



**GREENER**  
Escuela de Ingeniería

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN

# DISEÑO INTEGRAL DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

Diseño y modelado avanzado con 5 softwares: ETAP, ATPDraw,  
IPIWIN2, ASPIX y CYMGRD



**INICIO**  
28 de febrero

**DURACIÓN**  
74 horas cronológicas  
3 meses

**HORARIO**  
Martes: 7:00 a 9:00 p.m.  
Jueves: 7:00 a 9:00 p.m.  
(UTC -05:00)

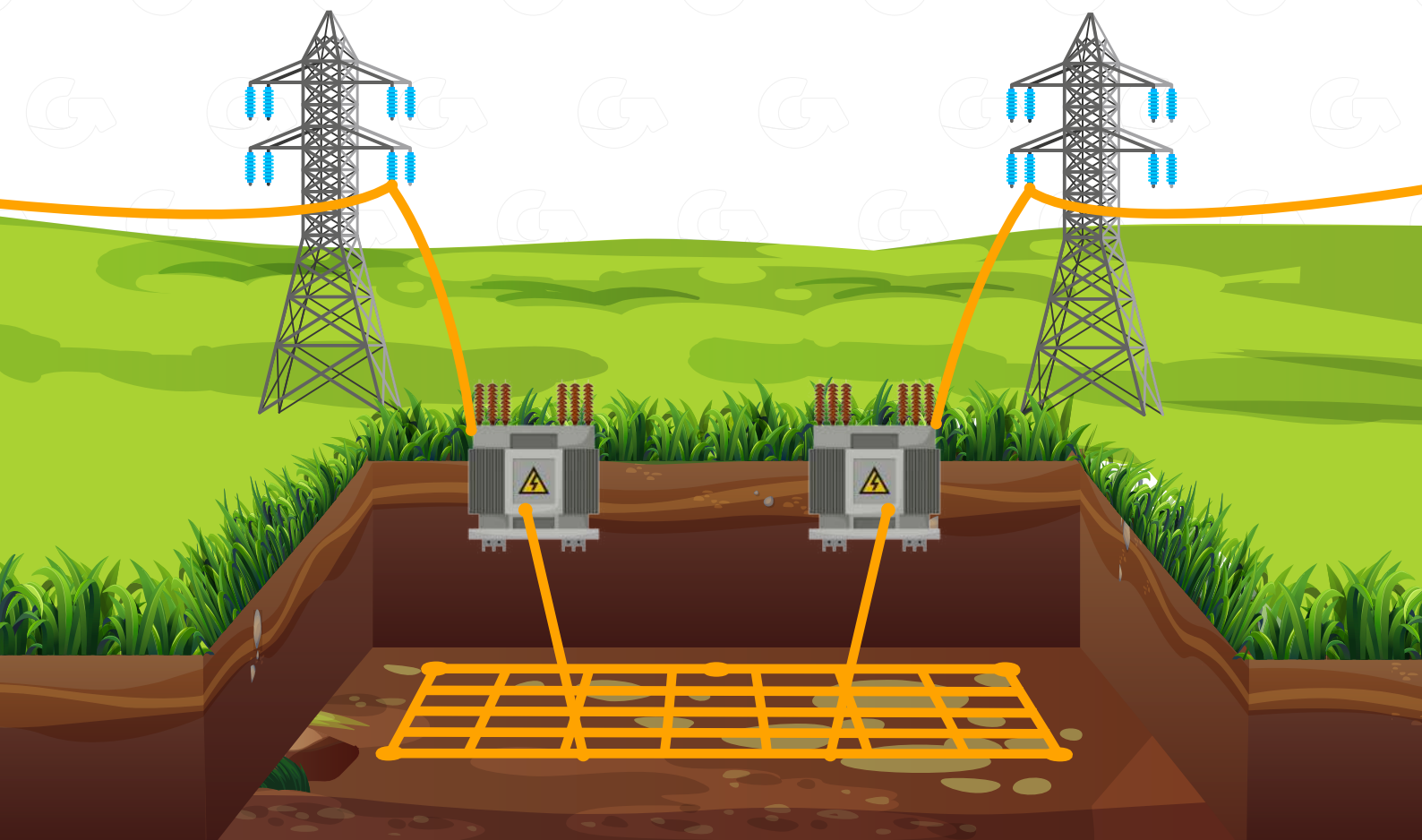
**Número de Contacto**  
+51 933 893 228

**Dirección**  
[www.greener.sac.com](http://www.greener.sac.com)

**Correo**  
[dsobrados@greener.sac.com](mailto:dsobrados@greener.sac.com)

# DOMINA EL DISEÑO INTEGRAL DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA Y ASEGURA EL ÓPTIMO DESEMPEÑO DE TUS PROYECTOS ELÉCTRICOS

Adquiere una formación integral en el diseño, modelamiento y análisis de sistemas de puesta a tierra. Este programa te capacitará en el uso de herramientas avanzadas como CYMGRD, ETAP, IPIWIN2, ASPIX y ATPDraw, abarcando aplicaciones en subestaciones, líneas de transmisión, plantas industriales, fotovoltaicas y eólicas.



# OBJETIVOS

Al concluir el curso, serás capaz de:

5

Diseñar sistemas especializados de puesta a tierra para equipos electrónicos y telecomunicaciones, garantizando seguridad y minimización de interferencias electromagnéticas.

4

Implementar soluciones de puesta a tierra en plantas industriales, fotovoltaicas y eólicas, considerando retos específicos como impulsos transitorios, distribución de corrientes y monitoreo continuo.

3

Diseñar y analizar sistemas de puesta a tierra para subestaciones, líneas de transmisión y distribución, integrando normativas internacionales (IEEE/IEC) y configuraciones avanzadas.

2

Aplicar métodos avanzados de medición, modelamiento y simulación utilizando herramientas como CYMGRD, ETAP, IPIWIN2, ASPIX y ATP Draw, optimizando la confiabilidad de los sistemas.

1

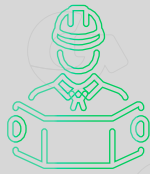
Identificar los fundamentos técnicos, componentes esenciales y normativas internacionales que rigen el diseño y operación de sistemas de puesta a tierra en diversas aplicaciones.



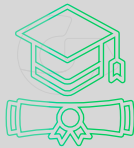
## EL CURSO ESTÁ DIRIGIDO A:



Ingenieros eléctricos, electrónicos y afines: Profesionales responsables del diseño, implementación y análisis de sistemas eléctricos en los sectores de generación, transmisión, distribución, minería, industria y energías renovables.



Consultores y especialistas en sistemas eléctricos: Expertos interesados en profundizar sus conocimientos en normativas internacionales, modelamiento avanzado y aplicaciones prácticas de sistemas de puesta a tierra.



Estudiantes avanzados, egresados y técnicos especializados: Aquellos que desean desarrollar competencias técnicas en el diseño de sistemas de puesta a tierra, incluyendo el uso de herramientas de simulación como CYMGRD, ETAP y ATP Draw.





