



AMPP™

Examen teórico de nivel 2 de técnico en protección catódica

Guía de preparación del examen

Tabla de Contenidos

Tabla de Contenidos	2
Introducción.....	3
Destinatarios	3
Requisitos.....	4
Siguiente nivel de certificación	4
CP 2 - Áreas de conocimiento y destrezas evaluadas	5
Tipos de preguntas	13
Descripción de las preguntas	13
Ejemplos de preguntas	13
Respuestas	14
Preparación	14
Estándares.....	14
Calculadoras	16
Hoja de referencia.....	18

Introducción

El examen teórico de Técnico en Protección Catódica (CP 2) está diseñado para evaluar si un candidato posee los conocimientos y habilidades requeridos que debe poseer un Técnico en Protección Catódica mínimamente cualificado. El examen consta de 89 preguntas de opción múltiple que cubren áreas intermedias y básicas del Cuerpo de Conocimientos de Protección Catódica (BOK). El candidato debe tener conocimientos de nivel intermedio sobre teoría de la corrosión, conceptos de PC, tipos de sistemas de PC y técnicas avanzadas de medición en campo.

Nombre del examen	AMPP CP 2 - Técnico en Protección Catódica - Examen Teórico
Código del examen	NACE-CP2-001
Tiempo	2,5 horas; En vigor a partir del 16 de diciembre de 2025: 3 horas*.
Número de preguntas	89; En vigor a partir del 16 de diciembre de 2025: 110 (21 adicionales sin puntuar)**
Formato	Examen por ordenador (CBT)

*El tiempo del examen incluye 4 minutos para el acuerdo de confidencialidad y 6 minutos para el tutorial del sistema.

** Las preguntas no puntuadas están siendo evaluadas para futuros exámenes.

Nota:

- Al final del examen se proporciona una calificación de aprobado/reprobado.
- El manual del curso NO se entrega durante el examen.
- El material de referencia se proporciona en formato PDF para las preguntas que requieren una ecuación, una tabla de conversión u otra referencia.

Destinatarios

Los candidatos a Técnico en Protección Catódica (CP 2) deberían idealmente tener varios años de experiencia en el campo de la protección catódica y poseer un conocimiento de nivel intermedio de la teoría de la corrosión, los conceptos de protección catódica, los tipos de sistemas de protección catódica de uso común, y ser competentes en el diagnóstico básico de rectificadores, así como en técnicas y equipos intermedios de medición de campo. Los candidatos a Técnicos de Protección Catódica también pueden ser técnicos o ingenieros en ejercicio con un nivel más modesto de experiencia en protección catódica, pero con una formación técnica relevante más significativa.

Normalmente, los técnicos de protección catódica son responsables de probar y mantener la eficacia de los sistemas de protección catódica en funcionamiento y de supervisar o ayudar en la instalación de sistemas de protección catódica. Esto incluye la resolución de problemas, la identificación de condiciones de interferencia, la realización de inspecciones en línea y la evaluación de los resultados obtenidos.

Requisitos

Técnico de Protección Catódica (CP 2)

- Prerrequisito + Experiencia Laboral + 2 Exámenes Básicos + Solicitud

Se requiere el siguiente prerrequisito:

Completar con éxito el Probador de Protección Catódica (CP 1), o formación equivalente

Experiencia Laboral

Elija una de las siguientes opciones de experiencia laboral:

3 años de experiencia laboral verificable en protección catódica

2 años de experiencia laboral verificable en protección catódica

Y

2 años de formación posterior al bachillerato en una escuela homologada de matemáticas/ciencias o técnica/de oficios

1 año de experiencia laboral en PL verificable

Y

Licenciatura de 4 años en ciencias físicas o ingeniería

Exámenes obligatorios:

Se requieren los siguientes exámenes: (se requieren 2 exámenes básicos)

Técnico en Protección Catódica (CP 2) Examen Práctico (práctico)

Examen teórico de Técnico en Protección Catódica (CP 2) (opción múltiple, a libro cerrado, con referencias relevantes)

Requisito de solicitud:

Solicitud aprobada de Técnico en Protección Catódica (CP 2)

Una vez completados con éxito los requisitos, el candidato recibirá la Certificación de Técnico en Protección Catódica (CP 2).

Nota:

- La realización del curso no da derecho al candidato a la certificación.
- El Examen Práctico de Técnico en Protección Catódica (CP 2) se realiza al finalizar el curso de Técnico en Protección Catódica (CP 2).

Nivel siguiente de certificación:

Tecnólogo en Protección Catódica (CP 3)

CP 2 - Áreas de Conocimiento y Habilidades Examinadas

NOTA: Al final del examen CBT, el candidato recibirá un gráfico de barras de fortalezas y debilidades que corresponden a estos dominios.

1. Teoría de la Corrosión

1.1 Teoría de la electroquímica

- 1.1.1 Identificar las partes de la célula de corrosión y las reacciones electroquímicas
- 1.1.2 Comprender la reacción electroquímica que conduce a la corrosión y las reacciones primarias en la superficie del ánodo
- 1.1.3 Comprender el diagrama de Evans
- 1.1.4 Comprender las diferentes formas de corrosión
- 1.1.5 Comprender la resistividad del electrolito y el pH, y cómo afectan a la corrosividad de un electrolito
- 1.1.6 Comprender la ecuación de Nernst
- 1.1.7 Comprender la Ley de Faraday y cómo predice la pérdida de peso por corrosión
- 1.1.8 Comprender los efectos polarizantes y despolarizantes
- 1.1.9 Comprender la polarización de activación y de concentración
- 1.1.10 Comprender las curvas de polarización en soluciones aireadas y desaireadas
- 1.1.11 Comprender la relación $E \log I$
- 1.1.12 Comprender el efecto del movimiento electrolito/electrodo sobre la polarización
- 1.1.13 Comprender el efecto de la concentración del electrolito
- 1.1.14 Comprender el efecto de cambiar la concentración de reactivos catódicos
- 1.1.15 Comprender la diferencia entre acción pasiva y no pasiva

1.2 Teoría y aplicación del CP

- 1.2.1 Comprender cómo utilizar electrodos de referencia para medir el potencial de una superficie metálica
- 1.2.2 Comprender las ventajas económicas de la CP
- 1.2.3 Comprender el uso de electrodos de referencia portátiles y fijos
- 1.2.4 Aplicar corriente de protección catódica para reducir la diferencia de potencial entre las zonas anódica y catódica
- 1.2.5 Comprender los circuitos eléctricos en serie, paralelo y serie-paralelo
- 1.2.6 Repasar la definición de potencial estructura-electrolito

