



## **Diseño y Evaluación de Sistemas Instrumentados de Seguridad en Plantas de Procesos Químicos según la norma IEC 61511**

**Método de análisis LOPA (Layer of Protection Analysis) - Análisis de la Protección por Barreras**

**Hotel Claridge, Tucumán 535, CABA, Salón TUDOR P.B - 28, 29 y 30 de octubre de 2014**

# **PROGRAMA DEL CURSO**

## **28/10/2014 - PRIMER DIA:**

Apertura: ..... 8:30 h  
Inscripción y acreditación: 8:30 a 9:00 h  
Inicio de las clases: ..... 9:00 h

### **Módulo 1 – INTRODUCCIÓN**

Conceptos básicos de seguridad industrial. Concepto de peligro y concepto de riesgo. Tipos y magnitud de los eventos peligrosos. Probabilidad de ocurrencia de una causa inicial de un evento peligroso. Matriz de riesgo. Niveles de los riesgos en la matriz de riesgo. Clasificación de los riesgos. Concepto sobre el estudio Haz-Op. Objetivos y acciones. Máximo Nivel de Riesgo Tolerado,  $F_{MRT}$ . Descripción de salvaguardas o barreras a la propagación de eventos peligrosos.

### **Intervalo (café/te): 10:30 a 10:45 h**

### **Módulo 2 – NORMATIVA DE LOS SISTEMAS INSTRUMENTADOS DE SEGURIDAD**

Presentación general de la normas IEC 61508 y IEC 61511. Guía del CCPS (Center for Chemical Process Safety) y los informes técnicos ISA. Antecedentes históricos de los estudios PHA (Process Hazard Analysis). Métodos y objetivos de los estudios de seguridad. Estudio Haz-Op y estudio LOPA. Criterios de seguridad en el diseño e ingeniería de los Sistemas Instrumentados de Seguridad (SIS) utilizados en instalaciones de la industria de procesos.

### **Módulo 3 – FILOSOFÍA DE SEGURIDAD APLICADO POR EL ANÁLISIS LOPA**

Definición de Riesgo aplicada a los estudios Haz-Op y LOPA. Riesgos inherentes al diseño básico de los procesos y operaciones unitarias que componen el proceso industrial. Diseños inherentemente seguros. Riesgos relevantes de operación de proceso. Caracterización de los riesgos. Calificación de los Riesgos. Matriz y niveles de riesgos. Mitigación de riesgos por aplicación de barreras de protección. Barrera independiente de protección, IPL (Independent Protection Layers, IPL). Sistema de gestión de seguridad, contenidos en las Cláusulas 5, 6 y 7 de la Norma IEC 61511.

### **Intervalo para almuerzo (libre): 12:30 a 13:45**

#### **Módulo 4 – CRITERIOS DE EVALUACION Y PREVENCIÓN DE RIESGOS.**

La fase de evaluación de los riesgos se aborda en las Cláusulas 8 y 9 de la Norma IEC 61511. Se identifican las causas raíces y los acontecimientos iniciadores de los eventos que pueden generar situaciones peligrosas en los procesos. Se estiman la frecuencia de ocurrencia y la severidad de la posible consecuencia para cada evento potencial. Conocida la estructura de propagación de los eventos de peligro, se desarrolla una estrategia de detención de la propagación de los mismos o la reducción de frecuencia de ocurrencia y mitigación de las consecuencias.

### **Intervalo (café/te): 15:15 a 15:30 h**

#### **Módulo 5 – CRITERIOS DE DISEÑO Y DE LA INGENIERIA DEL SIS.**

Las consideraciones de diseño e ingeniería del SIS se abordan en la cláusula 11 de la norma IEC 61511. Salvaguardas y barreras independientes de protección, IPL. Mitigación, reducción o eliminación de los escenarios de riesgo en cada segmento de la planta. Arquitectura del SIS. Funciones instrumentadas de seguridad, SIF, o enclavamientos. Propiedades de las funciones instrumentadas de seguridad, SIF. Concepto de barrera de protección autónoma, independiente y auditable. Estructura de una SIF. Probabilidad de falla a la demanda de una IPL (Independent Protection Layer). Definición de “Nivel SIL (Safety Integrity Level)” o “Nivel de confiabilidad” de la barrera de protección de seguridad, IPL, o enclavamiento.

#### **Módulo 6 – REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD (SRS) PARA EL DISEÑO DEL SIS.**

Las SRS están especificadas en la Norma IEC 61511 en las cláusula 10 y 11. La cláusula 10 es una colección de información que especifica la base de diseño del SIS. Especificación de Requerimientos de Seguridad (Safety Requirements Specification, SRS) para el diseño del SIS. La cláusula 11 provee muchos requisitos específicos de diseño, incluida la separación del SIS del BPCS y la necesidad de establecer el Máximo Nivel de Riesgo Tolerado,  $F_{MRT}$ , del sistema instrumentado de seguridad, SIS. Requerimiento de “Nivel SIL (Safety Integrity Level)” o “Nivel de confiabilidad” para las barreras de protección de seguridad, IPL, o enclavamiento.

