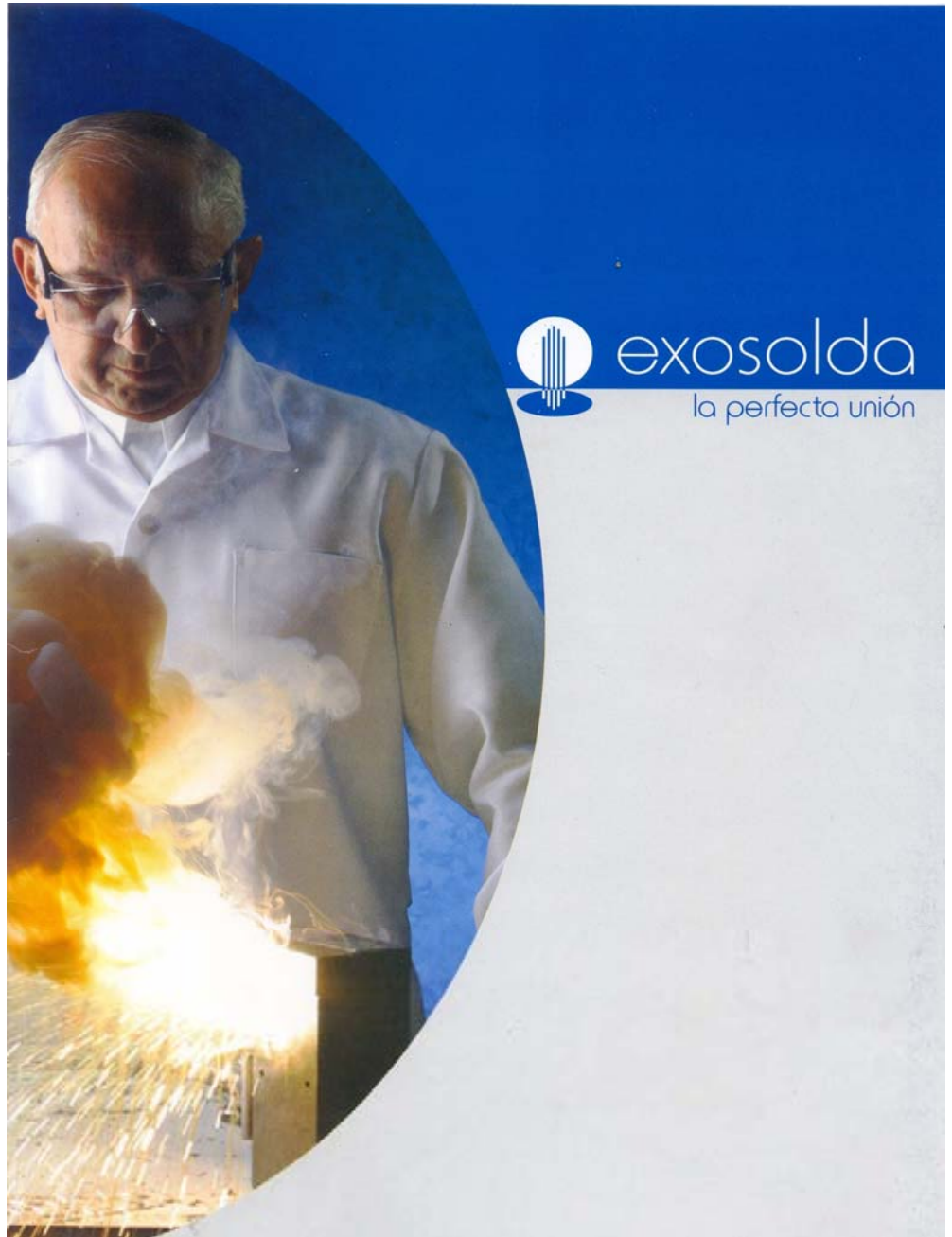


MANUAL DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA



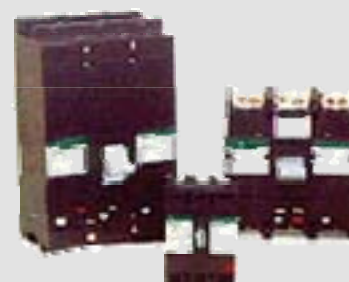
TODA UNA GAMA DE PRODUCTOS PARA SATISFACER SUS NECESIDADES



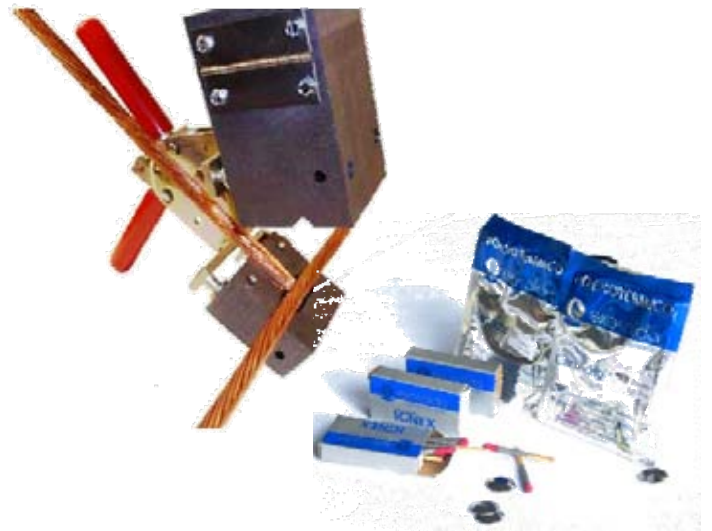
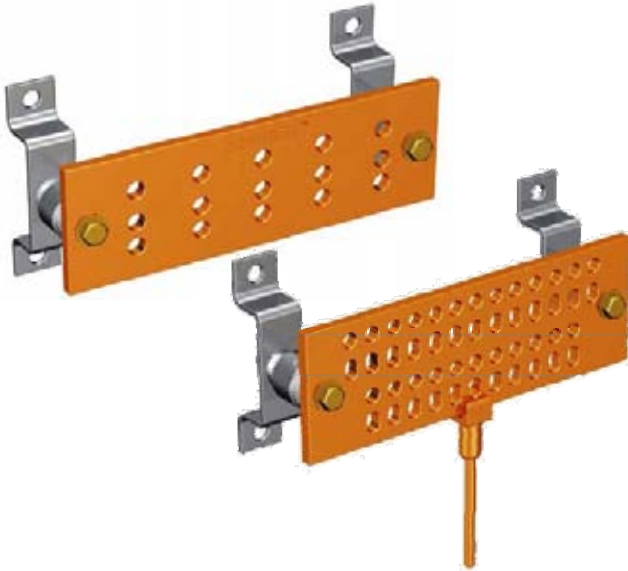
entrelec

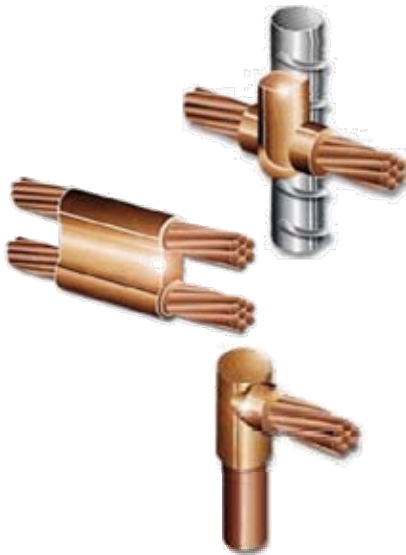


Cembre



Catálogo General De Sistemas de Puesta a Tierra





La información contenida en este catalogo está sujeta a modificaciones sin previo aviso y no representa ningún compromiso para General Distribuidora S.A. (GEDISA). Ninguna parte integrante de este manual puede ser reproducida o transmitida bajo forma alguna, ni por cualquier medio, ya sea electrónico o mecánico, incluyendo fotocopiado, grabado, o sistemas de almacenamiento y recuperación, para propósito distinto al del uso personal del adquiriente, sin mediar la previa autorización por escrito de General Distribuidora S.A. (GEDISA).

General Distribuidora S.A. (GEDISA). Es titular de las patentes, solicitudes de patentes, marcas registradas, derechos de autor u otros derechos de propiedad intelectual sobre los contenidos de este documento. El suministro de este manual no le otorga ninguna licencia sobre estas patentes, marcas, derechos de autor, diseños constructivos u otros derechos de propiedad intelectual e industrial, a menos que ello se prevea en un contrato por escrito de licencia por General Distribuidora S.A. (GEDISA).