- 1.2.7 Calcular conversiones de celdas de referencia
- 1.2.8 Comprender la relación entre la corriente CP y la velocidad de corrosión
- 1.2.9 Comprender la relación entre la polarización ambiental y la protección catódica
- 1.2.10 Comprender los problemas y preocupaciones medioambientales relacionados con los sistemas CP de ánodo profundo
- 1.2.11 Explicar los componentes de la protección catódica galvánica
- 1.2.12 Reconocer el efecto de la PC en metales anfóteros
- 1.2.13 Explicar los componentes de la protección catódica por corriente impresa
- 1.2.14 Explicar la aplicación de la protección catódica por corriente impresa
- 1.2.15 Calcular la velocidad de corrosión utilizando la Ley de Faraday
- 1.2.16 Explicar los diferentes tipos de sistemas de protección catódica por corriente impresa
- 1.2.17 Comprender las aplicaciones de los distintos tipos de ánodos galvánicos
- 1.2.18 Comprender la importancia de las configuraciones de los ánodos para la protección catódica
- 1.2.19 Comprender el efecto de la protección catódica en estructuras de hormigón armado

1.3 Factores que influyen

- 1.3.1 Reconocer ejemplos de despolarizadores
- 1.3.2 Comprender el efecto de la temperatura en la corriente necesaria para la protección catódica
- 1.3.3 Comprender el efecto del oxígeno en la corriente necesaria para la protección catódica
- 1.3.4 Comprender el efecto del movimiento relativo sobre la corriente necesaria para la protección catódica
- 1.3.5 Comprender el efecto de la resistividad del electrolito
- 1.3.6 Describir la interferencia de la corriente parásita
- 1.3.7 Comprender cómo la corriente parásita entra en la tubería u otra estructura a través del suelo
- 1.3.8 Comprender la corriente de interferencia estática y dinámica
- 1.3.9 Comprender el acoplamiento inductivo, conductivo y capacitivo

- 1.3.10 Comparar y contrastar la tensión de CA a tierra con el potencial de CC de la estructura al electrolito
- 1.3.11 Reconocer el efecto del apantallamiento y cómo afecta a las estructuras protegidas catódicamente

2. Gestión de equipos

2.1 Gestión de equipos y equipos

- 2.1.1 Realizar tareas básicas de mantenimiento y reparación de equipos
- 2.1.2 Reconocer los requisitos de impedancia de los medidores y seleccionar el medidor adecuado
- 2.1.3 Comprender cómo utilizar un amperímetro, una pinza amperimétrica y una derivación de corriente sobre el terreno
- 2.1.4 Confirmar el correcto funcionamiento y calibración del equipo, y solucionar problemas si es necesario
- 2.1.5 Mantener los electrodos de referencia portátiles
- 2.1.6 Comprender la importancia de la preparación, el almacenamiento, los consumibles y los repuestos del equipo
- 2.1.7 Saber utilizar un multímetro digital (DMM) para medir la tensión, la corriente y la resistencia
- 2.1.8 Determinar las herramientas y el equipo adecuados para el proyecto
- 2.1.9 Identificar y corregir los errores de caída de IR en el circuito de medición
- 2.1.10 Consultar a los fabricantes y/o representantes de equipos y materiales sobre aplicaciones y cuestiones técnicas
- 2.1.11 Seleccionar la célula de referencia adecuada para las condiciones de trabajo
- 2.1.12 Identificar problemas con interruptores de corriente sensibles a la polaridad
- 2.1.13 Ayudar en la evaluación de nuevos equipos, productos y procedimientos

3. Mediciones de campo de sistemas CP

3.1 Métodos de medición

- 3.1.1 Comprender el uso de los métodos de inspección para medir la eficacia de la protección catódica
- 3.1.2 Medir la corriente utilizando un amperímetro
- 3.1.3 Realizar mediciones de cupones CP y utilizar sondas ER
- 3.1.4 Comprender cómo minimizar la resistencia de contacto del electrodo de referencia en diferentes tipos de electrolitos
- 3.1.5 Comprender qué causa una caída de tensión en una estructura eléctricamente larga

- 3.1.6 Comprender la colocación del electrodo de referencia en relación con la corriente de protección catódica y su efecto en la medición del potencial
- 3.1.7 Describir los métodos de ensayo típicos para medir los potenciales estructura-electrolito
- 3.1.8 Comprender la finalidad, las limitaciones y los procedimientos de los estudios de potencial "on" y "on-off".
- 3.1.9 Comprender el propósito y las limitaciones de un estudio de potencial de intervalo cercano (CIPS) y realizar la técnica
- 3.1.10 Comprender la finalidad y las limitaciones de un estudio de gradiente de tensión de corriente continua (DCVG) y aplicar la técnica
- 3.1.11 Comprender la finalidad y las limitaciones de un estudio de gradiente de tensión en corriente alterna (ACVG) y aplicar la técnica
- 3.1.12 Comprender la finalidad y las limitaciones de un estudio de atenuación de corriente alterna (ACCA) y aplicar la técnica
- 3.1.13 Comprender los procedimientos utilizados en los estudios de potencial de intervalo cercano (CIPS) en alta mar utilizando mediciones de contacto
- 3.1.14 Realizar pruebas de requisitos de corriente para la protección catódica
- 3.1.15 Comprender la finalidad y las limitaciones de la prueba de respuesta de corriente
- 3.1.16 Comprender la finalidad y las limitaciones del método de caída de tensión
- 3.1.17 Comprender la finalidad y las limitaciones de la prueba de intervalo de corriente
- 3.1.18 Comprender la finalidad y las limitaciones de la prueba de conductancia del revestimiento
- 3.1.19 Realizar múltiples pruebas de resistividad del suelo como el método Wenner
- 3.1.20 Reconocer los métodos utilizados para localizar un dispositivo de aislamiento eléctrico y realizar pruebas para determinar si funciona correctamente
- 3.1.21 Enumerar diferentes formas de medir el pH electrolítico