# ESTRUCTURA CURRICULAR

# FUNDAMENTOS DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

(4 horas cronológicas)

## 1.1 Importancia de los sistemas de puesta a tierra

- Objetivos principales: protección de equipos, seguridad de las personas y continuidad operativa.
- Ejemplos de aplicaciones críticas en instalaciones eléctricas.

## 1.2 Conducción eléctrica en el suelo

- Mecanismos de conducción y su relación con la resistividad del terreno.
- Propiedades eléctricas y características de los diferentes tipos de suelo.
- Factores que afectan la conductividad del suelo (composición, humedad, temperatura).

## 1.3 Elementos principales de un sistema de puesta a tierra

- Componentes básicos: electrodos, conductores y conexiones.
- Función de cada componente dentro del sistema.

## 1.4 Definición y características de la resistencia del sistema de puesta a tierra

- Resistencia eléctrica en sistemas de puesta a tierra: concepto y factores influyentes.
- Relación entre resistencia, conductividad del suelo y diseño del sistema.

## 1.5 Seguridad eléctrica y tensiones permitidas

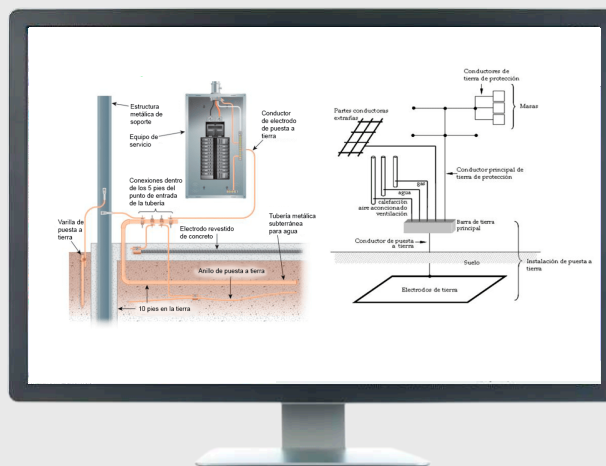
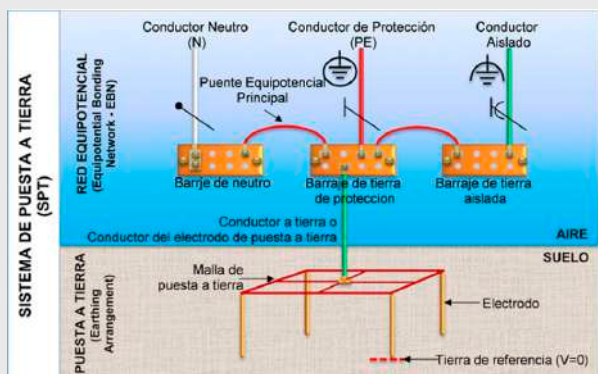
- Tensiones de toque y paso: conceptos y riesgos asociados.
- Medidas para garantizar la seguridad del personal.

## 1.6 Normativas y estándares internacionales

- Revisión de normas clave: IEEE, IEC y otras normativas relevantes.
- Requisitos normativos relacionados con diseño y medición de sistemas de puesta a tierra.

## 1.7 Valores de referencia para sistemas de puesta a tierra

- Niveles aceptables de resistencia y tensiones de seguridad.
- Comparación con estándares internacionales y aplicación práctica.



## MEDICIÓN E INTERPRETACIÓN DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

(8 horas cronológicas)

### 2.1 Fundamentos y Resistividad del Terreno

- Introducción a los sistemas de puesta a tierra (Resistividad del terreno, resistencia e impedancia de puesta a tierra).
- Medición de resistividad del terreno (Métodos de medición: Método Wenner y Schlumberger).

### 2.2 Análisis y Modelamiento de Resistividad para el Diseño de Sistemas de Puesta a Tierra

- Interpretación de mediciones de resistividad
  - Análisis de resultados obtenidos en campo.
  - Identificación de inconsistencias y su corrección.
- Técnicas de modelamiento gráfico del terreno
  - Métodos gráficos para representar perfiles de resistividad.
  - Aplicaciones en el diseño de sistemas de puesta a tierra.

### 2.3 Métodos de Medición de Resistencia de Puesta a Tierra

- Métodos de medida de resistencia de puesta a tierra (Método de Caída de Potencial 62%, Método de Medición Selectiva y otros).
- Instrumentos para medir resistencia de puesta a tierra.

### 2.4 Factores de Influencia y Normativa

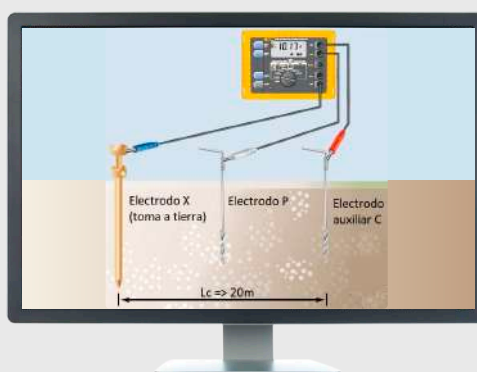
- Factores que influyen en los resultados de medición (Efectos de resistividad del terreno, humedad, temperatura y composición del suelo).
- Normativas y estándares internacionales (IEEE Std 81-2013 e IEC).

### 2.5 Influencia de Instalaciones y Interpretación de Resultados

- Influencia de cables de guarda en SPT de subestaciones.
- (Consideraciones especiales para mediciones en subestaciones).
- Interpretación de resultados de resistencia de puesta a tierra.

### 2.6 Medición de Impedancia y Procesamiento de Datos

- Medición de impedancia de puesta a tierra.
- Procesamiento de datos de campo.
- Taller integrador (Evaluación de un caso práctico real de medición).



## MODELAMIENTO Y ESTUDIO DE LA RESISTIVIDAD DEL SUELO CON LOS SOFTWARES CYMGRD, IPI2WIN Y ASPIX

(8 horas cronológicas)

### 3.1 Aspectos geológicos del terreno

- Relación entre composición geológica y resistividad.
- Variaciones del terreno según ubicación y profundidad.

### 3.2 Densidad de corriente en el suelo

- Definición y su impacto en la distribución de corrientes de falla.
- Relación con el diseño de sistemas de puesta a tierra.

### 3.4 Aplicación de métodos de medición de resistividad del terreno y modelos multicapa de terreno

- Aplicación de métodos de medición: Wenner y Schlumberger.
- Procedimientos prácticos para obtener datos fiables.
- Introducción a los modelos de una y varias capas.
- Ventajas de los modelos multicapa en proyectos eléctricos.