Reservados todos los derechos.

Catálogo General De Sistemas de puesta a tierra

Hacia el año de 1965 se funda General Distribuidora “GEDISA” y para 1968 inicia en Venezuela la venta de materiales eléctricos, lo que la ha convertido en la empresa con mayor trayectoria en la distribución de materiales eléctricos en este sector y ofrecer un producto y servicio acorde a las necesidades de nuestra industria. Son más de 33 años de curtida experiencia, a lo largo de este tiempo GEDISA ha dado asesoría técnica para resolver cualquier duda o problema que se haya presentado en materia de los diversos productos que fabrica y representa, para un sinnúmero de plantas de la industria petrolera, construcción, petroquímica, química, minera, telecomunicaciones e industria en general.

En GEDISA se conjuga de la manera más armónica la experiencia del pasado con las exigencias del presente, dando como resultado productos de altísima calidad ajustados al modernismo de hoy día. *Hemos elaborado este manual de sistemas de puesta a tierra como un aporte en materia de ciencia, tecnología, innovación y sus aplicaciones contemplados en la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación a través de la transferencia e innovación tecnológica fomentando el uso y circulación del conocimiento en esta materia.*

Este manual técnico explica los diferentes tópicos sobre soldadura exotérmica y de puesta a tierra, el proceso de selección y cómo planificar la instalación de un sistema de puesta a tierra entre otros temas, para facilitarles el proceso de escogencia más acorde para un nuevo proyecto o el más adecuado para el mantenimiento de los ya existentes.

Recuerde que GEDISA posee una sucursal cerca de usted para brindarle un servicio oportuno, en cualquiera de ellas encontrará personal calificado para ofrecerle la mejor asistencia técnica en su proyecto. GEDISA mantiene grandes inventarios de moldes para soldadura exotérmica para uso en la industria y construcción, con sus accesorios en sus diferentes tipos, con lo cual ha mantenido el liderazgo de primera empresa en distribución a nivel nacional.

INDICE GENERAL

Introducción

Información general de las conexiones Gedisa

Sección 1 - 1

Soldadura exotérmica

Soldadura exotérmica

¿Que significa exotérmico?

¿Que es una reacción exotérmica?

Conexiones exotérmicas

Ventajas de la soldadura exotérmica

Ventajas económicas

Ventajas técnicas

Desventajas de la soldadura exotérmica

Aplicaciones de la soldadura exotérmica

Comparación entre sistemas de conexión

Materiales y equipos para puesta a tierra

Moldes para soldaduras exotérmicas

Barras de acero recubiertas de cobre

PROCESO DE UNA SOLDADURA EXOTERMICA

Preparación de los materiales y equipos para una soldadura exotérmica

Preparación del molde de grafito

Preparación de los cables

Preparación e las barras copperweld

Preparación e las barras de cobre

Preparación de las superficies de acero

NORMATIVAS PARA SOLDADURAS EXOTERMICAS

Capítulo 1 - Sección 1 - 1

Capítulo 1 - Sección 1 - 1

Capítulo 1 - Sección 1 - 1

Capítulo 1 - Sección 1 - 1

Capítulo 1 - Sección 1 - 2

Capítulo 1 - Sección 1 - 2

Capítulo 1 - Sección 1 - 2

Capítulo 1 - Sección 1 - 2

Capítulo 1 - Sección 1 - 3

Capítulo 1 - Sección 1 - 3

Capítulo 1 - Sección 1 - 4

Capítulo 1 - Sección 1 - 4

Capítulo 1 - Sección 1 - 5

Capítulo 1 - Sección 1 - 6

Capítulo 1 - Sección 1 - 7

Capítulo 1 - Sección 1 - 8

Capítulo 1 - Sección 1 - 8

Capítulo 1 - Sección 1 - 8

Capítulo 1 - Sección 1 - 8

Capítulo 1 Sección 1 - 8

Capítulo 1 Sección 1 - 8

Puesta a tierra

Objetivos del sistema de puesta a tierra

Definiciones y conceptos básicos

Tierra de Protección

Tierra de Servicio

Tierra de Referencia

Electrodo de Tierra

Mallas de Tierra

Conexión a Tierra

Poner a Tierra

Resistividad de un Terreno

Gradiente Superficial.

