



PROGRAMA FORMATIVO RENOVETEC

# TÉCNICO EXPERTO EN TURBINAS DE GAS



Fecha de comienzo: 8 de junio

Fecha de finalización: 26 de junio

Duración: 3 semanas

Carga lectiva: 120 horas en modalidad presencial

Precio: 1.450€ + IVA

Docentes: Equipo multidisciplinar de docentes (operación, control, mantenimiento correctivo y mantenimiento predictivo), expertos en turbinas de gas dirigidos por D. Santiago García Garrido, Director Técnico de Renovetec, con una trayectoria de más de 20 años trabajando con todo tipo de turbinas de gas, en plantas de cogeneración, ciclo combinado y marinas y Autor de una extensa bibliografía en la materia. <http://santiagogarciagarrido.com/index.php/libros-santiago-garcia>

Prácticas: El curso incluye las siguientes prácticas:

- Control y operación de turbinas, por medio de los simuladores desarrollados por Renovetec. Se simularán arranques, paradas, subidas y bajadas de carga y otras operaciones frecuentes. Asimismo se simularán averías.
- Boroscopia de turbinas reales
- Análisis de vibraciones
- Análisis de humos
- Interpretación de análisis de aceites

### PRESENTACIÓN Y CONTENIDOS DEL PROGRAMA FORMATIVO

#### TÉCNICO EXPERTO EN TURBINAS DE GAS

120 Horas lectivas

Desde que a mediados del siglo pasado comenzaran a diseñarse las primeras turbinas de gas para generación de electricidad, las turbinas han ido situándose en una posición privilegiada para la generación eléctrica, y en los últimos veinte años han protagonizado un espectacular aumento del rendimiento de estos equipos que hoy ya casi hace que compitan con los motores de combustión interna, incluso en ciclo abierto. El curso está pensado en técnicos que quieren comenzar su trabajo con turbinas en el área de puesta en marcha o explotación, o en aquellos que ya trabajan con ellas y quieren ser expertos en el diagnóstico de estos equipos, por lo que se trata de un curso de campo, para profesionales que tienen o tendrán, que enfrentarse en su día a día con este tipo de equipos y quieren profundizar en los problemas con los que tendrán que lidiar.

El **PROGRAMA FORMATIVO "TÉCNICO EXPERTO EN TURBINAS DE GAS"** diseñado por Renovetec, tiene una orientación netamente práctica,

puesto que persigue formar técnicos de campo en diagnóstico de turbinas de gas, que sean capaces de detectar las causas de una avería, o de anticiparse a ella mediante técnicas de mantenimiento predictivo como la boroscopia, el análisis de aceites o humos o el análisis de vibraciones.

RENOVETEC ha diseñado el curso, con una base teórica muy importante en los principios y fundamentos técnicos del funcionamiento de las turbinas, sus elementos y analizando las turbinas más representativas del mercado (GE, SIEMENS, ALSTOM principalmente). Asimismo aborda la puesta en marcha, pues es muy importante conocer esta fase para poder trabajar en la operación, mantenimiento y diagnóstico de turbinas.

El curso profundiza asimismo en el control y la operación, utilizando para ello la gran experiencia de Renovetec y los simuladores de turbinas reales desarrollados, a fin de conocer todos los aspectos que un técnico de control debe conocer en su trabajo. La formación contiene la simulación de las principales maniobras a las que se enfrenta el operador de una planta (arranque, parada, subida y bajada de carga, etc.)

Por último la formación se centra en el mantenimiento, partiendo del análisis de las averías más comunes y en su correctivo, para ahondar a continuación en el mantenimiento preventivo y particularmente en las técnicas de mantenimiento predictivo, realizando análisis de vibraciones, boroscopias, análisis de humos y analizando pruebas reales de análisis de aceites realizados, a fin de que, una vez finalizado el curso, los asistentes sean capaces de diagnosticar estos equipos por sí mismos, realizar boroscopias, análisis de vibraciones, análisis de humos e interpretar análisis de aceites. El curso incluye asimismo formación reseñable en el repuesto y en las herramientas a utilizar y en su manejo.

