

# PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS EN CORRIENTE CONTINUA CON ETAP

Estudios avanzados de operación, protección y seguridad en redes industriales, fotovoltaicas y de almacenamiento.



**INICIO**  
31 de marzo

**DURACIÓN**  
50 Horas cronológicas  
2 Meses

**HORARIO**  
Mart. y Juev.: 7:00 a 9:00 p.m.  
Sábados: 9:00 a 11:00 a.m.  
(UTC - 05:00)

**Contacto**  
+51 943 237 779

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

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

# ESPECIALÍZATE EN EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE REDES ELÉCTRICAS MODERNAS EN CORRIENTE CONTINUA UTILIZANDO ETAP, Y OBTÉN UNA CERTIFICACIÓN IEEE.

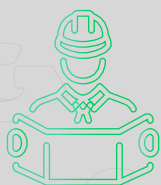
Aprende a modelar y analizar redes eléctricas en corriente continua, ejecutando estudios de flujo de carga, cortocircuito, coordinación de protecciones, arco eléctrico, así como modelando sistemas fotovoltaicos y de almacenamiento.



## EL PROGRAMA ESTÁ DIRIGIDO A:



**Ingenieros electricistas, electromecánicos, electrónicos y técnicos** especializados que buscan desarrollar competencias avanzadas en modelado, simulación y análisis de sistemas eléctricos en corriente continua (DC) utilizando ETAP, con enfoque aplicado a redes industriales, mineras y energías renovables.



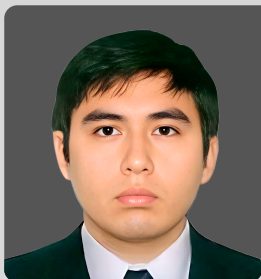
### **Empresas y consultores en ingeniería eléctrica.**

Firmas consultoras, contratistas eléctricos, supervisores de obra y responsables de estudios técnicos que requieren implementar soluciones robustas en diseño eléctrico, análisis de protecciones, cortocircuito, flujos de carga, arco eléctrico y cumpliendo normativas internacionales (IEC, IEEE y NFPA).



# EXPERTO

Conoce a nuestro experto que te guiará en cada paso del programa



## ING. FRANCIR ESCOBEDO

- Ingeniero Electricista egresado de la Universidad Nacional del Callao, con Maestría en Ingeniería Eléctrica, especialista en protecciones eléctricas aplicadas a sistemas de generación, transmisión y distribución. Cuenta con más de 10 años de experiencia en la ejecución de estudios de estabilidad, transitorios electromagnéticos y coordinación de protecciones, así como en pruebas de operatividad de relés y estudios de conexión al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN).
- Domina herramientas avanzadas como ETAP, DigSILENT PowerFactory y ATPDraw, aplicadas en el modelado, análisis y simulación de sistemas eléctricos de potencia. Ha sido ponente en más de 30 cursos y programas especializados, compartiendo su experiencia en el sector eléctrico.



\*Greener - Escuela de Ingeniería, se reserva el derecho de realizar cambios en los ponentes, manteniendo los estándares de calidad y nivel técnico establecidos.



