas de seguridad – verificación del "SIL". ¿Lo entregado se ajusta a lo especificado?

- Validation: (interpretación de IEC 61511/ISA S84). Es la actividad que prueba que el SIS trabaja. Incluye un completo Input to Output Test.
- Auditing: Enfatiza la importancia de asegurar la "performance" a largo término. El SIS deberá ser auditado para determinar la real "Demande Rate". En el SIS deberán ser registradas las "Failure Rate".

### ***Cuantificación - Unidades***

El RIESGO definido como el producto matemático de Frecuencia del Evento por Consecuencia del mismo, se expresa cuantitativamente con unidades específicas para cuatro conceptos diferenciados:

- 1) Interrupción del Negocio (\$ / año).
- 2) Daños a Equipos (piés cuadrados año).
- 3) Efectos a la Salud (piés cuadrados año).
- 4) Impacto Ambiental (\$ / año).

### ***Fundamentos – Principios Básicos.***

La cuantificación del "RIESGO" requiere de un manejo conceptual y técnico de la "Confiabilidad Cuantitativa" la cual encuentra sus fundamentos en la Estadística y la Teoría de las Probabilidades.

El trabajo del especialista consiste en relacionar el Riesgo con la Integridad requerida según Códigos y verificar si el Equipo ó sistema cumple con esta Integridad, sea intrínseca (física) ó funcional. Los Códigos referenciados son mandatorios solamente en cuestiones muy básicas, dejando al buen criterio del especialista la interpretación de los mismos y cumplimiento de las Reglas del Arte.

### ***Falla de la Integridad Física***

“Deterioro físico ocasionado por mecanismos de falla, que producen el colapso mecánico del equipo ó sistema”. Corrosión química, daño metalúrgico, fatiga, fragilidad, fracto-mecánica, avance de fisuras, etc.

Las dos Instituciones Mecánicas Principales “API y ASME” no tienen diferencias filosóficas, pero sus Técnicas y Metodologías siguen distintos caminos de análisis y/ó aplicación.

“Criterio API”: Partiendo de la Frecuencia de Falla Universal de un Equipo para un determinado mecanismo de daño, ajustar la misma a las características del Proceso y de la Empresa específica, aplicando gran cantidad de variables (componentes de riesgo) y calcular la severidad del accidente por un método Cualitativo ó Cuantitativo que establece el propio Código.

“Criterio ASME”.

- FMEA (Failure Modes and Effects Analysis).
- FMECA (Failure Modes and Effects Critically Analysis).
- HAZOP (Hazard and Operability Study).
- FTA (Fault Tree Anlysis).
- ETA (Event Tree Analysis).
- MLD (Master Logic Diagram).
- What – If (Question Sets).
- Check-List Constructability.
- Check-List Maintainability.
- What-If / Check-List.
- Cause and Effect Diagrams.

Listado de herramientas que aplicadas correctamente en forma individual ó en conjunto, según necesidad, permiten evaluar, modificar, morigerar, ó validar el nivel de Riesgo de un Equipo ó Sistema, para alcanzar el valor tolerable en un todo de acuerdo a lo establecido por los Códigos ó Regulaciones. La oportunidad de uso de estas disciplinas técnicas de gestión se extiende a lo largo del total ciclo de vida de la Instalación,

desde tiempo temprano en la etapa del proyecto, durante su vida útil (mantenimiento /mejoras) hasta su discontinuidad. Falla de la Integridad Funcional de un Sistema:

“Sistema Instrumentado de Protección” que Falla a la función asignada en forma Peligrosa. Evento indeseable producido por falla simultánea ó entorno de tiempo razonable del Sistema de Control y Sistema de Protección de la variable en cuestión.

Las dos Instituciones líderes en la evaluación cuantitativa y cualitativa de la integridad funcional de los Sistemas Instrumentados de Seguridad son:

- International Electrotechnical Commission- IEC 61508/61511.
- ISA Instrument Society of America- ANSI/ISA-S 84.01-1996.

Ambas Instituciones son autosuficientes, cada una de ellas en su objetivo de alcance, “IEC” establece los métodos para obtener el “SIL” nivel de integridad de seguridad de un Sistema de Protección, (Eléctrico, Electrónico, y Programable Electrónico), “ISA” se ocupa de la aplicación de los Sistemas Instrumentados de Seguridad.

El manejo del Concepto de Aleatoriedad en los fenómenos naturales que están involucrados en la fallas intrínsecas y/ó funcionales de los equipos y sistemas del Proceso Industrial, a través de la Confiabilidad ( Reliability), Disponibilidad (Availability ) y Mantenibilidad (Maintainability ), es de importancia máxima para estar en condiciones profesionales de desarrollar un Programa de Mantenimiento General basado en el Riesgo. El objetivo consiste en identificar los equipos y sistemas con Riesgo Crítico, concentrar recursos humanos y tecnológicos en ellos, aumentando frecuencias de inspección, mejoras en la efectividad de los procedimientos, diseñando arquitecturas redundantes de mayor confiabilidad, de modo de controlar los mecanismos de deterioro principales de los componentes y disminuir la tasa de falla, reduciendo el valor del Riesgo al aceptable acorde a

Códigos y Regulaciones, todo esta estrategia dentro de la mayor efectividad económica y posibilidad técnica.