### 3.5 Mejoradores de terreno y su influencia en el diseño

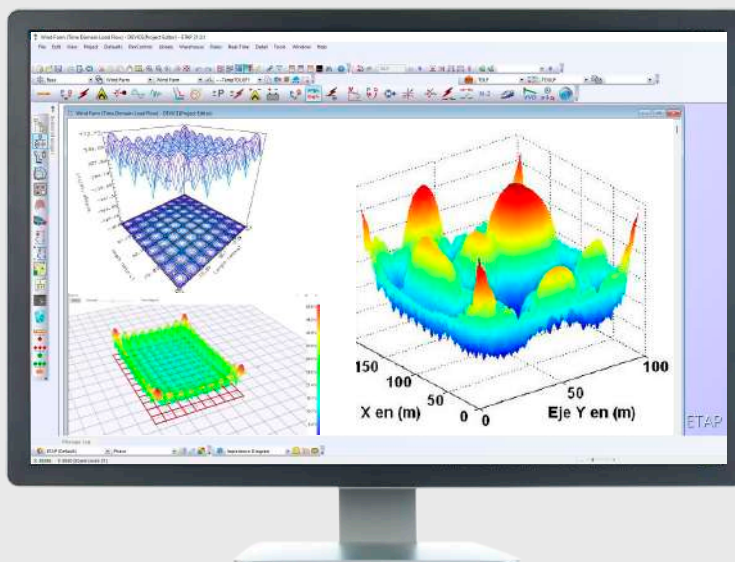
- Tipos de mejoradores químicos y naturales.
- Consideraciones técnicas y económicas en su uso.

### 3.6 Uso de softwares especializados de modelamiento

- Introducción al modelamiento y análisis con el software CYMGRD
- Introducción al modelamiento y análisis con el software IPI2WIN
- Introducción al modelamiento y análisis con el software ASPIX.

### 3.7 Caso práctico: Estudio Integral de resistividad del suelo

- Análisis completo de un estudio de resistividad:
  - Recolección e interpretación de datos.
  - Modelamiento con software y propuesta de diseño.



# **DISEÑO Y ANÁLISIS AVANZADO DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA EN SUBESTACIONES ELÉCTRICAS CON CYMGRD Y IPI2WIN** (12 horas cronológicas)

## **4.1 Análisis de corriente de falla a tierra en subestaciones**

- Fuentes y características de las corrientes de falla a tierra.
- Impacto de la corriente de falla en el diseño de puesta a tierra.

## **4.2 Objetivos de la puesta a tierra en subestaciones**

- Protección de personas y equipos.
- Garantía de continuidad operativa bajo condiciones de falla.

## **4.3 Normativa y estándares internacionales**

- Revisión técnica del IEEE Std 80-2013: Principios clave y aplicaciones.
- Comparación con otros estándares relevantes (IEC).

## **4.4 Seguridad de la puesta a tierra en subestaciones**

- Curva límite de corriente-tiempo tolerable: análisis técnico.
- Tensiones tolerables de diseño: toque y paso según normas.

## **4.5 Criterios de diseño para subestaciones eléctricas**

- Definición de parámetros de diseño.
- Relación entre densidad de corriente, resistencia del terreno y configuración del sistema.

## **4.6 Diseño de sistemas de puesta a tierra en subestaciones**

- Configuración y cálculo de mallas de puesta a tierra.
- Métodos para garantizar una adecuada distribución de potenciales.

## **4.7 Consideraciones especiales para subestaciones GIS**

- Características particulares de subestaciones encapsuladas en gas.
- Impacto en el diseño de puesta a tierra.

## **4.8 Selección de conductores y conexiones**

- Materiales y criterios de selección técnica.
- Normas para conexiones confiables y duraderas.

## **4.9 Diseño con el método de elementos finitos**

- Fundamentos del análisis por elementos finitos aplicado al diseño de mallas de tierra.
- Ejemplo técnico de aplicación.

## **4.10 Uso de softwares especializados**

- Uso de CYMGRD y IPI2WIN.
- Análisis de casos simulados con herramientas especializadas.

## **4.11 Métodos para reducir la resistencia de puesta a tierra**

- Estrategias técnicas: electrodos adicionales, disposición geométrica, y aditivos químicos.
- Evaluación de costos vs. efectividad técnica.

## **4.12 Mejoradores de suelo y su impacto en el diseño**

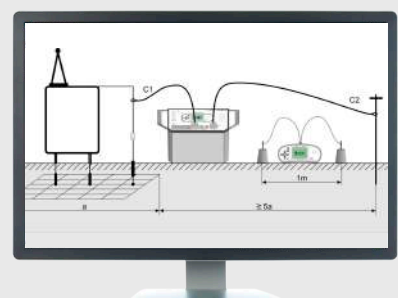
- Propiedades técnicas de los mejoradores.
- Aplicaciones específicas en terrenos con alta resistividad.

## **4.13 Caso práctico 1: Diseño de una malla de tierra para una subestación eléctrica**

- Análisis de requerimientos técnicos y normativos.
- Diseño e implementación del sistema utilizando software especializado.

## **4.14 Caso práctico 2: Diseño de malla de tierra con mejoradores de suelo**

- Evaluación técnica del impacto de los mejoradores.
- Comparación entre diseño estándar y diseño mejorado.



# **DISEÑO Y PUESTA A TIERRA EN LÍNEAS DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN CON CYMGRD**

(4 horas cronológicas)

## **5.1 Objetivo técnico de la puesta a tierra en líneas eléctricas**

- Función de puesta a tierra en líneas de transmisión y distribución.
- Protección de equipos, personal y estabilidad del sistema eléctrico.

## **5.2 Normativas y estándares internacionales aplicables**

## **5.3 Requerimientos de puesta a tierra en torres eléctricas**

- Factores críticos en el diseño para transmisión y distribución.
- Importancia de la resistividad del terreno y configuración del sistema.

## **5.4 Configuraciones y tipos de sistemas de puesta a tierra**

- Diseños comunes: electrodos verticales, horizontales y mallas.
- Ventajas técnicas según el tipo de terreno y aplicación.

## **5.5 Propiedades de las puestas a tierra con mejoradores de suelo**

- Impacto de los mejoradores en terrenos de alta resistividad.
- Evaluación técnica y económica para líneas de transmisión y distribución.

## **5.6 Tensiones de toque y paso cerca de torres eléctricas**

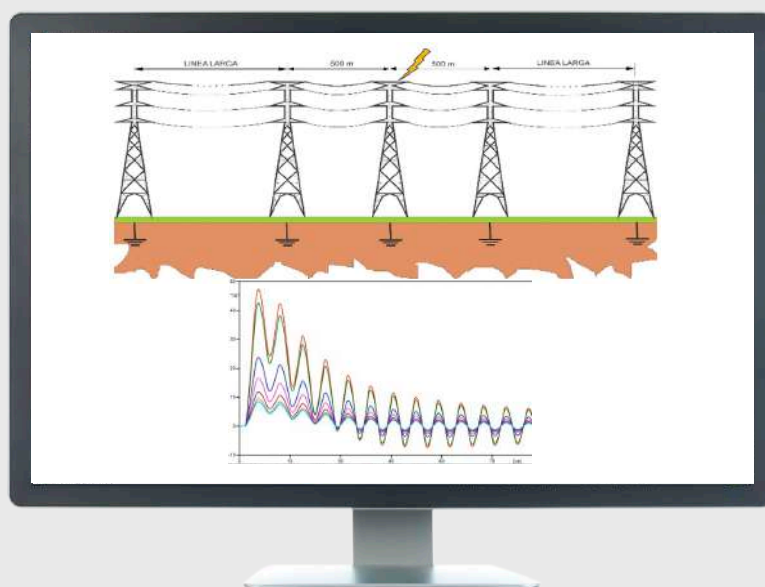
- Análisis técnico: riesgos y mitigación.
- Cálculo de tensiones tolerables según normas internacionales.