# Programa de Especialización

## PLAN DE ESTUDIO

6 Cursos – 50 horas cronológicas

### Curso 1

Introducción y Modelado de Sistemas DC con ETAP

🕒 6 horas cronológicas  
**Nivel:** Básico

### Curso 2

Estudios de Flujo de Carga en Corriente Continua (DC) con ETAP

🕒 8 horas cronológicas  
**Nivel:** Intermedio

### Curso 3

Análisis de Cortocircuito en Sistemas Eléctricos DC con ETAP

🕒 8 horas cronológicas  
**Nivel:** Intermedio

### Curso 4

Estudios de Protecciones en Sistemas Eléctricos DC con ETAP

🕒 10 horas cronológicas  
**Nivel:** Avanzado

### Curso 5

Estudios de Arco Eléctrico en Sistemas Eléctricos DC con ETAP

🕒 8 horas cronológicas  
**Nivel:** Avanzado

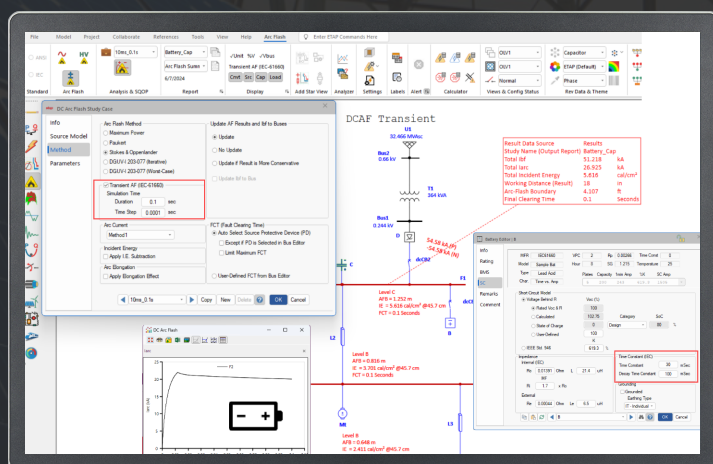
### Curso 6

Modelado de Sistemas Fotovoltaicos y Almacenamiento en DC con ETAP

🕒 10 horas cronológicas  
**Nivel:** Avanzado

### Requisitos

- Se recomienda contar con conocimientos de Sistemas Eléctricos de Potencia en Corriente Alterna.
- El alumno deberá ingresar con sus licencias propias de ETAP.



# OBJETIVOS

Al concluir el programa, serás capaz de:



1

Modelar redes eléctricas en corriente continua (DC) en ETAP, incluyendo fuentes, cargas, barras, bancos de baterías, convertidores y enlaces AC/DC, en configuraciones industriales, mineras y renovables.

2

Evaluar el desempeño integral de redes DC mediante la ejecución de estudios de flujo de carga y cortocircuito, analizando tanto la eficiencia operativa como la respuesta dinámica ante fallas de componentes críticos, para validar un diseño seguro y optimizado.

3

Diseñar y coordinar protecciones en sistemas DC, utilizando fusibles, interruptores y relés electrónicos en ETAP, aplicando criterios de selectividad, sensibilidad y despeje eficiente.

4

Evaluar los riesgos por arco eléctrico en instalaciones de DC mediante la simulación de energía incidente en ETAP, determinando las fronteras de protección y categorías de riesgo para prescribir estrategias de mitigación y selección de EPP bajo estándares NFPA e IEEE.

5

Modelar sistemas de generación fotovoltaica y almacenamiento en sistemas DC mediante el modelado dinámico en ETAP, optimizando la integración de arreglos solares y bancos de baterías para garantizar la eficiencia energética y la continuidad operativa bajo estándares IEC/NEC.



# INTRODUCCIÓN Y MODELADO DE SISTEMAS DC CON ETAP

🕒 6 horas cronológicas

## 1. Fundamentos de sistemas eléctricos DC

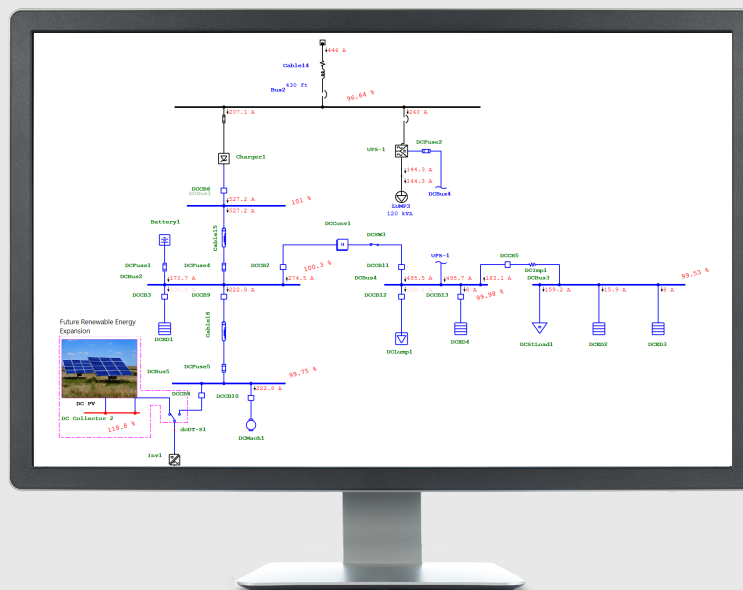
- 1.1. Arquitecturas: unipolar, bipolar y redes mixtas
- 1.2. Aplicaciones: minería, renovables, data centers, tracción y naval
- 1.3. Comparación técnica AC vs DC
- 1.4. Componentes esenciales: fuentes, cargas, barras, enlaces AC/DC
- 1.5. Normas base: IEC e IEEE

