

 INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO — CONFIABILIDAD • PRECISIÓN • RESULTADOS —	Programa del Curso Termografía Infrarroja Nivel I	Código: FDI-TER-001
		Revisión: 01
		Fecha: 17 de enero 2026

Termografía Infrarroja Nivel I

	Programa del Curso Termografía Infrarroja Nivel I	Código: FDI-TER-001
		Revisión: 01
		Fecha: 17 de enero 2026

Contenido

1. OBJETIVO GENERAL	3
2. OBJETIVO ESPECIFICO	3
3. PERFIL DE INGRESO	3
4. COMPETENCIAS QUE DESARROLLA.....	4
5. CONTENIDOS DEL CURSO	4
6. METODOLOGÍA.....	10
7. REQUISITOS DE APROBACIÓN.....	10
8. CERTIFICACIÓN	10
9. PRESENTACIÓN DEL INSTRUCTOR	10
CONTROL DE CAMBIOS	12

 INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO — CONFIABILIDAD • PRECISIÓN • RESULTADOS —	Programa del Curso Termografía Infrarroja Nivel I	Código: FDI-TER-001
		Revisión: 01
		Fecha: 17 de enero 2026

Nombre del curso: Termografía Infrarroja Nivel I

Empresa: F&D Ingeniería en Mantenimiento SpA

Modalidad: Presencial / Online en vivo

Duración: 24 horas cronológicas (3 jornadas de 8 horas)

1. **OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar las competencias necesarias para comprender los principios fundamentales de la termografía infrarroja, operar cámaras termográficas, aplicar los principios de termodinámica y transferencia de calor, realizar inspecciones térmicas en aplicaciones eléctricas, mecánicas, de procesos industriales y de edificios, aplicar las metodologías de inspección comparativa, inicial y de tendencia, y elaborar informes y documentación profesional cumpliendo las normas de seguridad, conforme a las normas ASNT SNT-TC-1A, ISO 18436-7 e ISO 9712.

2. **OBJETIVO ESPECIFICO**

Al finalizar el curso, el participante será capaz de:

- Comprender los principios fundamentales de la termografía infrarroja.
- Conocer el funcionamiento y componentes de las cámaras termográficas.
- Aplicar los principios de termodinámica y transferencia de calor.
- Entender emisividad, reflectancia y transmitancia.
- Realizar inspecciones térmicas en aplicaciones eléctricas.
- Realizar inspecciones térmicas en aplicaciones mecánicas.
- Aplicar termografía en diagnóstico de edificios.
- Conocer metodologías de inspección (comparativa, inicial, tendencia).
- Elaborar informes y documentación profesional.
- Cumplir con normas de seguridad en inspecciones térmicas.

3. **PERFIL DE INGRESO**

Este curso está dirigido a:

- Técnicos de mantenimiento.
- Mecánicos industriales.
- Ingenieros.

 INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO — CONFIABILIDAD • PRECISIÓN • RESULTADOS —	Programa del Curso Termografía Infrarroja Nivel I	Código: FDI-TER-001
		Revisión: 01
		Fecha: 17 de enero 2026

- Supervisores de mantenimiento.
- Planificadores.
- Especialistas en confiabilidad.
- Personal de monitoreo de condición.
- Profesionales vinculados al mantenimiento predictivo.

No se requieren conocimientos previos en termografía infrarroja.

4. **COMPETENCIAS QUE DESARROLLA**

El participante será competente para:

- Aplicar los principios de termodinámica y transferencia de calor a la inspección térmica.
- Operar una cámara termográfica conociendo su funcionamiento y componentes.
- Configurar emisividad, temperatura reflejada y demás parámetros de medición.
- Realizar inspecciones térmicas en aplicaciones eléctricas, mecánicas y de edificios.
- Aplicar las metodologías de inspección comparativa, inicial y de tendencia térmica.
- Clasificar la severidad de las anomalías detectadas.
- Elaborar informes profesionales y documentación de la inspección.
- Aplicar las normas de seguridad eléctrica y de seguridad en campo.
- Reconocer las tecnologías complementarias a la termografía.