## **5.7 Comportamiento del sistema ante fallas y descargas atmosféricas**

- Respuesta de la puesta a tierra frente a cortocircuitos en torres.
- Comportamiento frente a descargas atmosféricas en líneas aéreas.

## **5.8 Caso práctico 6: Diseño de una malla de tierra para una línea de transmisión**

- Simulación del diseño utilizando **CYMGRD**.
- Evaluación de tensiones de toque y paso bajo condiciones de falla.



# DISEÑO Y ANÁLISIS DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA EN ALTA FRECUENCIA CON ATPDRAW

(6 horas cronológicas)

## 6.1 Fundamentos técnicos de puesta a tierra en alta frecuencia

- Diferencias clave entre sistemas en corriente alterna baja frecuencia y alta frecuencia.
- Comportamiento eléctrico de suelos y sistemas de puesta a tierra ante frecuencias elevadas.

## 6.2 Normativas y estándares internacionales

## 6.3 Modelamiento en software ATP DRAW

- Introducción al uso de ATPDRAW para simulación de fenómenos de alta frecuencia.
- Ejercicio práctico básico: representación de una línea con malla de tierra.

## 6.4 Puesta a tierra de alta frecuencia en líneas de transmisión

- Factores técnicos críticos: comportamiento de impulsos y descargas atmosféricas.
- Configuraciones comunes para optimizar la impedancia.

## 6.5 Puesta a tierra de alta frecuencia en subestaciones eléctricas

- Características específicas para subestaciones de alta tensión.
- Optimización de la respuesta transitoria de mallas en sistemas encapsulados GIS.

## 6.7 Impacto en la confiabilidad y tasa de fallas

- Análisis técnico: cómo una mala puesta a tierra afecta el desempeño seguridad.
- Métodos para cuantificar la mejora en la confiabilidad del sistema.

## 6.8 Métodos de mejora de impedancia de puesta a tierra

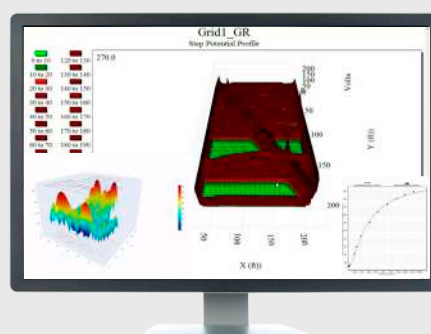
- Técnicas avanzadas: electrodos adicionales, mejoradores químicos y disposición geométrica.
- Evaluación de beneficios técnicos frente a costos.

## 6.9 Aplicaciones avanzadas con ATP DRAW

- Simulación avanzada de impulsos en líneas y subestaciones.
- Identificación de puntos críticos en el diseño.

## 6.9 Casos prácticos

- **Caso práctico 1:** Diseño de una malla de tierra en alta frecuencia para subestaciones.
  - Simulación, análisis de resultados y ajustes.
- **Caso práctico 2:** Diseño de una malla de tierra en alta frecuencia para líneas de transmisión.
  - Comparación de resultados entre líneas y subestaciones.



# DISEÑO Y MODELAMIENTO DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA EN PLANTAS INDUSTRIALES CON ETAP

(12 horas cronológicas)

## 7.1 Objetivo técnico de la puesta a tierra en plantas industriales

## 7.2 Normativas y estándares internacionales

- Revisión técnica de NEC 70 y la serie IEEE 3000.
- Requisitos normativos específicos para sistemas industriales.

## 7.3 Métodos de conexión del neutro a tierra

- Opciones comunes: neutro sólidamente conectado, resistencia limitada, y sistemas aislados.
- Impacto de la configuración en el desempeño del sistema.

## 7.4 Obtención y ubicación del neutro y puntos de puesta a tierra

- Técnicas para definir la ubicación óptima de los puntos de conexión.
- Factores críticos: resistividad del terreno, distribución de cargas y riesgos eléctricos.

## 7.5 Puesta a tierra para protección contra rayos

- Principios básicos de diseño según normativas.
- Interacción entre sistemas de puesta a tierra generales y de protección contra descargas atmosféricas.

## 7.6 Criterios de diseño inicial de sistemas de puesta a tierra industriales

- Selección de materiales y componentes.
- Parámetros eléctricos básicos: tensiones de toque y paso permitidos.

## 7.7 Técnicas de modelamiento de terreno

- Representación de perfiles de resistividad y su impacto en el diseño.
- Casos prácticos de modelamiento de terreno aplicados a sistemas industriales.

## 7.8 Uso de ETAP para modelamiento de terreno

- Introducción al módulo de modelamiento en ETAP.
- Simulación práctica: definición de propiedades de terreno y análisis preliminar.



## 7.9 Taller práctico

- Configuración inicial y análisis de un sistema de puesta a tierra en ETAP.

## 7.10 Criterios básicos de diseño de sistemas de puesta a tierra en ETAP

- Dimensionamiento inicial de mallas de tierra.
- Verificación de tensiones de toque y paso permitidos.

## 7.11 Aplicaciones prácticas en ETAP

- Diseño de malla inicial para una planta industrial.
- Análisis y optimización básica del sistema.

## 7.12 Criterios avanzados de diseño de sistemas de puesta a tierra

- Modelación digital de sistemas de puesta a tierra en ETAP.
- Uso de AutoCAD para generar configuraciones de malla de tierra.

## 7.13 Simulación avanzada con ETAP

- Integración de datos modelados en AutoCAD con simulaciones en ETAP.
- Evaluación técnica de resultados y ajustes en el diseño.

## 7.14 Taller práctico: Diseño de sistema de puesta a tierra en planta industrial

- Configuración de un sistema completo utilizando ETAP.
- Verificación de cumplimiento normativo y optimización de diseño.

# DISEÑO Y ANÁLISIS DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA EN PLANTAS FOTOVOLTAICAS CON CYMGRD

(10 horas cronológicas)

## 8.1 Objetivo de los sistemas de puesta a tierra en plantas fotovoltaicas

## 8.2 Normativas y estándares internacionales aplicables

- Principales lineamientos del IEEE Std 2778™-2020.
- Comparación con estándares aplicables a subestaciones y sistemas tradicionales.

## 8.3 Descripción técnica de plantas fotovoltaicas

- Configuración típica: paneles, inversores, transformadores y sistemas auxiliares.
- Principales diferencias con subestaciones y centrales convencionales.

## 8.4 Retos de diseño y análisis en plantas fotovoltaicas

- Distribución de corriente y resistividad del terreno en áreas extensas.
- Interacción entre sistemas de puesta a tierra y equipamiento fotovoltaico.

## 8.5 Sistemas auxiliares para el sistema de puesta a tierra (SPT)

- Función de sistemas secundarios en la mejora de la eficiencia del SPT.
- Importancia de los sistemas de monitoreo continuo de resistencia.

