

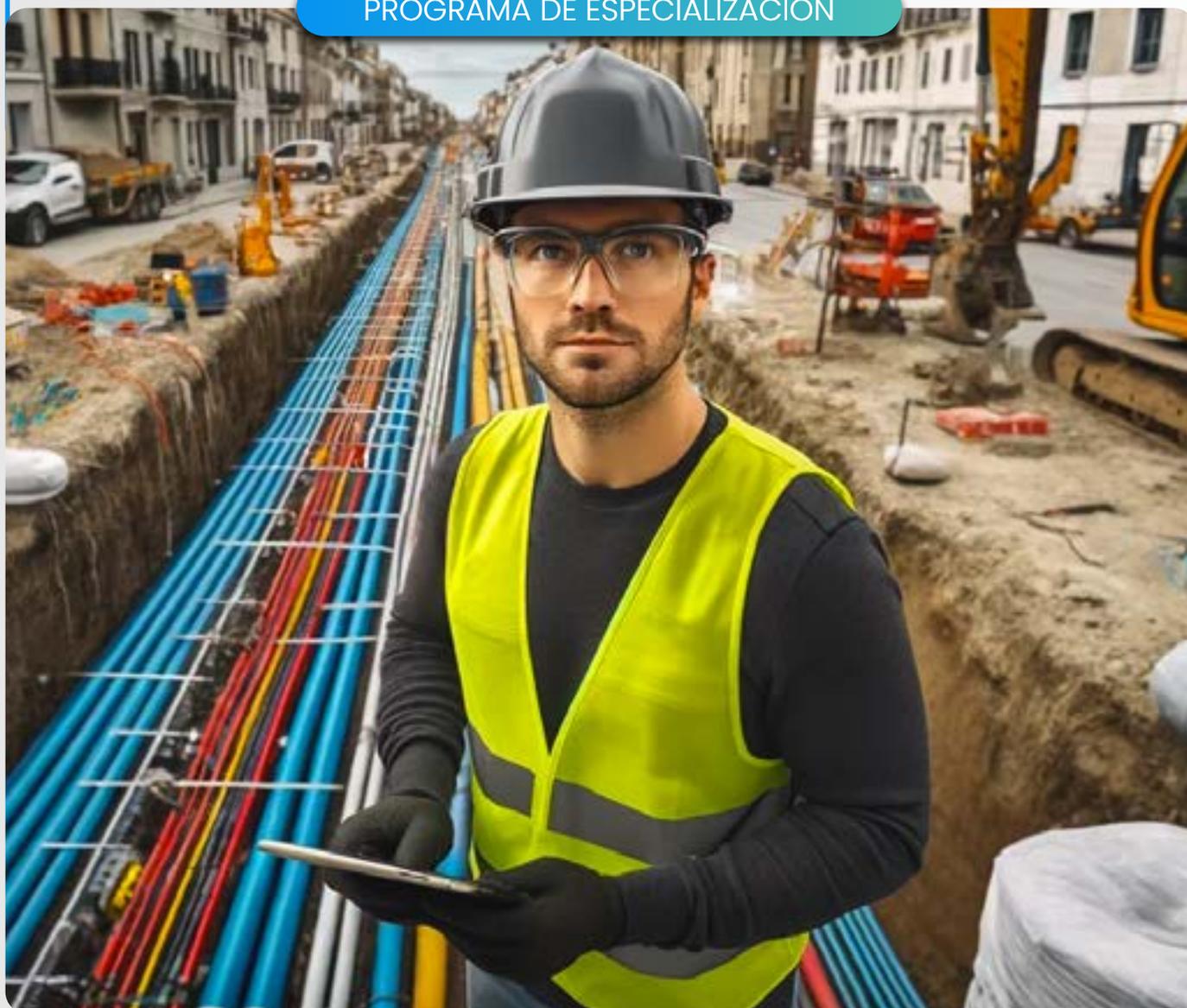


Escuela Técnica de Ingeniería

IEEE  
CREDENTIALING  
PROGRAM

# DISEÑO DE LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEAS

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN





# SOBRE EL PROGRAMA

**¿Sabías que a medida que las ciudades se vuelven más densamente pobladas, hay una mayor necesidad de instalar líneas de distribución eléctrica subterráneas?**

El diseño adecuado de estas líneas es esencial para la planificación y el desarrollo urbano, ya que permite utilizar en forma óptima el espacio, integrar armoniosamente con la infraestructura existente y cumplir con los requisitos de seguridad en áreas urbanas.