## 2. Interfaz y modelado básico en ETAP

- 2.1. Configuración inicial de proyectos DC
- 2.2. Inserción de buses, fuentes DC y cargas
- 2.3. Parámetros eléctricos: tensión, potencia, impedancia
- 2.4. Modelado de enlaces AC/DC (rectificadores y convertidores)
- 2.5. Validación topológica y verificación del sistema

## 3. Modelado de baterías y cargas electrónicas

- 3.1. Baterías: tipo, capacidad, descarga y respaldo
- 3.2. Convertidores AC/DC: eficiencia, control y límites
- 3.3. Cargas: fijas, variables, electrónicas
- 3.4. Análisis de esquemas híbridos AC/DC
- 3.5. Revisión de base técnica para análisis posteriores



# ESTUDIOS DE FLUJO DE CARGA EN CORRIENTE CONTINUA (DC) CON ETAP

🕒 8 horas cronológicas

## 1. Fundamentos del flujo de carga en sistemas DC

- 1.1. Topologías: redes unipolares, bipolares y configuraciones mixtas
- 1.2. Aplicaciones industriales: minería, transporte eléctrico, data centers, renovables
- 1.3. Comparación técnica entre análisis de flujo AC vs DC
- 1.4. Variables críticas: tensión, corriente, pérdidas, eficiencia
- 1.5. Normativas aplicables: IEC e IEEE.

## 2. Modelado del sistema DC en ETAP

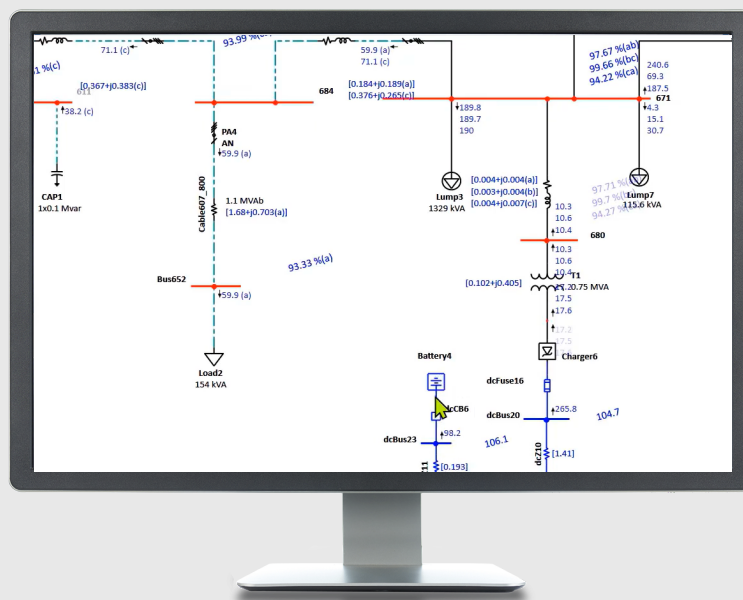
- 2.1. Configuración inicial del proyecto y selección del tipo de red DC
- 2.2. Inserción y parametrización de buses, cargas, fuentes y enlaces AC/DC
- 2.3. Definición de datos eléctricos: tensión nominal, potencia, resistencia, caída de tensión
- 2.4. Modelado de convertidores rectificadores
- 2.5. Validación topológica previa al estudio de carga