## 8.6 Puesta a tierra del cerco perimetral

- Criterios técnicos para conexión del cerco.
- Interacción con la protección contra descargas atmosféricas.

## 8.7 Protección del personal y seguridad eléctrica

- Revisión de tensiones de paso y de toque según normativas internacionales.
- Medidas de mitigación de riesgos en el diseño del SPT.

## 8.8 Criterios de diseño técnico del sistema de puesta a tierra

- Selección de materiales y dimensionamiento inicial de mallas de tierra.
- Configuración de electrodos y disposición geométrica para áreas extensas.

## 8.9 Introducción a herramientas especializadas

- Principales funciones y aplicaciones de CYMGRD.
- Comparación de herramientas para análisis de plantas fotovoltaicas.

## 8.10 Aplicación práctica en modelado con software

- Configuración de un sistema de puesta a tierra para una planta fotovoltaica.
- Simulación básica de tensiones de paso y de toque con CYMGRD.

## 8.11 Caso práctico: Diseño de una malla de tierra para una planta fotovoltaica

- Desarrollo completo: modelado del terreno, configuración de mallas y simulación.
- Evaluación de resultados y ajustes de diseño.



# DISEÑO Y ANÁLISIS DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA EN PLANTAS EÓLICAS CON CYMGRD

(6 horas cronológicas)

- 9.1 **Objetivo técnico del sistema de puesta a tierra en plantas eólicas**
- 9.2 **Normativas y estándares internacionales aplicables**
  - Principales lineamientos del IEEE Std 2760™-2020.
  - Comparación con normativas generales para sistemas eléctricos.
- 9.3 **Descripción técnica de plantas eólicas**
  - Configuración típica: turbinas, sistemas de recolección y subestaciones asociadas.
  - Diferencias clave frente a otras plantas de generación.
- 9.4 **Aspectos de seguridad en sistemas de puesta a tierra**
  - Gestión de tensiones de paso y de toque en áreas extensas.
  - Medidas específicas para la protección del personal en parques eólicos.
- 9.5 **Características técnicas del sistema de puesta a tierra**
  - **Underground collection system grounding:** diseño y aplicación.
  - **Overhead collection system grounding:** criterios para líneas aéreas.
  - Redundancia del conductor de puesta a tierra: beneficios y diseño práctico.
  - Puesta a tierra local de la turbina eólica: requisitos específicos y configuración típica.
- 9.6 **Criterios de diseño para sistemas de puesta a tierra**
  - Selección de materiales y dimensionamiento inicial.
  - Configuración óptima de mallas en terrenos de alta resistividad.
- 9.7 **Uso de software especializado para diseño y simulación**
  - Introducción a **CYMGRD**: modelado y análisis para plantas eólicas.
  - Configuración de un sistema de puesta a tierra en un caso práctico.
- 9.8 **Caso práctico: Diseño de una malla de tierra para una planta eólica**
  - Desarrollo completo del diseño de malla: modelamiento de terreno, configuración del sistema y simulación.
  - Evaluación de tensiones de paso y de toque bajo condiciones de falla.



# DISEÑO DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA PARA EQUIPOS ELECTRÓNICOS Y TELECOMUNICACIONES CON CYMGRD

(4 horas cronológicas)

## 10.1 Objetivo de la puesta a tierra para equipos electrónicos y de telecomunicaciones

## 10.2 Normativas y estándares internacionales aplicables

- Principales directrices del **IEEE Std 1100** ("Libro Verde").
- Requerimientos técnicos para equipos de telecomunicaciones e instrumentación.

## 10.3 Fundamentos y necesidades generales del sistema de puesta a tierra

- Principios básicos de operación: continuidad, baja impedancia y capacidad de disipación.
- Tipos de fallas y sus implicaciones en sistemas electrónicos sensibles.

## 10.4 Puesta a tierra para equipos de instrumentación

- Configuración y conexión adecuada para evitar bucles de tierra.
- Consideraciones específicas en ambientes industriales y de telecomunicaciones.

## 10.5 Especificación y selección de equipos y materiales

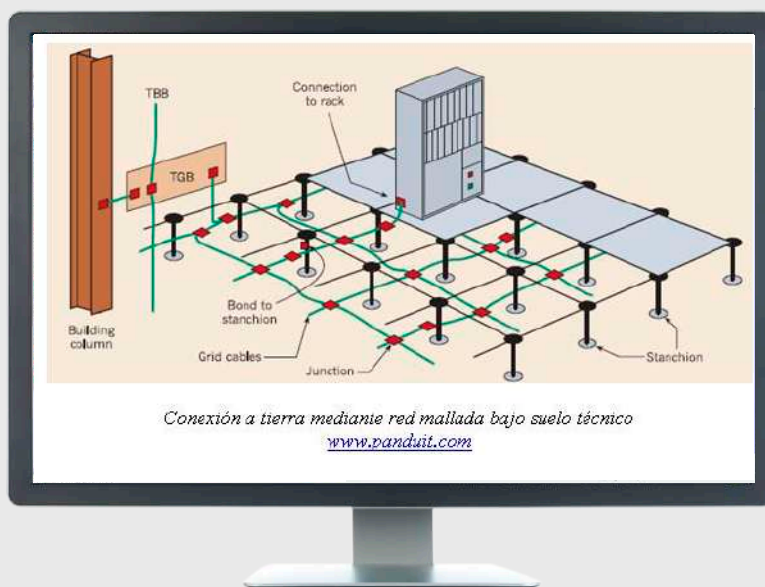
- Criterios técnicos para conductores, electrodos y conexiones.
- Normas para conexiones seguras y duraderas en sistemas electrónicos.

## 10.6 Recomendaciones de diseño y prácticas de instalación

- Disposición geométrica de la malla para minimizar tensiones transitorias.
- Prácticas recomendadas para instalación en sitios críticos de telecomunicaciones.

## 10.7 Caso práctico: Diseño de una malla de tierra para telecomunicaciones

- Desarrollo completo utilizando **CYMGRD**.
- Modelado de terreno, configuración de la malla y análisis de tensiones de paso y toque.



# EXPERTOS

Conoce a los expertos que te guiarán en cada paso del curso



## ING. PAUL MORALES ENG, PMP®, MGADP

Ingeniero Electricista Senior, egresado de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), con una Maestría en Gestión Avanzada de Proyectos por la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) y certificación PMP®.

- Con más de 19 años de experiencia, ha liderado proyectos estratégicos en energía, destacándose en la planificación, diseño y construcción de sistemas de transmisión y distribución eléctrica. Ha desempeñado roles clave en empresas multinacionales, gestionando proyectos de subestaciones de potencia y líneas de transmisión en América Latina.
- Experto en softwares de diseño y simulación eléctrica como ATPDraw, DigSILENT PowerFactory, ETAP, AutoCAD Electrical y MS Project. Actual Jefe de Proyectos en ABENGOA, donde coordina equipos multidisciplinarios y asegura la ejecución de proyectos bajo estándares técnicos y normativos internacionales.