Diferencias entre la conexión de tierra y neutro

TIPOS DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

Puesta a tierra para sistemas eléctricos.

Puesta a tierra de los equipos eléctricos.

Puesta a tierra en señales electrónicas.

Puesta a tierra de protección electrónica

Puesta a tierra de protección atmosférica

Puesta a tierra de protección electrostática.

Puesta a tierra para sistemas eléctricos.

Puesta a tierra de protección

Puesta a tierra provisoria

Capítulo 1 Sección 2 - 1

Capítulo 1 Sección 2 - 1

Capítulo 1 Sección 2 - 1

Capítulo 1 Sección 2 - 1

Capítulo 1 Sección 2 - 1

Capítulo 1 Sección 2 - 1

Capítulo 1 Sección 2 - 1

Capítulo 1 Sección 2 - 1

Capítulo 1 Sección 2 - 1

Capítulo 1 Sección 2 - 1

Capítulo 1 Sección 2 - 1

Capítulo 1 Sección 2 - 2

Capítulo 1 Sección 2 - 2

Capítulo 1 Sección 2 - 2

Capítulo 1 Sección 2 - 2

Capítulo 1 Sección 2 - 2

Capítulo 1 Sección 2 - 2

Capítulo 1 Sección 2 - 3

Capítulo 1 Sección 2 - 3

Capítulo 1 Sección 2 - 3

Capítulo 1 Sección 2 - 3

Capítulo 1 Sección 2 - 3

INDICE GENERAL

Constitución del terreno	Capítulo 1 Sección 2 - 4
Mediciones de tierras	Capítulo 1 Sección 2 - 4
La tierra y la resistividad del terreno	Capítulo 1 Sección 2 - 4
Efectos de la humedad y temperatura sobre la resistividad del terreno	Capítulo 1 Sección 2 - 5
Efectos de la humedad y sales disueltas sobre la resistividad del terreno	Capítulo 1 Sección 2 - 5
Efectos de la temperatura sobre la resistividad del terreno	Capítulo 1 Sección 2 - 5
Efectos del tipo de suelo sobre la resistividad del terreno	Capítulo 1 Sección 2 - 6
Efectos de las variaciones estacionales sobre la resistividad del terreno	Capítulo 1 Sección 2 - 6
Medición de la resistividad del terreno	Capítulo 1 Sección 2 - 6
Método de tres puntos	Capítulo 1 Sección 2 - 7
Método de caída de potencia	Capítulo 1 Sección 2 - 7
Método de cuatro terminales	Capítulo 1 Sección 2 - 7
Método de caída de potencial	Capítulo 1 Sección 2 - 7
Método de dos puntos	Capítulo 1 Sección 2 - 8
Métodos involucrados en la prueba de resistencia de tierra	Capítulo 1 Sección 2 - 8
Materiales de puesta a tierra	Capítulo 1 Sección 2 - 9
Valores máximos en el código eléctrico nacional	Capítulo 1 Sección 2 - 9
Naturaleza de un electrodo a tierra	Capítulo 1 Sección 2 - 10
Resistencia del electrodo	Capítulo 1 Sección 2 - 10
Resistencia de contacto del electrodo a tierra	Capítulo 1 Sección 2 - 10
Resistencia de la tierra circundante	Capítulo 1 Sección 2 - 10
Tubería metálica de agua enterrada	Capítulo 1 Sección 2 - 10
Estructura metálica del edificio	Capítulo 1 Sección 2 - 10
Electrodos de concreto armado	Capítulo 1 Sección 2 - 11
Anillo de tierra	Capítulo 1 Sección 2 - 11
Electrodos especialmente contruidos	Capítulo 1 Sección 2 - 11
Electrodo de varilla o tubería	Capítulo 1 Sección 2 - 11
Electrodo de placa	Capítulo 1 Sección 2 - 12
Estructura metálicas enterradas	Capítulo 1 Sección 2 - 12
Electrodos para puesta a tierra en radio frecuencia	Capítulo 1 Sección 2 - 12
Barra equipotencial	Capítulo 1 Sección 2 - 12
Electrodos de puesta a tierra	Capítulo 1 Sección 2 - 13
Electrodos de plancha	Capítulo 1 Sección 2 - 13
Electrodos de canastillos	Capítulo 1 Sección 2 - 13
Electrodos de barras	Capítulo 1 Sección 2 - 13
Conductores de puesta a tierra	Capítulo 1 Sección 2 - 13
Construcción de tierras	Capítulo 1 Sección 2 - 14
Número de electrodos	Capítulo 1 Sección 2 - 14
Un sistema de puesta a tierra debe ser integral	Capítulo 1 Sección 2 - 15
La falta de normativa y las variables del medio anulan los sistemas de puesta a tierra	Capítulo 1 Sección 2 - 15
¿Como se debe seleccionar un sistema de puesta a tierra?	Capítulo 1 Sección 2 - 15
Orden de importancia	Capítulo 1 Sección 2 - 15
Sistema integral	Capítulo 1 Sección 2 - 15
Aplicaciones	Capítulo 1 Sección 2 - 15
Cálculo del sistema	Capítulo 1 Sección 2 - 15
Medición y control de las instalaciones de tierras	Capítulo 1 Sección 2 - 15
Conexión a tierra de protección	Capítulo 1 Sección 2 - 15
Condiciones de ejecución de una conexión a tierra	Capítulo 1 Sección 2 - 16