3.2 Revestimientos

- 3.2.1 Comprender la finalidad de las carcasas
- 3.2.2 Comprender los potenciales estructura-electrolito en las carcasas
- 3.2.3 Entender qué son las carcasas aisladas y en cortocircuito, así como sus ventajas e inconvenientes
- 3.2.4 Comprender los diferentes entornos que existen en el espacio anular entre el revestimiento y la tubería

3.2.5 Demostrar los métodos de protección para proteger la tubería dentro del encamisado.

3.3 Interferencias

- 3.3.1 Detectar la corriente de interferencia estática mediante una combinación de varios métodos de prueba
- 3.3.2 Comprender cómo detectar las corrientes vagabundas dinámicas midiendo las diferencias de potencial
- 3.3.3 Comprender las dificultades relacionadas con la localización del origen de una corriente parásita
- 3.3.4 Enumerar técnicas específicas para resolver problemas de interferencias
- 3.3.5 Comprender cómo controlar la dirección de las corrientes de fuga a través de la unión
- 3.3.6 Comprender cómo controlar las corrientes parásitas mediante la protección catódica
- 3.3.7 Comprender los métodos para detectar corrientes y tensiones de CA que aparecen en estructuras metálicas cercanas a líneas eléctricas de CA
- 3.3.8 Comprender los métodos de mitigación de CA

4. Fuentes de alimentación ICCP

4.1 Fuentes de alimentación ICCP

- 4.1.1 Comprender los diferentes tipos de fuentes de alimentación de CC y rectificadores
- 4.1.2 Comprender los procedimientos de seguridad adecuados para los rectificadores
- 4.1.3 Comprender cómo leer el esquema de las fuentes de alimentación de CC
- 4.1.4 Comprender tres modos comunes de funcionamiento de los rectificadores
- 4.1.5 Comprender la función de los transformadores
- 4.1.6 Comprender cómo el rectificador puede convertir la tensión alterna en tensión continua
- 4.1.7 Identificar los diferentes tipos de elementos rectificadores
- 4.1.8 Comprender cómo se utilizan los distintos tipos de disyuntores
- 4.1.9 Comprender los diferentes componentes de los rectificadores operativos, como la protección contra sobretensiones/transitorios
- 4.1.10 Comprender la estructura básica de los sistemas de suministro de energía solar y cómo mantenerlos
- 4.1.11 Calcular la eficiencia de los rectificadores
- 4.1.12 Realizar operaciones de localización de averías de los componentes internos de los rectificadores transformadores

5. Interpretación de datos de campo y documentación

5.1 Interpretación de datos de campo y documentación

- 5.1.1 Enumerar la información que debe recopilarse antes de realizar un estudio de campo
- 5.1.2 Interpretar las hojas de alineación, los mapas de las instalaciones y otros mapas del sistema para identificar las ubicaciones exactas de las pruebas
- 5.1.3 Evaluar diferentes métodos de recopilación de datos para la documentación
- 5.1.4 Demostrar la importancia de la documentación, la comunicación y los procedimientos relativos a los equipos y la resolución de problemas.
- 5.1.5 Comprender la importancia de los distintos requisitos de supervisión y los componentes de los datos que deben registrarse con regularidad
- 5.1.6 Preparar la documentación/ilustración adecuada que represente los componentes del PC y el trabajo de campo completado
- 5.1.7 Comprender la importancia de un plan de inspección adecuado
- 5.1.8 Documentar el nombre, el modelo y los números de serie de los instrumentos exactos utilizados para las lecturas
- 5.1.9 Documentar la información sobre el emplazamiento (como fecha, hora, condiciones meteorológicas, croquis del emplazamiento, fotos, información sobre la ubicación) y las condiciones (como humedad del suelo, vegetación, peligros).
- 5.1.10 Demostrar la representación exacta de la polaridad, la magnitud, las cifras significativas y la unidad de medida en los datos de campo
- 5.1.11 Documentar las principales actividades y conclusiones en un cuaderno de bitácora, un diario y notas
- 5.1.12 Documentar y justificar las desviaciones técnicas de los procedimientos
- 5.1.13 Documentar las estaciones de prueba no estándar y cualquier otra condición o factor anormal que pueda afectar a los sistemas de PC
- 5.1.14 Comprender la importancia de la documentación de inspección indirecta en relación con el proceso de evaluación directa de la corrosión externa (ECDA)
- 5.1.15 Certificar la exactitud de todos los datos recopilados y registrados
- 5.1.16 Analizar las mediciones de potencial ON/OFF y la polaridad, e identificar desplazamientos inversos
- 5.1.17 Calcular y analizar la resistividad de la capa

6. Supervisión e instalación sobre el terreno

6.1 Supervisión sobre el terreno e instalación

- 6.1.1 Proporcionar apoyo relacionado con la CP para la programación, el plan de trabajo/progreso y la producción
- 6.1.2 Proporcionar experiencia relacionada con el CP durante la instalación y las operaciones sobre el terreno
- 6.1.3 Coordinarse con el personal superior de CP para garantizar la calidad y resolver las deficiencias in situ
- 6.1.4 Proporcionar supervisión técnica durante la instalación y las operaciones de campo relacionadas con el CP
- 6.1.5 Apoyar al personal de la empresa y al personal ajeno a la empresa en aspectos relacionados con el control de la corrosión
- 6.1.6 Inspeccionar y verificar los materiales recibidos relacionados con el CP de acuerdo con la lista de materiales
- 6.1.7 Mantener y gestionar las existencias de consumibles y repuestos
- 6.1.8 Identificar, evaluar y seleccionar los componentes y materiales de instalación pertinentes
- 6.1.9 Realizar la instalación de estaciones de prueba, uniones, ánodos y componentes de CP de acuerdo con los procedimientos correctos

7. Prácticas y requisitos del sector

7.1 Prácticas y requisitos del sector

- 7.1.1 Identificar y aplicar las prácticas estándar relevantes de la empresa, locales, nacionales e internacionales relacionadas con la PL
- 7.1.2 Identificar y aplicar las normas, códigos y reglamentos locales, nacionales e internacionales relacionados con la protección catódica
- 7.1.3 Comprender los criterios de protección catódica para diferentes materiales, como aluminio, cobre y estructuras de hormigón
- 7.1.4 Comprender la importancia técnica del mantenimiento de registros exactos y precisos
- 7.1.5 Comprender el propósito y los registros que se deben mantener para los requisitos técnicos, históricos y legales
- 7.1.6 Comprender las implicaciones legales de un mantenimiento de registros preciso y ético