## ING. JHADIR MEDINA M. SPE, ENG

Maestro en Ingeniería Eléctrica, con más de 12 años de experiencia en proyectos de ingeniería en los sectores de Power Energy, Renewable Energy, Oil&Gas, Minería e Industria. Actualmente es Gerente de Estudios de Redes Eléctricas en Izharía.

- Ingeniero Electricista con Maestría en Ingeniería Eléctrica, especializado en sistemas de potencia, protecciones eléctricas y puesta a tierra. Con más de 12 años de experiencia, ha desarrollado más de 80 proyectos en los sectores energético, industrial, minero y de energías renovables, abarcando países como Venezuela, Perú, Brasil, Chile, España y Estados Unidos. Su expertise incluye ingeniería conceptual, básica y de detalle, estudios avanzados y la implementación de sistemas de protección contra rayos y puesta a tierra.
- Experto en herramientas como ETAP, DigSILENT PowerFactory, CYMGrd, ATPDraw y MATLAB. Actualmente, colabora con Greener en consultoría y capacitación, ofreciendo soluciones técnicas especializadas y contribuyendo al desarrollo profesional de equipos en sectores industriales y energéticos.

# EXPERTOS

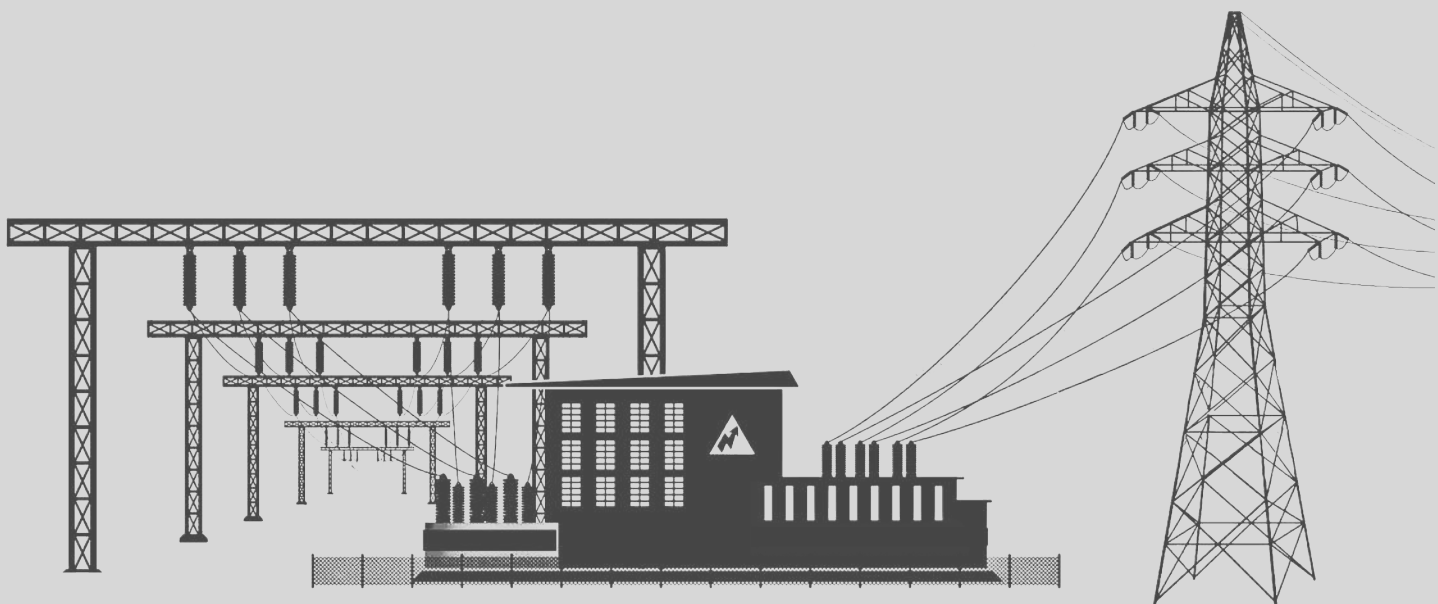
Conoce a los expertos que te guiarán en cada paso del curso



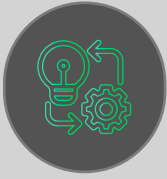
## ING. HENRY CASTAÑEDA

Ingeniero Electricista especialista en Sistemas de Puestas a Tierra, con más de 25 años de experiencia. Experto en el uso avanzado de ETAP.

- Ingeniero Electricista egresado de la Universidad Simón Bolívar, con más de 25 años de experiencia en diseño de ingeniería en todas sus fases y estudios eléctricos avanzados. Especializado en sistemas eléctricos de potencia, destaca en sistemas de puesta a tierra, protección contra descargas atmosféricas, estudios de carga, niveles de cortocircuito, arranque de motores, diseño de sistemas solares y calidad de energía. Es miembro activo de la Sociedad de Ingenieros de Petróleo (SPE).
- Cuenta con dominio avanzado de software de ingeniería como ETAP y amplio manejo de normas nacionales e internacionales como NFPA, ANSI, IEEE, API y NEMA. Con experiencia en más de 50 cursos de formación, es considerado un profesional de referencia en diseño y consultoría de sistemas eléctricos.



# SOBRE LAS CLASES



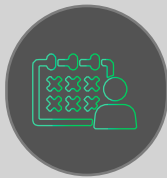
## **Metodología:**

El programa sigue una secuencia diseñada para alcanzar los objetivos establecidos. Cada sesión se centra en los temas definidos por expertos para permitirte aplicar de inmediato lo aprendido en tu entorno laboral.



## **Sesiones colaborativas en vivo:**

Dinámicas y participativas, con casos reales, ejercicios prácticos y discusiones grupales que enriquecen el aprendizaje en cada módulo.



## **Inasistencia permitida:**

Podrás faltar como máximo al 30% de las clases programadas, exceptuando las sesiones de inauguración y clausura, para las cuales la asistencia es obligatoria. Las faltas justificadas e injustificadas se consideran inasistencias.



## **Nota:**

Debes revisar la grabación, realizar las tareas y practicar el desarrollo de la clase antes de la siguiente clase síncrona.

# EVALUACIÓN

La evaluación es vigesimal siendo la nota mínima aprobatoria 13.00.

## **\*Criterios de evaluación:**

Participación en clase	10%
Evaluación	60%
Asistencia	30%
TOTAL	100%

# CERTIFICACIÓN

GREENER te otorgará un certificado digital si apruebas el Programa de Especialización: Diseño Integral de Sistemas de Puesta a Tierra, en un plazo máximo de 15 días hábiles posterior a la fecha de cierre.

El documento es firmado por GREENER – ESCUELA DE INGENIERÍA.

El certificado se envía de manera digital al correo registrado durante el proceso de venta, a través de la cuenta capacitaciones@greenersac.com

## CERTIFICADO

Otorgado a:

### Marcelo Ferreyro Espinoza

En mérito por haber culminado y aprobado satisfactoriamente el  
**Programa de Especialización:**  
**“DISEÑO INTEGRAL DE SISTEMAS  
DE PUESTA A TIERRA”**

Capacitación desarrollada por: Ingeniería, Tecnología y Educación Greener S.A.C, desde el 28 de febrero  
al 28 de abril del 2025, con una extensión de 74 horas cronológicas (Teóricas - Prácticas).