## 3. Inclusión de bancos de baterías y cargas electrónicas

- 3.1. Modelado de baterías: tipo, capacidad, ciclos y respaldo
- 3.2. Caracterización de cargas electrónicas: comportamiento, variabilidad y consumo
- 3.3. Evaluación de redes híbridas AC/DC
- 3.4. Verificación de continuidad energética en nodos críticos
- 3.5. Preparación del sistema para análisis de carga dinámico

## 4. Ejecución y análisis del flujo de carga DC

- 4.1. Simulación de flujo de carga con ETAP DC Load Flow
- 4.2. Evaluación de perfiles de tensión y caídas por tramo
- 4.3. Análisis de sobrecarga, desbalance y eficiencia de distribución
- 4.4. Interpretación de resultados técnicos y validación de parámetros
- 4.5. Ajustes al diseño y generación de reportes técnicos en ETAP





# ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO EN SISTEMAS DC CON ETAP

🕒 8 horas cronológicas

## 1. Fundamentos del cortocircuito en DC

- 1.1. Tipos de fallas: polo a tierra, entre polos, derivaciones
- 1.2. Forma de onda y componentes de la corriente de falla en DC
- 1.3. Influencia de la inductancia, resistencia y constante de tiempo ( $\tau$ )
- 1.4. Comportamiento de baterías, convertidores y fuentes frente a fallas
- 1.5. Normas aplicables: IEC e IEEE.

## 2. Modelado de sistemas DC para análisis de falla

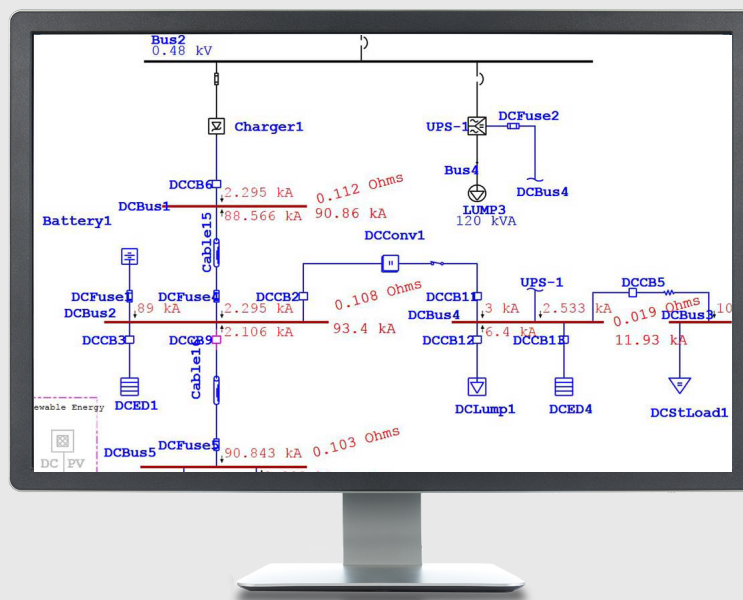
- 2.1. Activación del módulo DC Short Circuit en ETAP
- 2.2. Inserción de fuentes: bancos de baterías, rectificadores y convertidores
- 2.3. Configuración de impedancias internas y parámetros dinámicos
- 2.4. Definición de ubicaciones de falla: buses, enlaces, barras
- 2.5. Verificación topológica previa a simulación

## 3. Simulación de fallas en ETAP

- 3.1. Cálculo de  $I_{cc}$  máxima, mínima y envolvente
- 3.2. Evaluación de niveles de esfuerzo térmico y mecánico
- 3.3. Análisis en topologías complejas e híbridas AC/DC
- 3.4. Simulación de condiciones críticas: respaldo, redundancia, baja carga
- 3.5. Validación de resultados con criterios de protección y diseño

## 4. Análisis de resultados y aplicación práctica

- 4.1. Interpretación técnica de resultados:  $I_{cc}$ , duración y forma de onda
- 4.2. Identificación de zonas críticas para protección
- 4.3. Exportación de reportes automáticos y análisis de fallas por nodo
- 4.4. Base técnica para coordinación de protecciones DC
- 4.5. Recomendaciones para rediseño y mejoras en confiabilidad