8. Seguridad

8.1 Seguridad

- 8.1.1 Demostrar y aplicar prácticas de trabajo seguras
- 8.1.2 Realizar análisis de seguridad en el trabajo (JSA)
- 8.1.3 Cumplir los procedimientos de seguridad de la empresa o del cliente
- 8.1.4 Comprender el papel del responsable de seguridad
- 8.1.5 Identificar y mitigar los peligros que pueden encontrarse en las pruebas e inspecciones de protección catódica
- 8.1.6 Comprender las cuestiones de seguridad relacionadas con las inspecciones de campo de PC
- 8.1.7 Reconocer la importancia de parar el trabajo y aplicar medidas de protección frente a condiciones meteorológicas adversas y peligros medioambientales
- 8.1.8 Comprender la importancia de comunicar las condiciones médicas personales (por ejemplo, marcapasos)
- 8.1.9 Utilizar los EPI adecuados y el equipo de seguridad específico del emplazamiento
- 8.1.10 Comprender la importancia de las tareas según la formación de seguridad específica del lugar (por ejemplo, plantas de carbón, entornos de H₂S, instalaciones de producción de gas, entornos explosivos, entornos radiactivos, espacios confinados/zanjas, alturas/protección contra caídas)
- 8.1.11 Adquirir el permiso y la autorización para trabajar
- 8.1.12 Identificar los materiales peligrosos
- 8.1.13 Seguir las recomendaciones de las FDS para la manipulación de materiales desechables
- 8.1.14 Comprender cómo se utiliza el bloqueo/etiquetado (LOTO) para garantizar la seguridad
- 8.1.15 Identificar y mitigar los riesgos laborales encontrados al trabajar con equipos eléctricos
- 8.1.16 Interpretar tuberías/suelos en busca de indicios de alta tensión de CA que puedan provocar corrosión o problemas de seguridad
- 8.1.17 Identificar el riesgo asociado al gradiente de alta tensión con respecto al potencial de paso y contacto
- 8.1.18 Aplicar todas las directrices de seguridad al viajar en un vehículo (por ejemplo, llevar puesto el cinturón de seguridad en un coche, llevar puesto el cinturón de seguridad y protección auditiva en un helicóptero)
- 8.1.19 Comprender el propósito de la certificación/formación adecuada para todos los equipos (por ejemplo, ATV/UTV/winch, carga/descarga).
- 8.1.20 Reconocer el equipo especial para protegerse de la fauna salvaje (por ejemplo, dispositivo de señalización, spray de pimienta), plantas peligrosas e insectos, y tomar las medidas preventivas adecuadas

Tipos de preguntas

Descripción de las preguntas

Este examen a libro cerrado consta de preguntas de opción múltiple en las que algunas preguntas pueden tener respuestas múltiples que requieren más de una opción de respuesta, así como elementos de emparejamiento. Las preguntas se basan en los conocimientos y habilidades requeridos en la industria de la Protección Catódica para un Técnico en Protección Catódica. Aunque el curso de formación es un excelente método de preparación, no es la única referencia utilizada en el desarrollo de las preguntas. Se pueden encontrar referencias adicionales en la sección de Referencias.

Ejemplos de preguntas

Las preguntas de muestra se incluyen para ilustrar los formatos y tipos de preguntas que habrá en el examen. Su rendimiento en las preguntas de ejemplo no debe considerarse como un indicador de su rendimiento en el examen real.

1. Cuál es la corriente en un tramo de 91 m (300 pies) de tubería de 762 mm (30 pulgadas) con un peso de 176,65 kg/m (118,7 lb/pie), si la caída de tensión a través de ese tramo es de 0,62 mV?
 - A. 0.850 A
 - B. 1.176 A
 - C. 2.802 A
 - D. 2.585 A
2. Cuál es la resistencia tubo-tierra de una sección de 3 km (1,86 mi) de tubo de 32 cm (12,75 in) de diámetro que tiene un tramo de corriente de 4 hilos en cada extremo con los siguientes datos?

$E_{on} TS1 = -1320 \text{ mV}$	$E_{on} TS2 = -1240 \text{ mV}$
$E_{off} TS1 = -1000 \text{ mV}$	$E_{off} TS2 = -1080 \text{ mV}$
$I_{on} TS1 = 3,0 \text{ A}$	$I_{on} TS2 = 2,6 \text{ A}$
$I_{off} TS1 = 1,0 \text{ A}$	$I_{off} TS2 = 1,0 \text{ A}$

- A. 0.052Ω
 - B. 0.076Ω
 - C. 0.15Ω
 - D. 0.60Ω
3. Cuando se inserta un amperímetro con una resistencia interna de $0,15 \Omega$ en un circuito que funciona normalmente a 5 V y 20 A, ¿qué lectura dará la corriente del amperímetro?
 - A. 0.08 A
 - B. 10 A
 - C. 12.5 A
 - D. 50 A

Clave de respuestas

1. A
2. D
3. C

Preparación

No se requiere formación

AMPP Técnico en Protección Catódica - Curso CP 2 (Disponible)

Curso AMPP de Comprobador de Protección Catódica - CP 1 (Disponible)

Libros recomendados como material de estudio

Peabody, A. W. (2001). *Peabody's Control of Pipeline Corrosion* (No. Ed. 2). NACE.

AMPP Técnico en Protección Catódica - Material del curso CP 2

Normas

Deben utilizarse las ediciones más recientes de todas las normas. Ciertos contenidos de estas normas están incorporados en los materiales del curso AMPP Probador de Protección Catódica (CP 1) y algunos de ellos están incluidos en el manual del curso.

- NACE SP 0169 (2013). "Control de la Corrosión Externa en el Subsuelo de Sistemas de Tuberías Metálicas Sumergidas".
- NACE SP 0176 (2007) SG. "Control de la corrosión de zonas sumergidas de estructuras de acero en alta mar de instalación permanente asociadas a la producción de petróleo".
- NACE SP 0177 (2019). "Mitigación de los efectos de la corriente alterna y el rayo en estructuras metálicas y sistemas de control de la corrosión".
- NACE SP 0200 (2014). "Prácticas de tuberías con revestimiento de acero".
- NACE SP 0207 (2007). "Realización de Estudios de Potencial de Intervalo Cercano y Estudios de Gradiente de Potencial Superficial de CC en Tuberías Metálicas Enterradas o Sumergidas".
- NACE SP 21424 (2018). "Corrosión por corriente alterna en tuberías con protección catódica: Evaluación de riesgos, mitigación y supervisión".