Las líneas de distribución subterráneas son sistemas de cableado eléctrico diseñados para transportar energía desde las subestaciones de distribución hasta los consumidores finales, enterradas bajo tierra. Estas líneas presentan características técnicas y desafíos únicos que deben ser abordados en su diseño para garantizar un sistema confiable, seguro y eficiente.

Inel reconoce la importancia de formar expertos en este campo y ha desarrollado cuidadosamente este programa de capacitación. Al adquirir conocimientos sobre el diseño de líneas de distribución subterráneas, los ingenieros y profesionales relacionados estarán mejor preparados para abordar los desafíos actuales y futuros de la distribución de energía.

*No existen requisitos para llevar este programa, aunque se recomienda conocimiento básico en ingeniería eléctrica o electromecánica.*

*La capacitación se realizará con los softwares ATP, QGI, Safegrid y ArcGIS. En caso de los dos últimos se brindará un video manual para su versión demo.*



**INICIO**

**28 de agosto**



**HORARIO**

Miércoles y viernes:  
19:00 - 21:10  
(UTC - 05:00)



**DURACIÓN**

32 horas  
cronológicas



**MODALIDAD**  
100% Online  
Síncrona

# PROPUESTA DE VALOR





Al culminar el programa el alumno estará capacitado en:



# OBJETIVOS

Elegir la ruta óptima de una línea de distribución subterránea



Seleccionar los cables de potencia, sistema de canalización y accesorios de la línea de distribución subterránea



Realizar el diseño eléctrico y mecánico de una línea de distribución subterránea



Comprender los criterios constructivos y las tensiones de halado de los cables utilizados en las líneas subterráneas



Realizar el estudio de coordinación de aislamiento e interferencia electromagnética



Preparar la documentación y presupuestos de diseño de una línea de distribución subterránea



# A QUIÉN VA DIRIGIDO



El programa de especialización está dirigido a los siguientes profesionales:



Ingenieros de diseño de líneas de distribución, ingenieros de diseño de líneas de subterráneas, ingenieros de diseño eléctrico en posiciones senior y junior con responsabilidad de realizar y coordinar los diseños de ingeniería de su empresa

Consultores independientes, ingenieros de proyectos, ingenieros de diseño de redes subterráneas

Perfiles técnicos que buscan conocer sobre diseño de líneas de distribución subterráneas



# ESTRUCTURA CURRICULAR

## Módulo I: Criterios de diseño electromecánicos (2 horas cronológicas)

*Aprender los criterios de diseño eléctrico y mecánico de una línea de distribución subterránea*

### Sesión 1

- Introducción
- Tipos de configuraciones de líneas subterráneas
- Parámetros medioambientales
- Parámetros eléctricos
- Distancias de seguridad
- Parámetros de suelos
- Configuración de cables de potencia
- Tipos de cables de potencia
- Sistema de puesta a tierra: Esquema de aterrizaje de pantallas

## Módulo II: Criterios constructivos de los cables (2 horas cronológicas)

*Comprender los criterios constructivos de los cables*

### Sesión 2

- Tipo de Conductores
- Tipo de aislamiento
- Capas semiconductoras
- Pantalla metálica
- Cubierta exterior
- Resistividades térmicas de los materiales de los cables
- Caso práctico en CYMCAP
  - Construcción de cables

## Módulo III: Selección de ruta (4 horas cronológicas)

*Elegir la ruta óptima de una línea de distribución subterránea*

### Sesión 3

- Generalidades
- Literatura especializada
- Metodología: Flujo de trabajo
- Metodología: (SIG) Vectores y Rasters
- Valores de Idoneidad (Zonas optimas)
- Entornos Natural e infraestructura
- Restricciones técnicas, ambientales, sociales, prediales

- Superposición ponderada
- Ruta de menor coste (Función de optimización)

#### Sesión 4

- Uso de software comercial para la selección de ruta

### Módulo IV: Selección y diseño de la canalización (2 horas cronológicas)

*Realizar la selección apropiada del sistema de canalización*

#### Sesión 5

- Introducción
- Tipos de suelos
- Cables directamente enterrados
- Cables enterrados en Ductos
- Banco de ductos
- Cárcamos de potencia
- Cables en túneles
- Dimensionamiento de banco de ductos: Caso practico