---

### **29/10/2014 - SEGUNDO DIA: APERTURA 8:30 hs**

**INICIO DE LAS CLASES: 9:00 hs**

#### **Módulo 7 – ESTRUCTURA Y COMPONENTES DE LAS FUNCIONES INSTRUMENTADAS DE SEGURIDAD**

Dispositivos e instrumentos que componen las funciones instrumentadas de seguridad, SIF, o enclavamientos. La selección de dispositivos que componen los SIS se aborda en el IEC 61511, cláusula 11.5.

Definición de probabilidad de fallas de la SIF. Tipos de fallas. Fallas detectables y fallas no detectables. La probabilidad de falla a la demanda, PFD de los

dispositivos. Probabilidad de falla de cada modulo de una SIF (de los sensores, programador lógico, PLC, y actuadores).

**Intervalo (café/te): 10:30 a 10:45 hs**

### **Módulo 8 – DISEÑO DE LAS FUNCIONES INSTRUMENTADAS DE SEGURIDAD**

Criterios de diseño de las SIF o enclavamientos. El diseño de las SIF puede tener distintas arquitecturas en cuanto a la cantidad de dispositivos o módulos operativos y redundantes que la componen. Se discutirá el impacto de cada decisión de diseño y se presentarán ejemplos típicos. Confiabilidad o nivel SIL de las SIF.

**Intervalo para almuerzo (libre): 12:30 a 14:00**

### **Módulo 9 – VERIFICACION DE LA ARQUITECTURA DEL SIS Y DEL DISEÑO DE LAS SIF SEGÚN LA NORMA IEC 61511**

La cláusula 11.9 de la norma IEC 61511 requiere la verificación de la ingeniería de detalle y la confiabilidad de cada una de las funciones instrumentadas de seguridad, SIF, que componen el sistema instrumentado de seguridad, SIS. Métodos de verificación.

**Intervalo (café/te): 15:15 a 15:30 hs**

### **Módulo 10 – ESTUDIO LOPA COMO METODO DE DISEÑO DEL SIS.**

Es estudio LOPA es un método de análisis para determinar el numero de IPL requerido para obtener un nivel de protección suficiente para cumplir con el criterio de Máximo Nivel de Riesgo Tolerado,  $F_{MRT}$ , para cada escenario de riesgo analizado. Determinación del nivel de confiabilidad (Nivel SIL) de cada función instrumentada de seguridad, SIF, que forma el SIS. Secuencia de análisis del estudio LOPA. Planillas de evaluación y resultados.

**16.30 hs- FIN DEL CURSO LOPA BÁSICO.**

**EVALUACIÓN DEL CURSO. ENTREGA DE CERTIFICADOS DE ASISTENCIA.**

---

**TERCER DIA: APERTURA 8:30 hs**

### **TALLER DE ESTUDIO LOPA**

**INICIO DE LAS CLASES: 9:00 hs**

#### **Módulo 11– SIMULACIÓN DE UN ESTUDIO LOPA**

Software para estudios de “Análisis de Riesgos de Procesos”, PHA. Ejemplo de planillas usadas en el estudio LOPA. Participación de los asistentes en la presentación de un ejemplo de estudio LOPA. Evaluación de las funciones de seguridad del SIS de una planta industrial, usando ejemplos de análisis de

escenarios de riesgo pertenecientes a segmentos de un Diagrama de Procesos e Instrumentación, P&ID, de una planta mediante la aplicación de ciclos de análisis LOPA. Análisis de las IPL o barreras de protección de riesgo de cada escenario y determinación de los niveles SIL requeridos para cumplir con los “requerimientos de seguridad”, SRS.

**16.30 hs - FIN DEL TALLER DE ESTUDIO LOPA.**

**EVALUACIÓN DEL TALLER. ENTREGA DE CERTIFICADOS DE ASISTENCIA.**

---

#### **BIBLIOGRAFIA**

- Normas IEC 61508 y IEC 61511 de la **International Electrotechnical Commission**, (<http://www.iec.ch/>) Institución que regula el diseño y gestión de los sistemas electrotécnicos y de los Sistemas Instrumentados de Seguridad.
- CCPS Guidelines for Safe and Reliable Instrumented Protective Systems, AIChE.
- Safety Instrumented Systems, Perry's Handbook of Chemical Engineering
- Safety Instrumented Systems, Kirk Othmer Encyclopedia of Chemical Technology