Bobinado Del Transformador

$$\frac{\text{Turnos primarios}}{\text{Giros secundarios}} = \frac{\text{Voltios primarios}}{\text{Voltios secundarios}}$$

EFICIENCIA DE FUNCIONAMIENTO DEL RECTIFICADOR DE CORRIENTE IMPRESA

$$\% \text{ Efficiency} = \left(\frac{\text{D.C. Volts} * \text{D.C.Amps}}{\text{A.C.Watts}} \right) * 100$$

Donde:

$$\text{A.C.Watts} = \frac{K * N * 3600}{T}$$

K = constante del medidor (que se encuentra en la esfera del medidor)

N = número de revoluciones del disco del medidor

T = tiempo de medición en segundos

Calculadoras

Students will have access to either a TI Standard or TI Scientific calculator for use during the CBT Exam.

Standard Calculator



Standard Mode Functions

Add	$+$	
Subtract	$-$	
Multiply	\times	
Divide	\div	
Negative	$(-)$	
Percentage	$\%$	
Square Root	$\sqrt{\quad}$	Example: $4\sqrt{\quad}$
Reciprocal (Inverse)	x^{-1}	Example: $1\div 2\text{=}$
Store value to variable	$M+$	Example: $3\times 5\text{= }M+$
Access variable	MRC	Example: $7+MRC\text{=}$
Clear variable	$M- MRC$	

Scientific Calculator



Scientific Mode Functions

Add	$+$	
Subtract	$-$	
Multiply	\times	
Divide	\div	
Negative	$(-)$	
Percentage	2^{nd} $\%$	
Square Root	$\sqrt{\quad}$	Example: $2^{nd}\sqrt{\quad}4\text{enter}$
Reciprocal (Inverse)	x^{-1}	Example: $2x^{-1}\text{enter}$
Store value to variable	$\text{sto}\blacktriangleright X^{yZ}$	Example: $3\times 5\text{enter}\text{sto}\blacktriangleright X^{yZ}\text{enter}$
Access variable	X^{yZ} or 2^{nd} [recall]	Example: $7+2^{nd}[\text{recall}]\text{enter}\text{enter}$

Numeric Notation

Standard (Floating Decimal) Notation (digits to the left and right of decimal)	mode menu options NORM SCI ENG FLOAT 0 1 2 3 4 5 ...	e.g. 123456.78 e.g. 123456.7800
Scientific Notation (1 digit to the left of decimal and appropriate power of 10)	mode menu options NORM SCI ENG	e.g. 1.2345678*10 ⁵
Engineering Notation (number from 1 to 999 times 10 to an integer power that is a multiple of 3)	mode menu options NORM SCI ENG	e.g. 123.45678*10 ³

Fractions

Simple fractions	$\boxed{n/d}$
Mixed numbers	$\boxed{2nd} [Un/d]$
Conversion b/w simple fraction and mixed number	$\boxed{2nd} [n/d \leftarrow \rightarrow Un/d]$
Conversion b/w fraction and decimal	$\boxed{2nd} [f \leftarrow \rightarrow d]$

Powers, roots, and inverses

Square a value	$\boxed{x^2}$	
Cube a value	$\boxed{\wedge}$	
Raise value to specified power	$\boxed{\wedge}$	Example (2^4) $2 \boxed{\wedge} 4$
Square root	$\boxed{2nd} [\sqrt{\quad}]$	Example ($\sqrt{16}$): $\boxed{2nd} [\sqrt{\quad}] 16$
Reciprocal	$\boxed{x^{-1}}$	Example (n^{th} root): 5^{th} root of 8: $5 \boxed{2nd} [x^{\sqrt{\quad}}] 8$

Pi

PI (π)	$\boxed{\pi}$
--------------	---------------


Toggle

The scientific calculator might show the results of certain calculations as a fraction - possibly involving pi or a square root. To convert this kind of result to a single number with a decimal point, you will need to use the "toggle answer" button circled in the picture below. Pressing this button will change the display from a fractional to a decimal format.



Answer Toggle



Press the  key to toggle the display result between fraction and decimal answers, exact square root and decimal, and exact pi and decimal.

Example

Answer toggle	$\boxed{2nd} [\sqrt{\quad}] 8 \text{ enter}$	$\sqrt{8}$ $2\sqrt{2}$
	$\boxed{\leftarrow \rightarrow}$	$\sqrt{8}$ $2\sqrt{2}$ 2.828427125

Nota: Si le resulta difícil utilizar esta calculadora en pantalla, levante la mano y pida al administrador del examen que le proporcione una calculadora de mano. **Si está disponible**, se le proporcionará una calculadora científica o no científica.

No se permite a los candidatos traer su propia calculadora a la sala de examen.

NOTA: Todas las referencias, incluidas las ecuaciones, se han tomado de fuentes originales y pueden diferir de las utilizadas en los manuales y presentaciones del curso.

EQUACIONES

RESISTIVIDAD (LEY DE POUILLET)

$$\rho = \frac{RA}{L} \quad \text{OR} \quad R = \frac{\rho L}{A}$$

Donde

ρ = resistividad en ohm-cm*
R = resistencia en ohmios
A = área de la sección transversal en cm²*
L = longitud en cm*

*la longitud y el área pueden estar en cualquier unidad, siempre que sean coherentes

ÁREA DE UNCÍRCULO

$$A = \pi r^2$$

Donde

π = aproximadamente 3,14
r = radio del círculo
A = área

RESISTIVIDAD DEL SUELO WENNER

$$\rho = 2\pi AR$$

Donde

ρ = resistividad del suelo en ohm-cm*.
A = distancia entre sondas en cm*
R = resistencia del suelo en ohmios {lectura del instrumento}

*La distancia entre pines puede expresarse en cualquier unidad, siempre que sea coherente con la resistividad

O

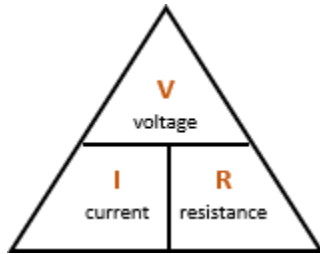
Donde

$$\rho = 191,5 AR$$

ρ = resistividad del suelo en ohm-cm
A = distancia entre sondas en pies
R = resistencia del suelo en ohmios {lectura del instrumento}