## **PROGRAMA FORMATIVO TÉCNICO EXPERTO EN TURBINAS DE GAS**

### **MÓDULO I: TURBINAS DE GAS. PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO**

#### **LA TURBINA DE GAS**

- Referencias históricas
- Principales tipos de turbinas de gas

- Parámetros característicos
- Aplicaciones

### PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

- El ciclo Brayton
- Funcionamiento de la turbina de gas
- Rendimiento y potencia de turbinas
- Evolución de la turbina. Tendencias futuras

### EJEMPLOS Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE TURBINAS REALES

- Turbina LM 2500
- Turbina TM 2500
- Turbina LM 6000
- Turbina Alstom GT26
- Turbina GE 9FB
- Turbina Siemens V94.3

### PRINCIPALES ELEMENTOS

- El sistema de aire de admisión
- El compresor
- La cámara de combustión
- La turbina de expansión
- El escape
- Elementos estructurales: bancada, carcasa, rotor y cojinetes

### ELEMENTOS AUXILIARES

- El sistema de control
- El sistema de lubricación
- El sistema de refrigeración

### **MÓDULO II: PUESTA EN MARCHA DE TURBINAS DE GAS**

- El proceso de entrega de la turbina para puesta en marcha
- Verificaciones previas
- Commissioning frío
- Commissioning caliente
- Pruebas de prestaciones

### **MÓDULO III: OPERACIÓN DE TURBINAS DE GAS**

#### **OPERACIÓN Y CONTROL DE TURBINAS**

- Arranques
- Paradas
- Vigilancia de parámetros
- Inspecciones en campo
- Elementos de un sistema de control
  - Sensores
  - Transmisores
  - CPU
  - Actuadores
- Características generales de los sistemas de control y de los sistemas de seguridad
- Circuitos a controlar
- Permisivos, salvaguardas y sistemas de seguridad
- Particularidades de los Sistemas SCADA habituales

#### **OPERACIÓN EFICIENTE Y PRÁCTICAS CON LOS SIMULADORES DE TG, Y DE PLANTAS DE COGENERACIÓN Y CICLO COMBINADO DE RENOVETEC**

- El combustible, características y composición
- El aire de alimentación
- El sistema de arranque/encendido

- El sistema de lubricación
- El sistema de refrigeración de alta temperatura
- El sistema de refrigeración de baja temperatura
- Emisiones de NO<sub>x</sub> versus potencia y rendimiento
- Factores que afectan a la potencia
- Factores que afectan al rendimiento

### HERRAMIENTAS PARA LA VERIFICACIÓN DE LA EFICIENCIA

- Balance de masa y energía
- Simuladores

### ARRANQUES, PARADAS, SUBIDAS Y BAJADAS DE CARGA

## MÓDULO IV: MANTENIMIENTO DE TURBINAS DE GAS

### MANTENIMIENTO PROGRAMADO

- El concepto de EOH
- Mantenimiento diario
- Revisión menor
- Revisiones intermedias
- Revisión mayor (overhaul)
- Recomendaciones de pruebas y trabajos a realizar periódicamente

### MANTENIMIENTO CORRECTIVO

- Las averías y sus causas
- Distribución de tiempos para la resolución de averías
- Asignación de prioridades
- Investigación de averías y medidas preventivas

### PRINCIPALES AVERÍAS

- Vibraciones y sus causas
- Pulsaciones de llama
- Fisura en el rotor
- Ensalada de paletas
- Otras averías

### REPUESTOS RECOMENDABLES Y GESTIÓN DEL REPUESTO

- Repuestos Herramientas para el mantenimiento eléctrico
- Herramientas para el mantenimiento eléctrico
- Tipos de repuesto
- Criterios de selección
- Stock de repuestos habitual

### HERRAMIENTAS NECESARIAS

- Herramientas para el mantenimiento mecánico
- Herramientas para el mantenimiento eléctrico
- Herramientas para el mantenimiento de la instrumentación
- Herramientas para el mantenimiento predictivo
- Herramientas especiales