INDICE GENERAL

Métodos para reducir la resistencia de puesta a tierra	Capítulo 1 Sección 2 - 16
Tratamiento químico del suelo	Capítulo 1 Sección 2 - 17
Materiales de aceptables baja resistividad	Capítulo 1 Sección 2 - 17
Bentonita	Capítulo 1 Sección 2 - 17
Marconita	Capítulo 1 Sección 2 - 17
Yeso	Capítulo 1 Sección 2 - 18
Efecto del tamaño del electrodo	Capítulo 1 Sección 2 - 18
Efecto del largo del electrodo	Capítulo 1 Sección 2 - 18
Efecto del diámetro del electrodo	Capítulo 1 Sección 2 - 18
Uso de electrodos múltiples	Capítulo 1 Sección 2 - 19
Como elegir el punto más oportuno para enterrar dispersores	Capítulo 1 Sección 2 - 19
Electrodos de puesta a tierra	Capítulo 1 Sección 2 - 20
Dimensiones mínimas de los electrodos de puesta a tierra	Capítulo 1 Sección 2 - 20
Instalación de electrodos	Capítulo 1 Sección 2 - 20
Procedimiento general	Capítulo 1 Sección 2 - 20

Moldes para conexiones exotérmicas

Proceso de soldadura exotérmica en sistemas GEDIWELD	Capítulo 2 Sección 1 - 1
Como realizar soldadura exotérmica	Capítulo 2 Sección 1 - 1
Soldadura exotérmica	Capítulo 2 Sección 1 - 2
Proceso de la soldadura exotérmica	Capítulo 2 Sección 1 - 2
Inspección	Capítulo 2 Sección 1 - 2
Tamaño	Capítulo 2 Sección 1 - 2
Color	Capítulo 2 Sección 1 - 2
Acabado superficial	Capítulo 2 Sección 1 - 2
Porosidad	Capítulo 2 Sección 1 - 2
Polvo de soldadura	Capítulo 2 Sección 1 - 3
Moldes para soldadura exotérmica	Capítulo 2 Sección 1 - 3
Ventajas Técnicas	Capítulo 2 Sección 1 - 3
Aplicaciones de la soldadura exotérmica	Capítulo 2 Sección 1 - 3
Materiales aplicables	Capítulo 2 Sección 1 - 3
Instrucciones generales de seguridad	Capítulo 2 Sección 1 - 3
Preparación del Conductor	Capítulo 2 Sección 1 - 4
Preparación de las superficies de acero	Capítulo 2 Sección 1 - 4
Preparación del molde de grafito	Capítulo 2 Sección 1 - 4
Preparación de las barras de puesta a tierra	Capítulo 2 Sección 1 - 4
Conexiones a tuberías o tanques	Capítulo 2 Sección 1 - 4