LEY DE OHM

$$V = IR \quad I = \frac{V}{R} \quad R = \frac{V}{I}$$



POTENCIA

$$P = EI$$
$$P = I^2R$$

Donde

P = potencia en vatios
R = resistencia en ohmios
E = tensión en voltios
I = corriente en amperios

CIRCUITO EN SERIE

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

$$I_T = I_1 = I_2 = I_3$$

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

CIRCUITO EN PARALELO

$$V_T = V_1 = V_2 = V_3$$

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

LEY DE FARADAY

$$W_t = KIT$$

Donde

W_t = pérdida de peso en kg*
K = equivalente electroquímico en kg / A-año
I = corriente en amperios
T = tiempo en años

*el peso puede estar en cualquier unidad, siempre que sean coherentes

TASA DE CONSUMO (K) DE VARIOS METALES

Metal	kg / A-año	lb / A-año
Carbono	1.3	2.86
Aluminio	3.0	6.5
Magnesio	4.0	8.8
Hierro / Acero	9.1	20.1
Hierro con alto contenido en silicio/cromo	0.5	1.0
Níquel	9.6	21.2
Cobre (monovalente)	20.8	45.8
Zinc	10.7	23.6
Estaño	19.4	42.8
Plomo	33.9	74.7

VALORES RELATIVOS DE LOS ELECTRODOS DE REFERENCIA TÍPICOS CON RESPECTO AL ELECTRODO DE REFERENCIA DE SULFATO DE COBRE-COBRE

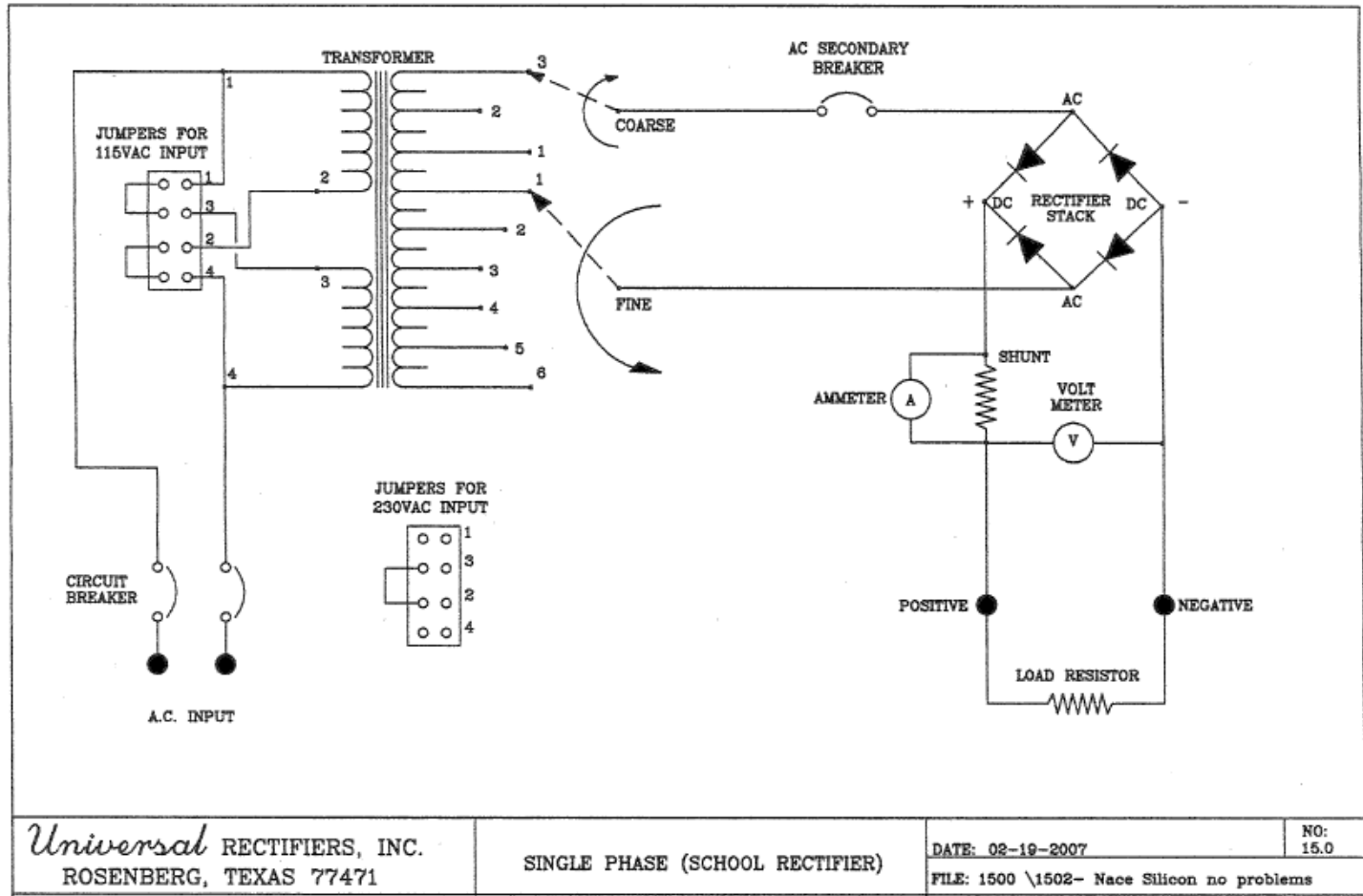
Electrodo (media celda)	Potencial (voltios)
Sulfato de cobre-cobre (saturado) (CSE)	0.000
Cloruro de plata-plata (3,5%) (SSC)	-0.060
Calomel saturado (SCE)	-0.072
Hidrógeno (SHE)	-0.316
Zinc puro (ZN)	-1.100