## MÓDULO V: MANTENIMIENTO PREDICTIVO Y DIAGNÓSTICO DE TURBINAS DE GAS

### DIAGNÓSTICO DE TURBINAS DE GAS

- Diagnóstico basado en balances térmicos
- Diagnósticos basados en inspecciones boroscópicas
- Diagnóstico basado en datos obtenidos en el sistema de control
- Inspección visual
- Diagnóstico basado en análisis de aceite

### **MANTENIMIENTO PREDICTIVO. INTRODUCCIÓN.**

- Qué es el mantenimiento predictivo
- La curva de bañera y las curvas reales de probabilidad de fallo
- Ventajas e inconvenientes frente al mantenimiento sistemático
- Ventajas e inconvenientes frente al mantenimiento correctivo
- La importancia de la calidad de las herramientas de predictivo
- Técnicas de mantenimiento predictivo
- Gestión del Mantenimiento Predictivo

### **ANÁLISIS DE VIBRACIONES**

- Análisis.
- Análisis de señales. Transformada de Fourier.
- Aplicaciones de análisis de frecuencia.
- Escalas de medida lineal/logarítmica.
- Equipos de análisis. Aplicación al colector de CEN (1)
- Monitorización de vibraciones en la maquinaria industrial
- Fundamentos del análisis digital de señales vibroacústicas
- Causas más frecuentes de vibraciones en máquinas rotativas

### **DIAGNÓSTICO MEDIANTE ANÁLISIS DE VIBRACIONES**

- Vibraciones en turbinas
- Origen de las averías.
- Averías más frecuentes.

### **NORMAS SOBRE VIBRACIONES EN TURBINAS**

- Tipos de Normativas.
- Evaluación de defectos
- Normas sobre el desequilibrio residual.

### **PRÁCTICAS DE ANÁLISIS DE VIBRACIONES EN TURBINAS CON EL ANALIZADOR DE RENOVETEC**

### **BOROSCOPIA EN TURBINAS DE GAS**

- Análisis de las características técnicas de la turbina a inspeccionar
- Estudio del boroscopio utilizado propiedad de Renovetec
- Configuración del boroscopio para la toma de las imágenes boroscópicas



- Inspección boroscópica
- Análisis de los datos
- Identificación de los problemas detectados
- Elaboración del informe de diagnóstico del equipo analizado

### ANÁLISIS DE HUMOS

- Realización de análisis de humos con el equipo de Renovetec e interpretación de los resultados
- Aspectos a tener en cuenta en la utilización de esta técnica

### ANÁLISIS DE ACEITES

- Tipos de lubricantes y aditivos
- Propiedades físicas y químicas de los lubricantes
- Contaminación, degradación y desgaste
- Tipo de Pruebas analíticas a lubricantes
- Tomas de muestra de lubricantes
- Interpretación práctica de analíticas
- Uso de Kit de muestreo reactivo en campo
- Principales patologías
- Interpretación de informes de análisis de humos en turbinas

## RENOVETEC

RENOVETEC es una empresa dedicada a la formación y consultoría de carácter técnico. Sus principales objetivos son la formación de operarios, técnicos, mandos intermedios y directivos en las áreas de ENERGIA, MANTENIMIENTO INDUSTRIAL, EFICIENCIA ENERGÉTICA y MEDIOAMBIENTE, así como el desarrollo de Consultoría integral en las áreas de O&M de plantas industriales, Auditorías Energéticas y de Mantenimiento y la implementación y parametrización de simuladores de plantas de generación de energía. La actividad de Renovetec se lleva a cabo en España y en múltiples países del mundo, como otros países europeos, la mayor parte de los países latinoamericanos, EEUU, varios países africanos como Botswana, Angola, Sudáfrica, Marruecos, Argelia, etc., Australia y en países asiáticos como Arabia Saudí, ente otros.

