



**30 de noviembre y 1 de diciembre de 2017**

**Sesiones:** Jueves y viernes

**Horario:** 08:30 a 12:30 y 14:00 a 18:00 hrs.

**Lugar:** Campus UPSA

**Contacto:** Ronie Krukliis, Telf: 346-4000 int. 218/e-mail: [cenace@upsa.edu.bo](mailto:cenace@upsa.edu.bo)

## INTRODUCCIÓN

Los intercambiadores de calor (HE) están presentes en casi la mayoría de las industrias, aplicados a operaciones unitarias de calentamiento, enfriamiento, evaporación, condensación, etc. y son considerados equipos críticos

En estos equipos se puede manejar fluidos de las más variadas condiciones (gases, líquidos, suspensiones, flujo viscoso, etc.) y en servicios corrosivos, erosivos, que sumadas a las condiciones de presión y temperatura de operación, dan un cuadro complejo de

fenómenos que deben ser evaluados cuidadosamente. Se aplican en el manejo de productos alimenticios, farmacéuticos, químicos, petroleros, etc.

Mantener las temperaturas de proceso es la función principal de los intercambiadores de calor, para garantizar la performance de las operaciones a las que están asociados. Por otro lado, juegan un rol esencial en el uso racional de energía, ya que las aplicaciones en altas o bajas temperaturas provienen del poder calorífico de los combustibles quemados en calderas u hornos o bien del consumo de energía tal es el caso de las aplicaciones frigoríficas o criogénicas

Estos equipos son diseñados y construidos mecánicamente bajo reconocidos códigos americanos tales como TEMA o HEI, ASME VIII, API 660, 661 o los estándares europeos ISO 13704, 13706, 16812, etc. En el transcurso de la operación los equipos van sufriendo procesos de desgaste, ensuciamientos de tubos y carcazas, o bien reducción de resistencia mecánica por causas diversas que pueden afectar la integridad de los mismos y una baja eficiencia térmica

Este curso tiene por objeto integrar las herramientas y recomendaciones de los estándares internacionalmente aplicables a la inspección y mantenimiento, con aquellos aspectos del diseño térmico que caracterizan y definen la operación de los intercambiadores de calor

## PÚBLICO OBJETIVO

Profesionales y Técnicos de las áreas de Ingeniería, Producción, Mantenimiento o Servicios, relacionados con la operación, el proyecto, construcción, montaje,



mantenimiento, inspección o seguridad de intercambiadores de calor, que precisen conocer, implementar o actualizar sus prácticas ingenieriles o de control de calidad relacionadas con estos equipos. Se aplica a todas las industrias y servicios que posean estos equipos

## Requisitos

Ser ingeniero o técnico con no menos de tres años de experiencia en plantas industriales obtenidas en las siguientes áreas: producción, mantenimiento o ingeniería relacionados con calderas. Los participantes deberán asistir provistos de laptop o calculadoras manuales para el desarrollo práctico

## OBJETIVOS DEL CURSO

- Aprender los fundamentos básicos del diseño térmico e identificar, los principales parámetros operativos del equipo según el caso analizado
- Manejar la clasificación de equipos según TEMA o HEI y su campo de aplicaciones
- Manejar las propiedades mecánicas y metalúrgicas de los componentes a presión según estándares ASTM-ASME y TEMA
- Conocer los principales mecanismos de desgaste y fuentes de riesgos mecánicos en los distintos tipos de equipos y partes integrantes
- Aprender sobre el impacto de las incrustaciones en el proceso de transferencia de calor y sobre la temperatura de la pared metálica
- Aprender las diferentes técnicas de inspección y medición según los estándares ASME, API, EPRI, NACE y ASNT

- Definir qué inspeccionar, cuándo, dónde y con qué técnica
- Implementar programas de limpieza y ensayos térmicos de performance
- Desarrollar programas de inspección integrados para cada etapa de disponibilidad del equipo (marcha y en parada)

## METODOLOGÍA

La estrategia de enseñanza estará basada en la presentación y análisis de casos industriales reales incentivando la interacción de los participantes. Se usarán presentaciones en Power Point, videos y desarrollarán ejemplos con cálculos diversos

## DURACIÓN

16 horas reloj

## CERTIFICACIÓN

El certificado es otorgado por la Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra – UPSA

Al finalizar el Programa de Capacitación, se entregará un Certificado de asistencia avalado por la Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra – UPSA. Podrán acceder a dicha certificación quienes cumplan como requisito una asistencia mínima del 80%.