### Módulo V: Selección y diseño del cable subterráneo (8 horas cronológicas)

*Realizar la selección del cable subterráneo*

#### Sesión 6

- Metodología para el diseño y selección de cables subterráneos
- Determinación de la ampacidad
- Cálculo de las pérdidas
- Resistencia térmica T1
- Resistencia térmica T2
- Resistencia térmica T3
- Resistencia térmica T4
- Caída de tensión
- Corriente de cortocircuito

#### Sesión 7

- *Introducción de CYMCAP*
- *Caso de estudio 1: Cable directamente enterrado*
- *Caso de estudio 2: Cable en banco de ductos*
- *Caso de estudio 3: Múltiples bancos de ductos*

#### Sesión 8

- Caso de estudio 4: Cables expuestos al aire
- Caso de estudio 5: Cables en Backfill
- Caso de estudio 7: Calculo de caída de tensión
- Caso de estudio 8: Calculo de capacidad de corriente en estado de emergencia

#### Sesión 9

- Cálculo de capacidad en cortocircuito - Campos electromagnéticos
- Casos especiales: Diseño Cables tripolares y Líneas submarinas
- Cálculo de cables con IEC 60502

### Módulo VI: Diseño del sistema de puesta a tierra (2 horas cronológicas)

*Aprender a realizar el diseño del sistema de puesta a tierra de una línea subterránea*

#### Sesión 10

- Introducción y definiciones
- Normativas y estándares internacionales
- Resistividad e información del suelo
- Diseño del sistema de puesta a tierra
- Particularidades de sistemas de puesta a tierra en líneas subterráneas
- Desarrollo de un caso aplicativo en un proyecto real: Interconexión Parque FV Baranoa I: 34,5 kV y 110 kV

## Módulo VII: Coordinación de aislamiento e Interferencia electromagnética (2 horas cronológicas)

Realizar análisis de la coordinación de aislamiento e interferencia electromagnética

### Sesión 11

- Coordinación de aislamiento
  - Introducción y generalidades
  - Normativas y estándares internacionales
  - Sobretensiones en líneas subterráneas
  - Selección de niveles de aislamiento
  - Casos aplicativos: Coordinación de aislamiento en proyectos reales.
    - Proyecto de Interconexión Parque Solar I 19.9 MW 110 y 34,5 kV
    - Proyecto línea subterránea urbana de 220 kV
- Interferencia electromagnética
  - Introducción y generalidades
  - Normativas y estándares internacionales
  - Estudio de interferencia electromagnética
  - Medidas de mitigación
  - Casos aplicativos Estudio EMI en proyecto real: Línea de 220 kV Termoflores - El Río

## Módulo VIII: Selección de terminales y empalmes (2 horas cronológicas)

Realizar la selección adecuada de los terminales y empalmes

### Sesión 12

- Terminales
  - Tecnologías
  - Selección
  - Aplicación
  - Especificaciones
  - Criterios de instalación
- Limitadores de Voltaje
  - Especificaciones
  - Criterios de instalación

- Empalmes
  - Tecnologías
  - Selección
  - Aplicación
  - Especificaciones
  - Criterios de instalación

## Módulo IX: Análisis de tensiones de halado de cable (2 horas cronológicas)

Realizar el análisis de las tensiones de halado en cables subterráneos

### Sesión 13

- Tensión máxima de tendido
- Tensión de Halado
- Método de Halado
- Tensión máxima del conductor
- Presión de Pared Lateral
- Radio mínimo de curvatura
- Desarrollo de caso práctico en una línea de 110 kV

## Módulo X: Reportes de cálculo y documentación de diseño (2 horas cronológicas)

Preparar los reportes de cálculo y documentación de diseño de una línea de distribución subterránea

### Sesión 14

- Requisitos para la documentación
- Memorias técnicas
- Informes y planos para construcción
- Especificaciones técnicas para adquisición de bienes y servicios
- Aplicación en proyecto

## **Módulo XI: Metrados y presupuesto** (2 horas cronológicas)

*Preparar los metrados y presupuestos para proyectos*

### **Sesión 15**

- Materiales
- Obras civiles y obras complementarias
- Montaje y tendido electromecánico

### **Sesión 16**

- Retroalimentación final del Proyecto Final



# INSTRUCTORES



## Cristian Martinez

Especialista en diseño de subestaciones de alta y extra alta tensión



**Ingeniero Eléctrico con una Maestría en Ingeniería Eléctrica de la Universidad del Norte** y pregrado en Ingeniería Eléctrica de la Universidad de la Costa, Colombia.