Instructor  
GREENER



Director General  
GREENER



Verifique la validez y autenticidad  
de este certificado escaneando el  
código QR.  
Código de certificado: MFE01  
Emitido el 28 de Abril del 2025

## ESTRUCTURA CURRICULAR

### 18

#### MÓDULO 1: FUNDAMENTOS DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

- Importancia de los sistemas de puesta a tierra
- Conceptos básicos de puesta a tierra
- Elementos principales de un sistema de puesta a tierra
- Definición y características de la resistencia del sistema de puesta a tierra
- Seguridad eléctrica y normativas aplicables
- Normativas y estándares internacionales
- Volúmenes de referencia para sistemas de puesta a tierra

#### MÓDULO 2: MEDICIÓN E INTERPRETACIÓN DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

- Fundamentos y Seguridad del Sistema
- Análisis y Modelamiento de Resistencia para el Diseño de Puesta a Tierra
- Métodos de Medición de Resistencia de Puesta a Tierra
- Factores de Influencia y Normativas
- Influencia de instalaciones y configuración de Resultados
- Medición de impedancia y procesamiento de Datos

#### MÓDULO 3: MODELAMIENTO Y ESTUDIO DE LA RESISTIVIDAD DEL SUELO CON LOS SOFTWARE CYMISO, IPWIM Y ASPX

- Algoritmos genéticos de terreno
- Densidad de corriente en el suelo
- Aplicación de métodos de medición de resistividad del terreno y modelos múltiples de terreno
- Modelo de terreno y su influencia en el diseño
- Uso de software especializado de modelamiento
- Caso práctico: Estudio integral de resistividad del suelo

#### MÓDULO 4: DISEÑO Y ANÁLISIS AVANZADO DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA EN SUBESTACIONES ELÉCTRICAS CON CYMISO Y IPWIM

- Modelo de corriente de fallo a tierra en subestaciones
- Objetivos de la puesta a tierra en subestaciones
- Normativas y estándares internacionales
- Seguridad de la puesta a tierra en subestaciones
- Criterios de diseño para subestaciones eléctricas
- Diseño de sistemas de puesta a tierra en subestaciones
- Consideraciones especiales para subestaciones GIS
- Selección de conductores y conexiones
- Diseño con el método de elementos finitos
- Caso práctico #1: Diseño de una malla de tierra para una subestación eléctrica
- Caso práctico #2: Diseño de malla de tierra con mejoradores de suelo

#### MÓDULO 5: DISEÑO Y PUESTA A TIERRA EN LÍNEAS DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN CON CYMISO

- Objetivos técnicos de la puesta a tierra en líneas eléctricas
- Normativas y estándares internacionales aplicables
- Regulaciones de puesta a tierra en líneas eléctricas
- Configuraciones y tipos de sistemas de puesta a tierra
- Propiedades de las puestas a tierra con mejoradores de suelo
- Tensiones de inducción y punto cero de tierra eléctrica
- Comportamiento del sistema ante fallas y descargas atmosféricas
- Caso práctico #1: Diseño de una malla de tierra para una línea de transmisión

#### MÓDULO 6: DISEÑO Y ANÁLISIS DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA EN ALTA FRECUENCIA CON ATP DRAW

- Fundamentos técnicos de puesta a tierra en alta frecuencia
- Normativas y estándares internacionales
- Modelamiento en software ATP DRAW
- Puesta a tierra de alta frecuencia en líneas de transmisión
- Puesta a tierra de alta frecuencia en subestaciones eléctricas
- Impacto en la confiabilidad y tipo de fallas
- Métodos de mejora de impedancia de puesta a tierra
- Aplicaciones avanzadas con ATP DRAW
- Caso práctico

#### MÓDULO 7: DISEÑO Y MODELAMIENTO DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA EN PLANTAS INDUSTRIALES CON ETAP

- Objetivos técnicos de la puesta a tierra en plantas industriales
- Normativas y estándares internacionales
- Métodos de conexión del suelo a tierra
- Identificación y valoración del riesgo de puesta a tierra
- Puesta a tierra para protección contra rayos
- Criterios de diseño inicial de sistemas de puesta a tierra industriales
- Horizontes de modelamiento de terreno
- Uso de ETAP para modelamiento de terreno
- Taller práctico
- Colección tabuladora de diseño de sistemas de puesta a tierra en ETAP
- Aplicaciones prácticas en ETAP
- Criterios avanzados de diseño de sistemas de puesta a tierra
- Simulación avanzada con ETAP
- Taller práctico: Diseño de sistema de puesta a tierra en planta industrial

#### MÓDULO 8: DISEÑO Y ANÁLISIS DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA EN PLANTAS FOTOVOLTAICAS CON CYMISO

- Objetivos de los sistemas de puesta a tierra en plantas fotovoltaicas
- Normativas y estándares internacionales aplicables
- Descripción técnica de plantas fotovoltaicas
- Metas de diseño y análisis en plantas fotovoltaicas
- Sistemas especiales para el sistema de puesta a tierra (SPIT)
- Puesta a tierra del campo fotovoltaico
- Protección del personal y seguridad eléctrica
- Criterios de diseño técnico del sistema de puesta a tierra
- Introducción a normativas especiales
- Aplicación práctica en modelos con software
- Caso práctico: Diseño de una malla de tierra para una planta fotovoltaica

#### MÓDULO 9: DISEÑO Y ANÁLISIS DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA EN PLANTAS EÓLICAS CON CYMISO

- Objetivos técnicos del sistema de puesta a tierra en plantas eólicas
- Normativas y estándares internacionales aplicables
- Descripción técnica de plantas eólicas
- Análisis de seguridad en sistemas de puesta a tierra
- Características técnicas del sistema de puesta a tierra
- Criterios de diseño para sistemas de puesta a tierra
- Uso de software especializado para diseño y simulación
- Caso práctico: Diseño de una malla de tierra para una planta eólica

#### MÓDULO 10: DISEÑO DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA PARA EQUIPOS ELECTRÓNICOS Y TELECOMUNICACIONES CON CYMISO

- Objetivos de la puesta a tierra para equipos electrónicos y de telecomunicaciones
- Normativas y estándares internacionales aplicables
- Fundamentos y necesidades generales del sistema de puesta a tierra
- Puesta a tierra para equipos de telecomunicaciones
- Especificación y selección de equipos y materiales
- Recomendaciones de diseño y prácticas de instalación
- Caso práctico: Diseño de una malla de tierra para telecomunicaciones

INGENIERÍA, TECNOLOGÍA Y  
EDUCACIÓN GREENER S.A.C  
RUC: 20606279991





# PROPUESTA DE VALOR

## APRENDIZAJE INTEGRAL

Diseñamos experiencias de aprendizaje integral alineados con los intereses de nuestros principales stakeholders para satisfacer las necesidades e intereses de las industrias.