# ESTUDIOS DE PROTECCIONES EN SISTEMAS DC CON ETAP

🕒 10 horas cronológicas

## 1. Fundamentos de protección en sistemas DC

- 1.1. Principios de coordinación y selectividad en corriente continua
- 1.2. Tipos de fallas en DC: cortocircuito, sobrecarga, falla de aislamiento
- 1.3. Características de la interrupción de corriente en DC
- 1.4. Topologías de distribución y su impacto en la protección
- 1.5. Normativas aplicables: IEC 60364-5, IEC 61660 y IEEE 946

## 2. Dispositivos de protección en redes DC

- 2.1. Fusibles: capacidad de ruptura, curva  $I^2t$ , limitación de energía
- 2.2. Interruptores automáticos: curva de disparo, polaridad, tiempo de despeje
- 2.3. Relés electrónicos: ajuste, umbrales
- 2.4. Protección en bancos de baterías y convertidores DC/DC
- 2.5. Integración de dispositivos con la topología del sistema

## 3. Modelado y configuración de protecciones en ETAP

- 3.1. Inserción y parametrización de dispositivos de protección en DC
- 3.2. Ajustes de disparo, corriente de pickup, curvas de tiempo
- 3.3. Modelado de protecciones por zonas: radial, anillo y selectivo

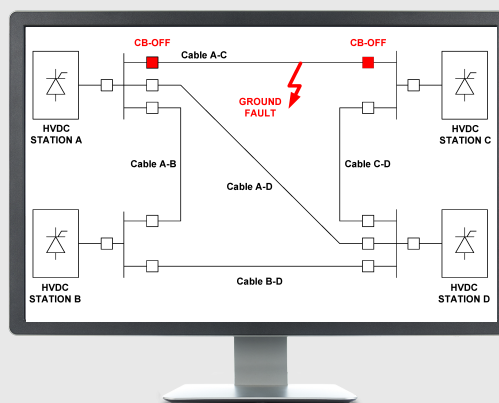
- 3.4. Definición de grupos de protecciones y coordinación local/global
- 3.5. Verificación técnica de configuración con el sistema modelado

## 4. Coordinación y análisis de protecciones en ETAP

- 4.1. Activación del módulo DC Protection & Coordination
- 4.2. Análisis de secuencia de operación y selectividad temporal
- 4.3. Curvas TCC (Time Current Characteristic) en DC
- 4.4. Evaluación de protecciones ante fallas bipolares y monopolares
- 4.5. Optimización de ajustes y validación cruzada con cortocircuito

## 5. Validación de protecciones y recomendaciones técnicas

- 5.1. Simulación de contingencias y eventos críticos
- 5.2. Validación de continuidad de servicio y respaldo de protecciones
- 5.3. Exportación de reportes técnicos automáticos desde ETAP
- 5.4. Diagnóstico de malfuncionamientos comunes en protecciones DC
- 5.5. Recomendaciones de mejora y diseño robusto de protecciones





# MODELADO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS Y ALMACENAMIENTO EN DC CON ETAP

🕒 8 horas cronológicas

## 1. Fundamentos técnicos de sistemas

### FV en DC

- 1.1. Topologías: sistemas aislados, híbridos y conectados a red DC
- 1.2. Componentes clave: módulos FV, MPPT, inversores DC/AC y bancos de baterías
- 1.3. Variables eléctricas: tensión, corriente, potencia, eficiencia y FF
- 1.4. Condiciones ambientales: irradiancia, temperatura, inclinación, orientación
- 1.5. Normas técnicas: IEC y NEC

## 2. Modelado de módulos FV y strings en ETAP

- 2.1. Inserción de módulos FV en ETAP:  $V_{mp}$ ,  $I_{mp}$ ,  $P_{max}$ , curva I-V
- 2.2. Configuración de strings: serie, paralelo, agrupación
- 2.3. Condiciones operativas: perfil solar, irradiancia, temperatura ambiente
- 2.4. Simulación MPPT
- 2.5. Validación gráfica: curvas I-V y potencia vs. irradiancia