**Más de 7 años de experiencia** en el sector de transmisión de energía, especializado en subestaciones eléctricas, líneas de transmisión y transitorios electromagnéticos.



**Manejo de los softwares:** CYMCAP, CYMGrd, PLS-CADD, EMTP, ATPDraw, Power Factory, QGIS, ArcGIS, AutoCAD, Office, PLSCAD.



**Actualmente, es parte del equipo de Inel** – Escuela Técnica de Ingeniería, participando como instructor con un enfoque en diseño de líneas en distribución subterráneas y en subestaciones en alta y extra alta tensión.



*NOTA: INEL se reserva el derecho de modificar la plana docente, por motivos de fuerza mayor o por disponibilidad del expositor, garantizando que la calidad del programa no se vea afectada.*



El participante estará acompañado a lo largo de todo el programa por los docentes y personal de soporte quienes resolverán todas sus dudas y consultas.

## MODALIDAD ONLINE

Síncrona o en tiempo real



### Metodología

Teórico / Práctico



### Aula virtual

Sesiones grabadas y recursos adicionales



**Proyecto final** con asesoría de los instructor (es)



### Certificación

**por 32 hrs. cronológicas**  
válida a nivel internacional

## REQUISITOS



Internet con una velocidad mínima de 8 Mbps de descarga y 4 Mbps de subida. Audífono y micrófono operativos.



Audífono y micrófono operativos



Uso de cámara web y pantalla doble opcional, pero recomendado.

# METODOLOGÍA Y REQUISITOS



Al finalizar exitosamente el programa de especialización, el alumno recibirá doble certificación, uno por parte de Inel - Escuela Técnica de ingeniería y otro por IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers).

## Requisitos para acceder a la doble certificación:

- Asistencia mínima del 70% a las clases en vivo.
- Nota final de 14 a más.
- Presentación del proyecto final.



# DOBLE CERTIFICACIÓN



**Certificación válida a nivel internacional** que acredita 32 horas cronológicas



**IEEE proporcionará un certificado PDH/CEU para este curso.** IEEE otorga 3.2 CEU's

# INVERSIÓN

Inversión  
en Perú

S/  
**3,320**

Inversión  
extranjero

US\$  
**870**

*Aplican descuentos por pago al contado*

## FINANCIAMIENTO EN PARTES

SIN DESCUENTO

*Nota: Consultar por opciones adicionales de financiamiento.*

### CONTACTO

Ejecutiva  
comercial:

**Lizbeth Oré**



[lizabethore@inelinc.com](mailto:lizabethore@inelinc.com)



Teléfono: +51 943 834 149

## INSCRIPCIÓN

1

Enviar el comprobante de pago a [inel@inelinc.com](mailto:inel@inelinc.com) al realizar el pago.

2

Ingresar sus datos personales y de facturación a [https://bit.ly/INEL\\_Inscripción\\_PE\\_EI\\_19\\_24\\_1](https://bit.ly/INEL_Inscripción_PE_EI_19_24_1)

3

Recibirá las instrucciones para el acceso al aula virtual, el contenido del programa estará disponible el día de inicio.

# CAPACITACIÓN CORPORATIVA

Mantener a los mejores talentos comprometidos es clave para garantizar que no renuncien o se vayan a un competidor. La razón #1 por la que los empleados dejan las empresas es la falta de desarrollo profesional.

Por ello, en Inel estamos comprometidos con las empresas. Por eso, somos sus socios estratégicos a largo plazo en la formación continua de profesionales, exigida por el contexto actual.

## BENEFICIOS



**Modalidad online**  
sincrónica,  
asincrónica o inhouse.



**Aumento de la  
productividad,**  
eficiencia y calidad del  
trabajo.



**Capacitación  
personalizada**  
conforme a los  
requerimientos  
de la organización.



**Incrementa la  
rentabilidad** y  
apertura nuevas líneas  
de negocio



**Mejora y retén el talento**  
de tu empresa

### CONTACTO

**Ejecutivo  
comercial:**

**Annel Pillaca**



 [annelpillaca@inelinc.com](mailto:annelpillaca@inelinc.com)

 **Teléfono: +51 978 421 697**



inmel

Escuela Técnica de Ingeniería