## METODOLOGÍA PRÁCTICA

Nuestro enfoque se centra en brindar a nuestros alumnos una formación práctica y especializada que los prepare para destacar en sus áreas profesionales. Diseñamos cursos y programas que ofrecen conocimientos actualizados y relevantes, aplicados a través de proyectos, simulaciones y estudios de casos reales.

## DOCENTES EXPERTOS

Nuestro equipo docente está conformado por expertos con más de 20 años de experiencia, cada uno único en su campo.

## CERTIFICACIÓN

Al finalizar la especialización, recibirás un certificado oficial de nuestra institución que avalará tu capacitación.

## FLEXIBILIDAD

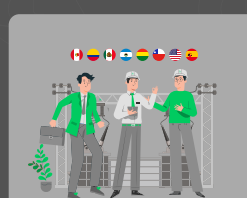
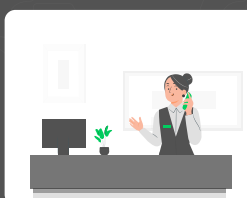
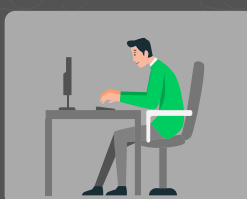
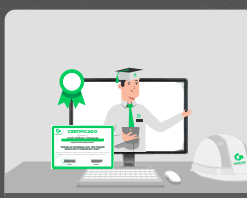
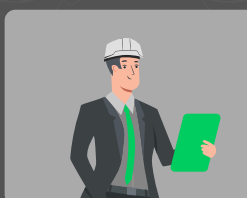
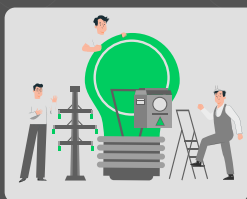
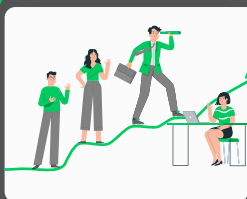
Aprende eliminando las barreras de tiempo y distancia con nuestros programas diseñados para adaptarse a tu ritmo y necesidades.

## ACOMPañAMIENTO VIRTUAL

Contarás con el acompañamiento de los docentes y personal de soporte, quienes estarán disponibles para resolver todas tus consultas.

## NETWORKING

Amplía tu red de contactos con profesionales de diversos países y enriquece tu aprendizaje con múltiples perspectivas.



# MATERIAL DEL CURSO



Tendrás acceso al material relacionado con el contenido del programa. Para ello, habilitaremos el acceso online dentro de nuestra plataforma de aprendizaje. Todo el material estará disponible en formato digital.

Las clases síncronas serán grabadas y el video se alojará en nuestras plataformas de aprendizaje para que las revises cuando lo necesites. Dicha grabación se puede visualizar únicamente en línea, no es posible hacer una descarga total o parcial en dispositivos.

El uso del material y videos son exclusivos para la enseñanza del programa en el cual estás inscrito. Asimismo, por protección de la propiedad intelectual, la descarga, copia, reproducción, así como compartir el material del programa de manera parcial o total está prohibido. GREENER es titular de los derechos de propiedad intelectual referentes al contenido y se reserva las acciones legales que puedan tomarse en caso infrinjan esta disposición.



# MEDIOS DE PAGO

## NACIONAL (PERÚ)

TRANSFERENCIA MEDIANTE



**Cuenta Corriente en Soles:**

0011-0201-0100048348

**Código de Cuenta Interbancario (CCI):** 011-201-000100048348 15



**Cuenta Corriente en Soles:**

2003004790993

**Código de Cuenta Interbancario (CCI):** 00320000300479099339



**Cuenta Simple Soles:**

194 7069 720011

**Número de Cuenta Interbancario (CCI):** 002-194-00706972001194

TRANSFERENCIA  
INTERBANCARIA  
(OTROS BANCOS)

**Código de Cuenta Interbancario (CCI):**  
003-200-003004790993-39

**Beneficiario:** Ingeniería, Tecnología y Educación  
Greener S.A.C.

**RUC:** 20606279991

## INTERNACIONAL (FUERA DE PERÚ)

Para realizar el depósito vía  
Paypal, ingrese al siguiente link:

 **Link de Pago**  
[https://paypal.me/greener11?  
locale.x=es\\_XC](https://paypal.me/greener11?locale.x=es_XC)

Pago sin comisión, con cualquier  
tipo de tarjeta crédito o débito.



Si desea realizar el pago a  
tráves de los siguientes medios,  
solicitar los datos.

niubiz: 

### TRANSFERENCIA INTERBANCARIA INTERNACIONAL

- **Cuenta (dólares):** 200-3004791000
- **Nombre de empresa:** INGENIERÍA, TECNOLOGÍA Y EDUCACIÓN GREENER S.A.C
- **Dirección de empresa:** Jr. Aracena 125.  
Surco, Lima - Perú
- **Banco:** Interbank
- **SWIFT:** BINPPEPL
- **Dirección del banco:** Av. Carlos Villarán N° 140,  
Urb. Santa Catalina, La Victoria, Lima, Perú.

**Nota:** Si opta por esta opción, se añadirá  
50 USD al monto final por comisión de los  
gastos bancarios.

# INVERSIÓN

INVERSIÓN PERÚ

**S/. 2800**

INVERSIÓN EXTRANJERO

**US\$ 780**

## PROCESO DE INSCRIPCIÓN

**1**○

Envía el comprobante de pago a [greener@greenersac.com](mailto:greener@greenersac.com) al realizar el pago.

**2**○

Ingresa tus datos personales y de facturación al siguiente enlace: [https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfVf6PQ2uWXydaqnvuM7z\\_NOccu87l4F2lc4Ty2lraUTtDKWjQ/viewform?usp=sharing](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfVf6PQ2uWXydaqnvuM7z_NOccu87l4F2lc4Ty2lraUTtDKWjQ/viewform?usp=sharing)

**3**○

Confirmaremos tu inscripción. Te enviaremos las instrucciones para el acceso al aula virtual.

## INFORMES E INSCRIPCIONES

**DIANA SOBRADOS**

Ejecutiva Comercial



+51 933 893 228



[dsobrados@greenersac.com](mailto:dsobrados@greenersac.com)



# ¿QUIERES DISEÑAR ESTE PROGRAMA PARA TU ORGANIZACIÓN?

DIANA SOBRADOS

Ejecutiva Comercial

+51 933 893 228

[dsobrados@greenersac.com](mailto:dsobrados@greenersac.com)

## BENEFICIOS



Modalidad flexible: presencial o virtual, adaptada a las necesidades de tu equipo.



Capacitación personalizada conforme a los requerimientos de tu organización.



Aumenta el compromiso y rendimiento de tus colaboradores.



Fortalece tu equipo y lleva a tu empresa al siguiente nivel en un mercado en constante evolución.



Incorpora nuevas tecnologías y softwares en las áreas de ingeniería y mantenimiento.



**GREENER**  
Escuela de Ingeniería



GREENER S.A.C  
RUC: 20606279991