## 3. Modelado de bancos de baterías en ETAP

- 3.1. Tecnologías: plomo-ácido, litio-ion, níquel-cadmio – parámetros eléctricos
- 3.2. Estado de carga (SOC), DoD, C-rate, ciclos de descarga
- 3.3. Dimensionamiento: autonomía, carga crítica, respaldo energético

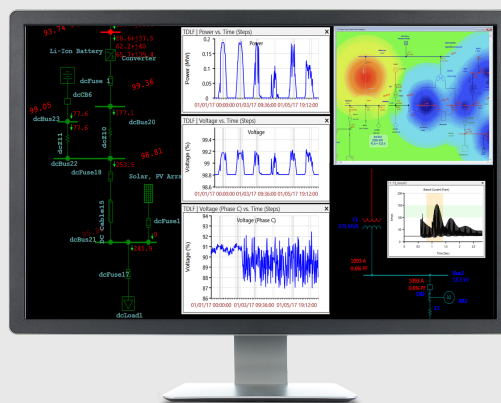
- 3.4. Integración con enlaces AC/DC y controladores de carga
- 3.5. Simulación en escenarios de variabilidad de carga y generación

## 4. Simulación de operación y análisis de rendimiento

- 4.1. Flujo energético: generación FV, consumo, carga/descarga de baterías
- 4.2. Evaluación de eficiencia, pérdidas por conversión y rendimiento global
- 4.3. Análisis de condiciones críticas: sobrecarga, déficit, baja irradiancia
- 4.4. Comprobación de continuidad operativa ante fallas o desconexión
- 4.5. Criterios de estabilidad y calidad operativa en redes DC

## 5. Optimización y documentación técnica en ETAP

- 5.1. Ajuste óptimo de módulos y baterías para cargas críticas
- 5.2. Simulación comparativa: escenarios de respaldo, autoconsumo y exportación
- 5.3. Reportes técnicos generados por ETAP: autonomía, eficiencia, energía útil
- 5.4. Modelado de protecciones: sobrecorriente, sobretensión, aislamiento
- 5.5. Recomendaciones técnicas para sistemas FV en minería e industria





# BENEFICIOS



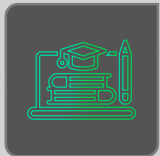
## Aprendizaje Práctico:

Metodología que integra teoría, análisis de casos y práctica con simulaciones en ETAP.



## Sesiones en vivo:

Interactivas, colaborativas y centradas en casos prácticos y reales del sector.



## Recursos:

Biblioteca técnica digital con materiales, archivos y modelos de simulación.



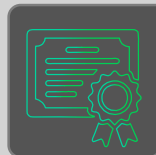
## Recomendación:

Usa dos equipos para aprovechar al máximo las sesiones prácticas, siguiendo las sesiones en vivo y aplicando a la vez lo aprendido con el software, para así garantizar una formación alineada con los estándares del sector.



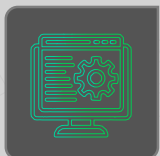
## Docentes expertos:

Instructores con más de 10 años de experiencia aseguran un enfoque técnico actualizado y relevante.



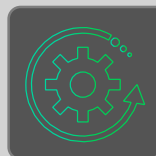
## Certificación profesional:

Obtén doble certificación internacional, con un certificado emitido por la IEEE, la organización técnico - profesional más reconocida a nivel mundial, y por Greener - Escuela de Ingeniería.



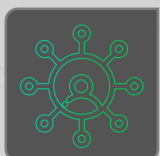
## Flexibilidad total:

Accede a clases grabadas y materiales durante un año, desde cualquier lugar y dispositivo.



## Acompañamiento constante:

Recibe soporte académico y técnico en todo momento.



## Networking profesional:

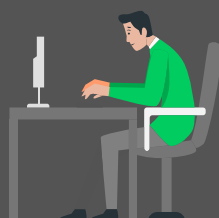
Conecta con colegas y expertos del sector para potenciar tu desarrollo profesional.



# EVALUACIÓN

La evaluación es vigesimal siendo la nota mínima aprobatoria 14.00.