Basado en una resistividad del agua de mar de 20 ohm-cm

TIPOS Y VALORES DE DERIVACIÓN

	Valor de derivación		Derivación	Derivación
	Amperios	mV	ohmios	A / mV
Tipo Holloway				
RS	5	50	0.01	0.1
SS	25	25	0.001	1
SO	50	50	0.001	1
SW o CP	1	50	0.05	0.02
SW o CP	2	50	0.025	0.04
SW o CP	3	50	0.017	0.06
SW o CP	4	50	0.0125	0.08
SW o CP	5	50	0.01	0.1
SW o CP	10	50	0.005	0.2
SW	15	50	0.0033	0.3
SW	20	50	0.0025	0.4
SW	25	50	0.002	0.5
SW	30	50	0.0017	0.6
SW	50	50	0.001	1
SW	60	50	0.0008	1.2
SW	75	50	0.00067	1.5
SW	100	50	0.0005	2
Tipo J.B.				
Agra-Mesa	5	50	0.01	0.1
Cott o MCM				
Rojo	2	200	0.1	0.01
Amarillo	8	80	0.01	0.1
Naranja	25	25	0.001	1

CIRCUITO RECTIFICADOR



SERIES GALVÁNICAS PRÁCTICAS

Material	Potencial (V)*
Magnesio de alto potencial	-1.75
Aleación de magnesio	-1.60
Zinc	-1.10
Aleación de aluminio	-1.05
Acero al carbono limpio	-0,50 a -0,80
Acero al carbono oxidado	-0,20 a -0,50
Fundición / Hierro dúctil	-0.50
Plomo	-0.50
Acero en hormigón	-0.20
Cobre	-0.20
Hierro con alto contenido en silicio	-0.20
Carbono, grafito	+0.30

*Potenciales con respecto al electrodo saturado de Cu-CuSO₄

CALIBRACIÓN DE LA PRUEBA DE CORRIENTE DE LÍNEA DE 4 HILOS

$$K = \frac{I_{\text{test}}}{\Delta V_{\text{test}}}$$

Dónde

K = factor de calibración en amperios / mV

I_{test} = corriente de prueba aplicada a la sección de la tubería en amperios

$\Delta V_{\text{test}} = V_{\text{test, corriente aplicada}} - V_{\text{test, sin corriente aplicada}}$ en mV.

CORRIENTE EN LA TUBERÍA

$$I = KV$$

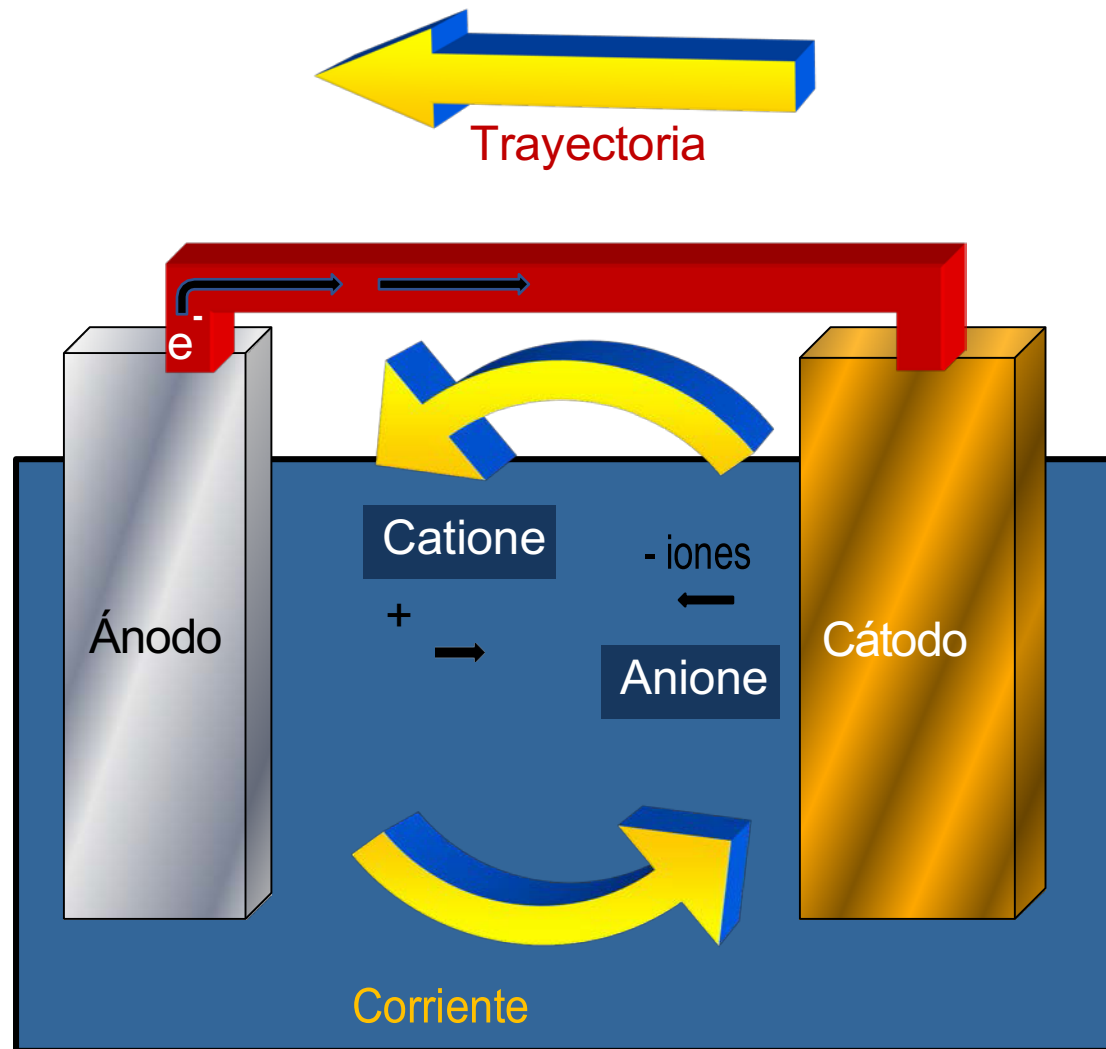
Dónde

I = corriente de la tubería en amperios

K = factor de calibración en amperios / mV

V = caída de tensión en la sección de la tubería en mV

CIRCUITOS ELECTROQUÍMICOS



CONVERSIONES

CEM	fuerza electromotriz - cualquier unidad de tensión
E o e	cualquier unidad de tensión
V	voltios
mV	milivoltios
μ V	microvoltios
I	cualquier unidad de amperaje
mA	miliamperios o miliamperios
μ A	microamperios o microamperios
R o Ω	Resistencia