## CONTENIDO MÍNIMO

### Módulo I

- Balance de masas y energía en los intercambiadores de calor (HE). Conceptos básicos del diseño térmico. Parámetros e indicadores claves de funcionamiento y desempeño operacional. Determinación de los coeficientes de convección y el



- coeficiente total de transmisión de calor según el VDI Heat Atlas. Efecto del incrustamiento sobre las temperaturas de salida. El factor de ensuciamiento. El coeficiente total de diseño según TEMA. Valores típicos. Flujo de fluidos y caída de presión. La pérdida de carga como síntoma de obstrucción del flujo.
- Clasificación de los HE según TEMA, HEI y ALPEMA. Partes componentes. Campo de aplicación de los distintos equipos
- Mecanismos de desgaste en los distintos componentes de los HE según API 571. Partes afectadas y principales mecanismos actuantes en el equipo
- Selección y especificación de materiales según ASTM-ASME para las distintas partes. Tubos, coraza, bridas, tapas, chicanas, juntas, etc. Selección de instrumentos de medición para HE
- Análisis de tensiones y dimensionado mecánico de los HE. Esfuerzos mecánicos y térmicos de los componentes. Cálculo de las partes principales según TEMA\_ASME. Requisitos en la fabricación de los HE
- Objetivos del mantenimiento de los HE. ¿Qué inspeccionar, cuando, cómo y dónde? Análisis de riesgos. Inspección según API 510, API 572 y TEMA Section 4. Técnicas de inspección y medición. Beneficios y limitaciones de las técnicas. Criterios para su aplicación. Variables y parámetros de medición y control. La inspección en servicio antes de la parada. **Trabajo Práctico de integración**

## Módulo II

- Técnicas NDT para la inspección de tubos, coraza, cabezales, etc. Evaluación de espesores y determinación del grado de corrosión y vida remanente según API 510. Inspección y determinación de grietas, fisuras. Control de deformaciones en el haz tubular, pandeo de tubos, fisuras en la zona de mandrilado. Inspección de bafles, tirantes, espárragos, etc. Identificación de erosión en las zonas de ingreso y salida de los fluidos. Evaluación de la distribución del ensuciamiento. Análisis de las incrustaciones, espesor, composición. Chequeo de corrosión bajo aislamiento (CUI)
- Limpieza del equipo. Procedimientos mecánicos e hidráulicos. Limpieza química en frío o caliente. Precauciones. Criterios de aceptación para la limpieza. Registro de las actividades. Prueba hidráulica y verificación de fugas. Procedimiento y precauciones
- Control de la sobrepresión. Válvulas de seguridad y alivio. Recomendaciones para la puesta en marcha y parada. Precauciones principales. Test de performance térmico del equipo según BS EN 307. Requerimientos de instrumentación necesaria. Parámetros a medir. Registro de mediciones y balance térmico. Determinación del coef. total de transmisión con tubos limpios



- Trabajos de reparación según ASME PCC2 y NBI. Re entubado. Anulación de tubos fallados. Protección metálica y no metálica de partes desgastadas. Protección catódica. **Trabajo Práctico de integración grupal**

## INSTRUCTOR

### Ing. Carlos Alderetes

Ingeniero mecánico egresado de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional de Tucumán. Postgrado en Administración estratégica en la Universidad de Belgrano (Bs.As.). Profesor asociado en las cátedras de tecnología térmica e Instalaciones industriales

en la UTN-Facultad regional Resistencia y Tucumán. Gerencias y jefaturas en ContaOilServiceSrl, Praxair Argentina, Shell Gas Argentina, Molinos Río de la Plata, Ingenio y Refinería San Martín del Tabacal, YPF Repsol. Experto en calderas MellorGoodwin y SalcorCaren y de la AOTS (Japón)-INTI Argentina. Publica varios trabajos y cursos relacionados a dispositivos de alivio de presión y Calderas en general. Miembro ASME permanente.