5. **CONTENIDOS DEL CURSO**

MÓDULO 1. Introducción a la Termografía Infrarroja

Objetivo: Historia, fundamentos y marco normativo.

Contenidos

- ¿Qué es la termografía infrarroja?
- Historia de la termografía infrarroja: hitos históricos y evolución tecnológica.
- El espectro electromagnético.
- Estrategias de mantenimiento:
 - Correctivo.
 - Preventivo.
 - Predictivo.
- Retorno de inversión (ROI) de la termografía: beneficios económicos directos e indirectos.
- Normas internacionales aplicables:
 - ASNT SNT-TC-1A.
 - ASNT CP-189.

	Programa del Curso Termografía Infrarroja Nivel I	Código: FDI-TER-001
		Revisión: 01
		Fecha: 17 de enero 2026

- ISO 18436-7.
- ISO 9712.
- ASTM E1934.
- NFPA 70E.
- IEC 62446.
- Organizaciones de normalización: ASNT, ASTM, ISO, IEEE, IEC, NFPA y CSA.
- Niveles de certificación del termógrafo: Nivel I, Nivel II y Nivel III.
- Glosario de términos de termografía.

MÓDULO 2. Principios de Termodinámica

Objetivo: Transferencia de calor, emisividad y radiación.

Contenidos

- Leyes de la termodinámica: primera y segunda ley.
- Relación de las leyes de la termodinámica con el funcionamiento del microbolómetro.
- Métodos de transferencia de calor:
 - Conducción térmica.
 - Convección natural y forzada; ley de enfriamiento de Newton.
 - Radiación; ecuación de Stefan-Boltzmann.
- Bandas de onda infrarroja: onda corta, onda media y onda larga.
- Emisión de calor en cuerpos sólidos y líquidos.
- Conservación de la energía infrarroja: reflectancia, transmitancia y absorptancia.
- Ley de Kirchhoff y su efecto sobre la medición en objetos opacos y transparentes.
- Emisividad — concepto fundamental:
 - Factores que afectan la emisividad.
 - Materiales de alta emisividad y de baja emisividad.
 - Espejos térmicos y el ejemplo de la cinta aislante.
- Tabla de emisividad de materiales comunes.
- Configuración de la emisividad y de la temperatura reflejada en la cámara.
- Corrección de emisividad en la práctica: tabla del fabricante, medición de contacto de referencia, cinta y pintura de alta emisividad, técnica del reflector arrugado.
- Reflejos térmicos: cómo reconocerlos y superficies problemáticas.
- Temperatura de superficie y gradiente térmico.
- Capacidad térmica de los materiales.
- Precisión en la medida de temperaturas y factores que la reducen.
- Efectos ambientales en la medición: viento, lluvia y humedad, sol directo, temperatura ambiente,

	Programa del Curso Termografía Infrarroja Nivel I	Código: FDI-TER-001
		Revisión: 01
		Fecha: 17 de enero 2026

distancia, superficies mojadas y reflejos térmicos.

- Resumen de fórmulas y conceptos clave.

MÓDULO 3. Cámaras Termográficas

Objetivo: Componentes, funcionamiento y selección.

Contenidos

- Componentes de una cámara termográfica: lente, detector (FPA), electrónica, pantalla, controles, almacenamiento y software.
- Funcionamiento de la cámara termográfica y formación del termograma.
- Rangos de medida por aplicación.
- Precisión de la medida.
- Resolución: FOV, IFOV e IFOVm.
- FOV — campo de visión: lente gran angular, estándar y teleobjetivo.
- IFOV — resolución espacial: cálculo y aplicación con cámara FLIR E5 Pro.
- Ejemplos de IFOV en inspección de motores eléctricos.
- Ejemplos de IFOV en inspección de MCC (tableros).
- Ejemplos de IFOV en inspección de líneas de alta tensión.
- Distancia máxima y mínima: recomendaciones por tipo de equipo.
- Ejemplos de uso de la cámara a distancia corta, media y larga.
- Tipos de lentes.
- Paletas de colores en termografía: escala de grises, incandescente, acero y alto contraste.
- Cámara FLIR E5 Pro: especificaciones principales y usos comunes.
- Ajuste de nivel y rango térmico.
- Herramientas de análisis de imagen: punto de medida, línea de perfil, área, isoterma, delta T, alarma de temperatura y fusión de imágenes (MSX/PiP).
- Software de análisis y generación de informes.