Los clientes de RENOVETEC son, principalmente, las empresas del sector energético e industrial. Así, RENOVETEC colabora para entidades como

CEPSA, ENDESA, ALSTOM, ALCOA, FCC, ACCIONA, IBERDROLA INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN, GAS NATURAL, ISOLUX, SAMCA, COBRA, IDOM, ROLLS ROYCE, ELECNOR, ABENGOA SOLAR, ABENER, ABENGOA BIOENERGÍA, ELECTROMUR, HC ENERGÍA, TEYMA, SIEMENS AG, SIEMENS ESPAÑA, ATLANTIC COPPER, E ON, TRANSPORTS METROPOLITANS DE BARCELONA (TMB), SOLEVAL RENOVABLES, ABENGOA BIOENERGÍA, NEOELECTRA, OPEX ENERGY o SACYR VALLEHERMOSO (IBERESE, VALORIZA y Grupo SyV), entre otras. Además de las anteriores, profesionales de empresas como SENER, TORRESOL, ESPELSA, YES, ALTERMIA, MAGTEL, ALBIASA, CYMIMASA, SINI, CIEMAT, TECNOCONTROL, ALAVA INGENIEROS, DEENMA, etc. han participado en las más de 500 acciones formativas organizadas por nuestra empresa. Servicios de consultoría técnica se han prestado en, entre otras, las siguientes compañías: MAN SOLAR MILLENIUM, IBERDROLA, ATLANTIC COPPER, LECHE PASCUAL, NEOELECTRA, CANAL ISABEL II, ENERALCO, ROLLS ROYCE...etc.

RENOVETEC ha impartido programas formativos completos para las más prestigiosas empresas energéticas relacionadas con proyectos energéticos, como Elecnor, Acciona, Abengoa, Siemens o Iberdrola y en estos momentos se configura como una empresa de referencia para la impartición de formación técnica en los ámbitos del Diseño, Construcción, Puesta en Marcha, Operación y Mantenimiento de Plantas e Instalaciones de Generación de Energía Eléctrica y Plantas Industriales en general. Renovetec imparte de forma habitual cursos en la mayor parte de colegios profesionales de Ingenieros Industriales e Ingenieros Técnicos del país. RENOVETEC ha impartido ciclos formativos en el Colegio de Ingenieros Técnicos de Madrid, COITITF, Colegio de Ingenieros Industriales de Zaragoza La Rioja, Colegio de Ingenieros Industriales de Andalucía Occidental, Colegio de Ingenieros Técnicos de Tarragona, Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Extremadura, un Ciclo integral de Formación de ENERGÍAS ALTERNATIVAS en los Colegios de Ingenieros Industriales y de Ingenieros Técnicos de Canarias. Renovetec ha impartido formación avanzada en el CENTRO DE CENTRO NACIONAL DE FORMACIÓN OCUPACIONAL EN ENERGÍAS RENOVABLES (CENIFER), en Pamplona.

Renovetec ha asumido como Entidad especializada en Formación la revisión y el desarrollo de los nuevos manuales de formación de la Empresa ROLLS ROYCE (motores de gas en plantas de cogeneración) así como la impartición de la formación presencial en los Clientes de ROLLS. Asimismo Renovetec ha alcanzado un acuerdo con ITSEMAP (MAPFRE), para la realización de supervisión de centrales de generación de energía, consultoría y formación de su equipo humano responsable de inspección de centrales.

Renovetec es proveedor habitual de formación en ABENGOA BIOENERGÍA (plantas de Salamanca, Coruña y Cartagena, instalaciones en Sevilla), habiendo impartido cursos de turbinas, biocombustibles, etc.

RENOVETEC mantiene una activa relación y diversos acuerdos con entidades como la ASOCIACIÓN EMPRESARIAL EÓLICA, ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO, ASOCIACION ESPAÑOLA DE MANTENIMIENTO, PROTERMOSOLAR, ACOGEN, COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCIA OCCIDENTAL, COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE ARAGÓN Y LA RIOJA, COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE EXTREMADURA, COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE CANARIAS, COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE MADRID, COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE CANARIAS, COLEGIO DE INGENIEROS AGRÓNOMOS DE CENTRO Y CANARIAS, INGEMAN, ASOCIACIÓN CHILENA DE MANTENIMIENTO, CLUSTER DE EERR DE LA CAM, AGENCIA EXTREMEÑA DE LA ENERGÍA, AGENCIA DE LA ENERGÍA DE LA CAM y con medios de comunicación como INFOPOWER, MANTENIMIENTO, CSPTODAY, ENERGIZA, etc.