Criterio de Evaluación	Porcentaje
Exámen teórico - práctico	100%



# DOBLE CERTIFICACIÓN INTERNACIONAL

**IEEE proporcionará créditos CEU (o PDH) a los participantes que aprueben el Programa de Especialización: Modelamiento y Simulación de Sistemas Eléctricos en Corriente Continua con ETAP.** En total, se emitirán **5 CEU y/o 50 PDH**.

Asimismo, GREENER – Escuela de Ingeniería emitirá un certificado digital con una duración de 50 horas cronológicas, el cual será remitido al correo electrónico proporcionado por el participante en su inscripción, desde la cuenta institucional **capacitaciones@greenersac.com**.

Este documento contará con la firma oficial de la institución y será entregado en **un plazo máximo de 15 días hábiles** posteriores a la finalización del programa.



\*Imagen Referencial del Certificado

## IMPACTO PROFESIONAL

- Aumenta tu credibilidad técnica ante empresas y organismos internacionales.
- Accede a mejores oportunidades laborales y posiciones de liderazgo de ingeniería.
- Mejora tu perfil competitivo para asumir proyectos eléctricos de gran envergadura.
- Únete a una comunidad internacional de ingenieros y participa en espacios de colaboración.

## REQUISITOS PARA LA OBTENCIÓN

- Aprobar todas las evaluaciones del programa con una nota mínima de 14/20.
- Cumplir los criterios académicos y administrativos establecidos por GREENER.
- Completar el formulario IEEE Credentialing Program para la emisión oficial de tu certificación.

# MEDIOS DE PAGO

## PAGOS NACIONALES (PERÚ)

### TRANSFERENCIA MEDIANTE

**BBVA**

**Cuenta Corriente en Soles:**

0011-0201-0100048348

**Código de Cuenta Interbancario**

**(CCI):** 011-201-000100048348 15

**TRANSFERENCIA  
INTERBANCARIA**

(OTROS BANCOS)

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

003-200-003004790993-39

**Interbank**

**Cuenta Corriente en Soles:**

2003004790993

**Código de Cuenta Interbancario**

**(CCI):** 00320000300479099339

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

**RUC:** 20606279991

**BCP**

**Cuenta Simple Soles:**

194 7069 720011

**Número de Cuenta Interbancario**

**(CCI):** 002-194-00706972001194

## PAGOS INTERNACIONALES (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.



### 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  
70 USD al monto final por comisión de los  
gastos bancarios.

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

**niubiz:** Western  
Union

# INVERSIÓN

INVERSIÓN PERÚ

**S/. 2560**

INVERSIÓN EXTRANJERO

**US\$ 820**

## PROCESO DE INSCRIPCIÓN

- 1** Realiza el pago y envía el comprobante a [comercial@greenersac.com](mailto:comercial@greenersac.com)
- 2** Completa tus datos personales y de facturación en el siguiente formulario: <https://forms.gle/d6abGczjGu289t8y6>
- 3** Recibirás la confirmación de tu inscripción junto con las instrucciones detalladas para acceder al aula virtual y comenzar tu formación.

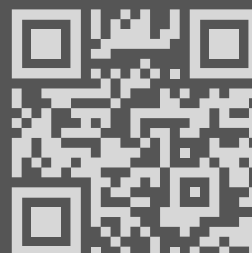
## INFORMES E INSCRIPCIONES



+51 943 237 779



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





# ¿QUIERES DISEÑAR ESTE PROGRAMA PARA TU ORGANIZACIÓN?

CONTÁCTANOS

+51 943 237 779

comercial@greenersac.com

## BENEFICIOS



**Modalidad flexible:** Formato presencial o virtual según las necesidades de tu equipo.



**Capacitación personalizada:** Contenido adaptado a los requerimientos específicos de tu organización.



**Mayor rendimiento:** Mejora la productividad y el compromiso de tu equipo.



**Impulso empresarial:** Prepara a tu empresa para destacarse en un mercado en constante evolución.



**Innovación tecnológica:** Implementa herramientas y software de última generación en ingeniería y mantenimiento.





**GREENER**  
Escuela de Ingeniería

Optimiza la confiabilidad y el rendimiento  
de tus sistemas eléctricos a través de un análisis  
de fallas correcto y eficaz.