MÓDULO 4. Aplicaciones Eléctricas

Objetivo: Inspección de sistemas eléctricos con termografía.

Contenidos

- Inspección de instalaciones eléctricas: anomalías típicas detectables.
- Componentes principales a inspeccionar: tableros de distribución y CCM, interruptores y seccionadores, transformadores de potencia y medida, barras de distribución, capacitores y reactores, subestaciones y líneas aéreas.
- Prerrequisitos de inspección: equipo energizado y con carga, paneles abiertos, condiciones

 INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO — CONFIABILIDAD • PRECISIÓN • RESULTADOS —	Programa del Curso Termografía Infrarroja Nivel I	Código: FDI-TER-001
		Revisión: 01
		Fecha: 17 de enero 2026

ambientales estables y EPP eléctrico según normativa.

- Fundamentos de la inspección eléctrica: comparación de firmas térmicas entre componentes similares.
- Conexiones de alta resistencia: causas comunes y características de la firma térmica.
- Ventanas transparentes al infrarrojo: ventajas y consideraciones.
- Criterios de severidad según norma NETA MTS-2019: ΔT sobre referencia, ΔT sobre ambiente y acción recomendada por prioridad.
- Criterios de severidad termográfica actualizados: enfoque ΔT comparativo, riesgo y tendencia.
- Factores que engañan a la severidad: baja carga eléctrica, convección por viento y emisividad.
- Ejemplos de inspección eléctrica:
 - Bloque de fusibles con alta resistencia.
 - Problemas en transformadores secos y en aceite.
 - Centro de control de motores (CCM).
 - Equipos de alta tensión: desconectadores, seccionadores e interruptores en aceite.
 - Borne flojo en MCC.
 - Conector en línea de alta tensión.
- Galería de anomalías eléctricas.
- Galería de transformadores y alta tensión.
- Caso práctico: inspección de tablero de distribución de 480 V.
- Ejercicio en clases: el contactor y el efecto de la emisividad.

MÓDULO 5. Aplicaciones Mecánicas

Objetivo: Motores, rodamientos, acoplamientos y equipos rotativos.

Contenidos

- Inspección térmica de motores eléctricos: problemas detectables y técnicas de inspección.
- Rodamientos y acoplamientos: comparación contra carcasa y contra equipos similares.
- Cojinetes de ejes y correas desalineadas.
- Bombas, incluyendo bombas multietapa.
- Compresores multietapa: aumento progresivo de temperatura por etapa.
- Cintas transportadoras: rozamiento de la correa y cojinetes de rodillos.
- Trampas de vapor y sistemas de calor: funcionamiento normal y tipos de anomalía.
- Ejemplo: rodamiento de motor eléctrico con clasificación de severidad y acción.
- Galería de anomalías mecánicas.
- Galería de rodamientos y cintas transportadoras.

	Programa del Curso Termografía Infrarroja Nivel I	Código: FDI-TER-001
		Revisión: 01
		Fecha: 17 de enero 2026

MÓDULO 6. Diagnóstico de Edificios

Objetivo: Aislamiento, humedades en tejados, fugas de aire y detección de humedad.

Contenidos

- Diagnóstico térmico de edificios: aplicaciones principales y requisitos fundamentales.
- Inspección de humedades en tejados: principio de detección y condiciones óptimas.
- Inspección del aislamiento de edificios en época de calefacción y de aire acondicionado.
- Detección de fugas de aire: firma térmica característica y zonas típicas de fuga.
- Detección de humedad en edificios: fuentes y firmas térmicas asociadas.
- Inspección de edificios comerciales: desafíos y recomendaciones.
- Galería de diagnóstico de edificios.
- Caso práctico: diagnóstico térmico de un edificio de oficinas.