1.000.000 voltios	= 1 megavoltio
1.000 voltios	= 1 kilovoltio
1,0 voltios	= 1000 milivoltios
0,100 voltios	= 100 milivoltios
0,010 voltios	= 10 milivoltios
0,001 voltios	= 1 milivoltio
0,000001 voltios	= 1 microvoltio

1.000.000 amperios	= 1 megaamperio
1.000 amperios	= 1 kiloamperio
1,0 amperio	= 1000 miliamperios
0,100 amperios	= 100 miliamperios
0,010 amperios	= 10 miliamperios
0,001 amperios	= 1 miliamperio
0,000001 amperios	= 1 microamperio

1.000.000 ohmios	= 1 megaohmio
1.000 ohmios	= 1 kilo-ohmio
1,0 ohmios	= 1000 miliohmios
0,100 ohm	= 100 miliohmios
0,010 ohm	= 10 miliohmios
0,001 ohm	= 1 miliohmio
0,000001 ohm	= 1 micro-ohmio

1 metro	= 100 cm
1 metro	= 1000 mm
1 pulgada	= 2,54 cm
1 pie	= 30,48 cm

U.S. Customary/Metric Conversion for Units of Measure Commonly Used in Corrosion-Related Publications

1 A/ft ²	= 10.76 A/m ²
1 acre	= 4,047 m ² = 0.4047 ha
1 Ah/lb	= 2.205 Ah/kg
1 bbl (oil, U.S.)	= 159 L = 0.159 m ³
1 bpd (oil)	= 159 L/d = 0.159 m ³ /d
1 Btu	= 1,055 J
1 Btu/ft ²	= 11,360 J/m ²
1 Btu/h	= 0.2931 W
1 Btu/h-ft ²	= 3.155 W/m ² (K-factor)
1 Btu/h-ft ² ·°F	= 5.678 W/m ² K
1 Btu-in/h-ft ² ·°F	= 0.1442 W/m·K
1 cfm	= 28.32 L/min = 0.02832 m ³ /min = 40.78 m ³ /d
1 cup	= 236.6 mL = 0.2366 L
1 cycle/s	= 1 Hz
1 ft	= 0.3048 m
1 ft ²	= 0.0929 m ² = 929 cm ²
1 ft ³	= 0.02832 m ³ = 28.32 L
1 ft·lbf (energy)	= 1.356 J
1 ft·lbf (torque)	= 1.356 N·m
1 ft/s	= 0.3048 m/s
1 gal (Imp.)	= 4.546 L = 0.004546 m ³
1 gal (U.S.)	= 3.785 L = 0.003785 m ³
1 gal (U.S.)/min (gpm)	= 3.785 L/min = 0.2271 m ³ /h
1 gal/bag (U.S.)	= 89 mL/kg (water/cement ratio)
1 grain	= 0.06480 g = 64.80 mg
1 grain/ft ³	= 2.288 g/m ³
1 grain/100 ft ³	= 22.88 mg/m ³
1 hp	= 0.7457 kW
1 microinch (μin)	= 0.0254 μm = 25.4 nm
1 in	= 0.0254 m = 2.54 cm = 25.4 mm
1 in ²	= 6.452 cm ² = 645.2 mm ²
1 in ³	= 16.387 cm ³ = 0.01639 L
1 in·lbf (torque)	= 0.113 N·m
1 inHg	= 3.386 kPa

1 inH ₂ O	= 249.1 Pa
1 knot	= 0.5144 m/s
1 ksi	= 6.895 MPa
1 lb	= 453.6 g = 0.4536 kg
1 lbf/ft ²	= 47.88 Pa
1 lb/ft ³	= 16.02 kg/m ³
1 lb/100 gal (U.S.)	= 1.198 g/L
1 lb/1,000 bbl	= 2.853 mg/L
1 mA/in ²	= 0.155 mA/cm ²
1 mA/ft ²	= 10.76 mA/m ²
1 Mbpd (oil)	= 159 kL/d = 159 m ³ /d
1 mile	= 1.609 km
1 square mile	= 2.590 km ²
1 mile (nautical)	= 1.852 km
1 mil	= 0.0254 mm = 25.4 μm
1 MMcfd	= 2.832 x 10 ⁴ m ³ /d
1 mph	= 1.609 km/h
1 mpy	= 0.0254 mm/y = 25.4 μm/y
1 oz	= 28.35 g
1 oz fluid (Imp.)	= 28.41 mL
1 oz fluid (U.S.)	= 29.57 mL
1 oz/ft ²	= 2.993 Pa
1 oz/gal (U.S.)	= 7.49 g/L
1 psi	= 0.006895 MPa = 6.895 kPa
1 qt (Imp.)	= 1.1365 L
1 qt (U.S.)	= 0.9464 L
1 tablespoon (tbs)	= 14.79 mL
1 teaspoon (tsp)	= 4.929 mL
1 ton (short)	= 907.2 kg
1 U.S. bag cement	= 42.63 kg (94 lb)
1 yd	= 0.9144 m
1 yd ²	= 0.8361 m ²
1 yd ³	= 0.7646 m ³

REFERENCIAS Y NORMAS UTILIZADAS PARA ELABORAR EL MATERIAL DE REFERENCIA

Peabody's Control of Pipeline Corrosion (No. Ed 2). Peabody, A.W. (2001). NACE International.

NACE Corrosion Engineers Reference Handbook, Baboian, 3ª edición (2002).

Electrical Engineering Principles and Applications-5ª Edición. Hambley, A. (2005). Prentice-Hall Publishing.

Core Engineering Concepts for Students and Professionals-1ª edición. Lindeburg, M. (2010). Professional Publications, Inc.

"Norma Nacional Americana para el Uso del Sistema Internacional de Unidades (SI): The Modern Metric System" ASTM SI 10. (2002). ASTM.

Universal Rectifiers Website. www.universalrectifiers.com

NACE International SP 0169 (2013). "Control de la corrosión externa en el subsuelo de sistemas de tuberías metálicas sumergidas".

NACE International SP 0176 (2007) SG. "Control de la corrosión de zonas sumergidas de estructuras de acero permanentemente instaladas en alta mar asociadas a la producción de petróleo".

NACE International SP 0177 (2014). "Mitigación de los efectos de la corriente alterna y los rayos en estructuras metálicas y sistemas de control de la corrosión".

NACE International SP 0200 (2014). "Prácticas para tuberías con revestimiento de acero".