### *Entorno de Gestión Administrativa y Legal del Riesgo en la República Argentina*

- Gestión de la Salud y Seguridad Ocupacional IRAM 3800 (SSO).
- Referencial OHSAS 18001 ; BS 8800. Management of occupational health ; ISO 14001 ; OSHA (EEUU). La organización llevará a cabo la evaluación de riesgos incluyendo la identificación de peligros (Ver IRAM 3801 Cap. 3).
- Sistema de Gestión Integrado ó aplicación parcial.
- ISO 9001: 2000, Gestión de la Calidad.
- ISO 14001: 1996, Gestión del Medio Ambiente.
- IRAM 3800: 1998, Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional.
- Ley 13660 y Decreto 10877/60, Establece normas a las que deberán ajustarse las instalaciones de elaboración, transformación y almacenamiento de combustibles sólidos minerales, líquidos ó gaseosos (prevención y control de incendio). Carga y Descarga de Combustibles.
- Ley 19587, Decreto Reg. 351/79 y Resoluciones posteriores bajo la cual se deberá considerar primordialmente:
  - Protección de máquinas, instalaciones y artefactos.
  - Prevención de accidentes de trabajo.
  - Colocación y mantenimiento de resguardos y protectores de máquinas y todo género de instalaciones, con los dispositivos de higiene y seguridad que la mejor técnica aconseje.

- Se deberán observar las recomendaciones nacionales e internacionales: IRAM – ASTM – ASME – IEC – NEC – UE. (Convenios con IRAM).

La Ley Argentina reconoce la complementariedad de las normas extranjeras con las nacionales en particular:

- IEC 61511 Process industries.
- IEC 61513 Nuclear power plants.
- IEC 62061 Machinery sector.
- IEC 61800-5-2 Power drive systems.

### ***Asignación de Funciones:***

No tiene importancia fundamental el tipo de organización existente en la Empresa "Organigrama" pero es de trascendencia la integración de las Divisiones en un verdadero equipo funcional, "Organización Vertebrada", de modo que se trabaje siguiendo una política única, coordinada y eficaz.

La conformación de lo que se denomina internacionalmente el "Team", el cuál es el ambiente natural de desarrollo de los proyectos en su "Ingeniería Básica y seguimiento durante todo el ciclo de vida" compuesto por representantes de todas las especialidades, se beneficia con el efecto sinérgico de cada participante.

Este concepto de multifuncionalidad debe extenderse a toda la Organización Empresaria, de lo contrario no tendrá asegurado el éxito de los emprendimientos en la dirección deseada.

Es común ver en organizaciones modernas, la implementación de un Manual denominado "Metodología Global de Proyectos" ó denominación similar, el cual tiene como objetivo funcionar como

ayuda memoria del orden que deben seguir los pasos sucesivos de un proyecto, la asignación clara del momento y tramo de la participación de los diferentes especialistas, el listado del Check-List por especialidad, así mismo las obligatorias reuniones del Team seleccionado para el proyecto específico presidida por el Gerente del Proyecto. Una descripción general que abarca todas las listas de tareas, verificaciones, controles y reglas del arte en el cumplimiento de aspectos de Seguridad, Confiabilidad y Riesgo de la futura instalación en sus consideraciones de integridad física e integridad funcional. Seguimiento en el desarrollo del proyecto de las políticas que hacen a la filosofía Empresaria (Intervención Temprana, Front-End Loading, Value Engineering, LCC, Retorno de Capital, etc.).

Actualmente en Organizaciones Modernas no es conveniente establecer una frontera bien definida entre la Ingeniería de Proyectos, Diseño y la Ingeniería de Mantenimiento. Es común ver vínculos jerárquicos y funcionales de diferentes áreas específicas para un mismo técnico, siendo la duración de la asignación tan dinámica como lo requerido por las circunstancias.

### **Beneficios producidos por la evaluación de Riesgos en la gestión del Mantenimiento y Obras de Ingeniería:**

Etapa de Factibilidad de Inversión: Aplicar metodologías cuantitativas de evaluación de Riesgo producen proyectos claramente justificables, frente a propietarios y autoridades nacionales, provinciales y/o municipales. Etapa de Diseño: La evaluación del Riesgo con la política de intervención temprana, evita reciclo del proyecto, economía de costo y tiempo. Pre Start up: Bajar las tasas de incidentes durante el arranque de la facilidad, evita rotura de equipos y/o accidentes personales.

### **Operación:**

- Mantener una performance excelente en seguridad.
- Presupuestos operativos de producción y costos según estimado.
- Optimizar la calidad del producto (constancia de calidad).
- Cumplimiento de cláusulas comerciales de entrega de producto.

### **Mantenimiento:**

- Optimizar la disponibilidad y costo del mantenimiento.
- Mantener el estándar de seguridad.
- Optimizar las frecuencias de mantenimiento en base a análisis cuantitativo de riesgos.

### **Otras Aplicaciones:**

- Hazop, Clasificación de Área eléctrica.
- Oficina de Proyecto: Cumplimiento de Códigos, Normas y Standards.
- Mantenimiento: FEMECA, Confiabilidad, Disponibilidad, etc.
- Inspección de Equipos: Corrosión, Daños Metalúrgicos, Soldadura.
- Dpto. de Seguridad: Lucha contra fuego y Escapes.
- Dpto. Economía y Finanzas: "LCC" Life Cycle Cost."
- Team – "Evaluación de Riesgo", "What-If", "Check-List", "MLD", "Fault Tree Análisis"