MÓDULO 7. Procesos Industriales

Objetivo: Refractarios, niveles de material, líneas de vapor y aislamiento.

Contenidos

- Equipos refractarios y de alta temperatura: hornos, calderas y hornos de proceso.
- Niveles de material en depósitos: principio de funcionamiento y tipos de detección.
- Líneas de vapor y aislamiento industrial: limitaciones y soluciones.
- Tabla de aplicaciones por sector industrial y frecuencia recomendada.
- Desafío de las superficies de baja emisividad: materiales problemáticos y soluciones prácticas.
- Aplicaciones especiales de termografía: baja tensión y control, centros de datos, cables de calentamiento, exploraciones aéreas y paneles fotovoltaicos.
- Galería de aplicaciones en procesos.
- Galería de aplicaciones en HVAC.
- Galería de aplicaciones diversas.

MÓDULO 8. Metodologías de Inspección

Objetivo: Comparativa, inicial y tendencia térmica.

Contenidos

- Las tres metodologías de inspección: comparativa, inicial y tendencia térmica.
- Termografía comparativa en detalle: comparación cualitativa y cuantitativa.
- Termografía inicial (baseline): cuándo realizarla e importancia.
- Tendencia térmica: aplicaciones ideales y requisitos.
- Inspecciones de aceptación: propósito y aplicaciones.
- Termografía cualitativa frente a cuantitativa: método, complejidad, nivel requerido y precisión.

 INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO — CONFIABILIDAD • PRECISIÓN • RESULTADOS —	Programa del Curso Termografía Infrarroja Nivel I	Código: FDI-TER-001
		Revisión: 01
		Fecha: 17 de enero 2026

- Interpretación de firmas térmicas: normales y anormales.
- Factores que afectan la interpretación y su mitigación.
- Consejos prácticos de campo: antes, durante y después de la inspección.

MÓDULO 9. Informes y Documentación

Objetivo: Análisis, generación de informes profesionales y documentación.

Contenidos

- Plantillas y formatos de informes; emisión en PDF protegido.
- Estructura del informe termográfico — contenido obligatorio:
 - Datos generales: fecha, hora, ubicación, equipo y TAG.
 - Condiciones de inspección: temperatura ambiente, humedad, viento y carga.
 - Equipo utilizado: modelo, número de serie, calibración y lente.
 - Parámetros de medición: emisividad, temperatura reflejada y distancia.
 - Imágenes térmicas e imagen visible de referencia.
 - Análisis: hallazgo, temperatura medida, ΔT y clasificación de severidad.
 - Recomendaciones: acción sugerida, plazo y prioridad.
 - Historial y comparación con inspecciones anteriores.
- Mejores prácticas de reporte: documentar condiciones, usar nomenclatura estándar, mantener historial, ser objetivo y hacer seguimiento.
- Errores comunes en termografía: consecuencia y solución.
- Errores comunes del termógrafo Nivel I.
- Establecimiento de rutas de inspección — metodología para crear un programa de termografía:
 - Inventario de activos.
 - Análisis de criticidad.
 - Definición de frecuencias.
 - Diseño de rutas.
 - Establecimiento de criterios de severidad, niveles de alarma y acciones.
 - Implementación y mejora continua.

MÓDULO 10. Seguridad y Tecnologías Complementarias

Objetivo: Seguridad eléctrica, trabajo en campo y tecnologías relacionadas.

Contenidos

- Seguridad: arco eléctrico, riesgo asociado y norma NFPA 70E.
- Seguridad en campo: riesgos en tejados, riesgos en entornos industriales, ceguera nocturna y planificación del trabajo seguro.

 INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO — CONFIABILIDAD • PRECISIÓN • RESULTADOS —	Programa del Curso Termografía Infrarroja Nivel I	Código: FDI-TER-001
		Revisión: 01
		Fecha: 17 de enero 2026

- Tecnologías complementarias a la termografía:
 - Inspección visual y auditiva.
 - Análisis eléctrico.
 - Ultrasonidos en aire: fugas y descargas parciales.
 - Análisis de vibraciones en equipos rotativos.
 - Análisis de aceites lubricantes y de partículas de desgaste.
- Procedimientos de inspección escritos: desarrollo y contenido típico.
- Checklist de inspección termográfica.
- Tarjeta de referencia rápida: configuración, inspección, análisis y seguridad.
- Puntos clave del curso.
- Preparación para la evaluación: examen teórico y examen práctico.
- Preguntas tipo evaluación.
- Recursos y referencias para continuar la formación.
- Próximos pasos después del curso.

6. **METODOLOGÍA**

El curso combina clases expositivas, demostraciones prácticas, ejercicios guiados, análisis de casos reales y uso de instrumentación de monitoreo de condición.

Las actividades prácticas consideran la utilización de cámaras termográficas y software especializado para el análisis de imágenes y la generación de informes.

7. **REQUISITOS DE APROBACIÓN**

El participante deberá:

- Asistir al menos al 90% de las horas del curso.
- Obtener una calificación mínima de 75% en la evaluación final.

8. **CERTIFICACIÓN**

Los participantes que cumplan los requisitos de aprobación recibirán un **Certificado de Aprobación** emitido por **F&D Ingeniería en Mantenimiento SpA**, indicando las horas de capacitación, los contenidos desarrollados y el nombre del instructor.

9. **PRESENTACIÓN DEL INSTRUCTOR**

Alamiro Andrés Fernández Huenuqueo

	Programa del Curso Termografía Infrarroja Nivel I	Código: FDI-TER-001
		Revisión: 01
		Fecha: 17 de enero 2026

Ingeniero Civil Industrial y Magíster en Gestión de Organizaciones, con más de 15 años de experiencia en mantenimiento predictivo, monitoreo de condición, confiabilidad y gestión de activos en la industria minera y de procesos.

Es fundador y Gerente General de F&D Ingeniería en Mantenimiento SpA, empresa especializada en servicios de análisis de vibraciones, alineación láser, balanceo dinámico, termografía infrarroja y capacitación técnica para la industria.

Cuenta con certificación internacional como Analista de Vibraciones Categoría IV, conforme a la norma ISO 18436-2, el nivel más alto de competencia en análisis de vibraciones, que acredita conocimientos avanzados para el diagnóstico de maquinaria rotativa, desarrollo de estrategias de monitoreo de condición, resolución de problemas complejos y liderazgo técnico en programas de mantenimiento predictivo.

A lo largo de su trayectoria ha participado en proyectos para importantes empresas del sector minero e industrial, desarrollando diagnósticos de maquinaria crítica, implementación de programas de monitoreo de condición, análisis de fallas, optimización de estrategias de mantenimiento y formación de personal técnico.

Su experiencia incluye la evaluación de equipos como bombas, ventiladores, motores eléctricos, reductores, compresores, sopladores, correas transportadoras y otros activos críticos, utilizando tecnologías de monitoreo de condición de última generación.

Como instructor, combina sólidos fundamentos técnicos con una metodología eminentemente práctica, basada en casos reales de la industria, permitiendo que los participantes desarrollen competencias aplicables inmediatamente en sus lugares de trabajo.

Formación Académica

- Ingeniero Civil Industrial.
- Magíster en Gestión de Organizaciones.
- Diploma en excelencia operacional y gestión de activos.

Especialidades

- Análisis de Vibraciones.
- Balanceo Dinámico.
- Alineación Láser de Ejes.
- Termografía Infrarroja.
- Gestión de Activos.
- END.

Filosofía de Capacitación

“La capacitación debe ir más allá de la teoría. Cada concepto aprendido debe ser aplicable en terreno, permitiendo a los participantes mejorar la confiabilidad de sus equipos, reducir fallas y generar valor para

	Programa del Curso Termografía Infrarroja Nivel I	Código: FDI-TER-001
		Revisión: 01
		Fecha: 17 de enero 2026

sus organizaciones mediante decisiones técnicas fundamentadas.”

CONTROL DE CAMBIOS

Rev.	Página	Descripción	Fecha	Área
00	Todas	Creación del Documento	17 de enero 2026	