**Renovetec, asimismo desarrolla en paralelo una intensa actividad de ingeniería y consultoría técnica en el ámbito energético principalmente en la Operación y Mantenimiento de Plantas. Algunos trabajos de referencia:**

- Plan de mantenimiento, GMAO, desarrollo de simulador y plan de formación, para la planta hidroeléctrica de Gove (Angola), central termosolar Les Borges, planta termosolar La Africana, central de ciclo combinado en la Refinería de Luanda (Angola).
- Supervisión de la Ingeniería de Propiedad para la Planta de Biomasa de 20 MW, de BIOENERGÍA EL SALVADOR, para ENERGY INTERNATIONAL y Plan de Formación al equipo de directores y responsables en Miami (EEUU).
- Supervisión de la Ingeniería de proyectos energéticos para IBERDROLA, OPEX ENERGY, ACCIONA, etc.
- Desarrollo de la Ingeniería del Mantenimiento para SOLAR MILLENIUM, Proyecto VICTORIA, Australia
- Desarrollo como KEY EXPERTS en OM del diseño de OM de una Central Termosolar de 100 MW en Bostwana para BPC
- Desarrollo del plan de mantenimiento de una central térmica para IBERDROLA INGENIERÍA DE LA EXPLOTACIÓN
- Desarrollo del plan de mantenimiento y plan de formación de la Central ISCC Hassi RMel, Argelia y de la Central LES BORGES (termosolar-biomasa)
- Participación en el desarrollo del plan de mantenimiento de la Central de CCP de Lebrija, de SOLEVAL RENOVABLES
- Determinación del mantenimiento eléctrico de carácter legal (Alta Tensión) para la fábrica de aluminio ALCOA (Alicante)

- Asesoramiento técnico para el desarrollo de centrales termosolares e Hidroeléctricas, ELECNOR, ENDESA, etc.
- Asesoramiento en Ingeniería del Mantenimiento para OPEX ENERGY
- Revisión supervisión turbinas vapor (NORVENTO, ATLANTIC COPPER, etc.)
- Auditorías técnicas de diversas instalaciones energéticas y petroquímicas para entidades como GAS NATURAL, CENTRAL COSTANERA SUR, PROYECTO MEGA (REPSOL), SOLVAY, etc.
- Informes diversos de avería para POWER SUPPORT, en plantas de cogeneración equipados con motores DEUTZ
- Informe de avería para NACIONAL SUIZA, en siniestro en planta de cogeneración con motores de gas WÄRTISLÄ propiedad de ENERALCO (GAS NATURAL)
- Informe de Avería para INTELSEER – ANGOLA, en siniestro en planta de cogeneración con turbinas

### REFERENCIAS ESPECÍFICAS DE FORMACIÓN EN TURBINA DE GAS

Renovetec ha impartido formación en Turbinas de Gas, a todos los niveles, abordando a la medida de las necesidades del cliente y con la orientación deseada, sus sistemas, operación, control, diagnóstico, supervisión y mantenimiento. Algunas referencias específicas: IBERDROLA, GAS NATURAL FENOSA, ARMADA ESPAÑOLA, ITP, E ON, ABENGOA BIOENERGÍA (en todas las plantas de bioetanol, en la planta de cogeneración instalada), ENDESA, ABENGOA, HC – EDP, ATLANTIC COPPER, COVAP, ELECNOR, NEOELECTRA, REPSOL, CORPOELEC (Venezuela), donde se impartieron tres cursos simultáneos Operación y Mantenimiento de Turbinas de Gas, de 120 horas lectivas cada uno con un reseñable éxito, RAFIKI (Ecuador), HC, TURBOMAQUINARIA, INTEL LDA (Angola), SACYR, etc.

**RENOVE TECNOLOGÍA S.L.**

**CIF B85613800**

Paseo del Saler, 6

28945 Fuenlabrada (Madrid)

Tfno.: + 34 911 263 766

Mail: [info@renovetec.com](mailto:info@renovetec.com)

<http://www.renovetec.com>