Moldes Gediweld

Cable a Cable	Capítulo 2 Sección 2 - 1
Conexión lineal por los extremos tipo CC-LH	Capítulo 2 Sección 2 - 1
Conexión con derivación en TEE tipo CC-DH	Capítulo 2 Sección 2 - 1
Conexión con derivación en EQUIS tipo CC-XPB	Capítulo 2 Sección 2 - 2
Conexión pasante sobrepuesto en EQUIS tipo CC-XSH	Capítulo 2 Sección 2 - 2
Conexión pasante sobrepuesto con derivación tipo CC-PSD	Capítulo 2 Sección 2 - 3
Conexión pasante sobrepuesto paralelo tipo CC-PPS	Capítulo 2 Sección 2 - 3
Cable a Barra Copperweld	Capítulo 2 Sección 2 - 4
Conexión con derivación a tope tipo CP-HCJ	Capítulo 2 Sección 2 - 4
Conexión en derivación TEE a tope tipo CP-HCT	Capítulo 2 Sección 2 - 4

INDICE GENERAL

Conexión sobrepuesta en EQUIS tipo CP-HCL	Capítulo 2	Sección 2 - 5
Conexión pasante paralela sobrepuesta tipo CP-VSD	Capítulo 2	Sección 2 - 5
Conexión entre extremos de barras tipo PP-EE	Capítulo 2	Sección 2 - 5
Cable a Superficie	Capítulo 2	Sección 2 - 6
Conexión con derivación a ras tipo CS-SCA	Capítulo 2	Sección 2 - 6
Conexión con derivación elevada tipo CS-SCE	Capítulo 2	Sección 2 - 6
Conexión pasante elevada a superficie tipo CS-SPE	Capítulo 2	Sección 2 - 6
Conexión vertical inclinada tipo CS-SCI	Capítulo 2	Sección 2 - 6
Conexión pasante a superficie vertical tipo CS-SEV	Capítulo 2	Sección 2 - 6
Conexión con derivación a superficie vertical tipo CS-SEB	Capítulo 2	Sección 2 - 6
Cable a Cabilla	Capítulo 2	Sección 2 - 7
Conexión con derivación tipo CV-DS	Capítulo 2	Sección 2 - 7
Conexión horizontal pasante elevada en EQUIS tipo CV-PH	Capítulo 2	Sección 2 - 7
Conexión pasante paralela tipo CV-PP	Capítulo 2	Sección 2 - 7
Conexión vertical con derivación tipo CV-DP	Capítulo 2	Sección 2 - 8
Conexión vertical sobrepuesta en EQUIS tipo CV-PV	Capítulo 2	Sección 2 - 8
Conexión en TEE a tope tipo CV-TH	Capítulo 2	Sección 2 - 8
Cable a Barra de cobre tipo pletina	Capítulo 2	Sección 2 - 9
Conexión horizontal pasante por el extremo tipo CB-PH	Capítulo 2	Sección 2 - 9
Conexión vertical pasante por el extremo tipo CB-PV	Capítulo 2	Sección 2 - 9
Conexión vertical con derivación por el canto tipo CB-DV	Capítulo 2	Sección 2 - 9
Conexión horizontal con derivación por el canto tipo CB-DV	Capítulo 2	Sección 2 - 9
Conexión a terminal sobrepuesto tipo CB-TS	Capítulo 2	Sección 2 - 10
Conexión a terminal por el canto tipo BC-TP	Capítulo 2	Sección 2 - 10
Placas para puesta a tierra	Capítulo 2	Sección 2 - 11
Soldadura para rieles ferroviarios	Capítulo 2	Sección 2 - 12
Moldes para conexión cable a riel	Capítulo 2	Sección 2 - 13
Conexión con derivación vertical tipo CS-DV	Capítulo 2	Sección 2 - 13
Conexión con derivación vertical tipo CR-TD	Capítulo 2	Sección 2 - 13
Conexión con derivación vertical tipo CR-TI	Capítulo 2	Sección 2 - 13
Conexión con derivación vertical tipo CR-TP	Capítulo 2	Sección 2 - 13

Cartuchos para conexiones GEDIWELD

Polvo para soldadura exotérmica	Capítulo 2	Sección 3 - 1
Generalidades	Capítulo 2	Sección 3 - 1
Combinaciones	Capítulo 2	Sección 3 - 1
Inspección	Capítulo 2	Sección 3 - 1
Porosidad	Capítulo 2	Sección 3 - 2
Tamaño	Capítulo 2	Sección 3 - 2
Acabado superficial	Capítulo 2	Sección 3 - 2
Ventajas	Capítulo 2	Sección 3 - 2
Presentación	Capítulo 2	Sección 3 - 2

Accesorios para soldadura exotérmica

Accesorios para soldadura exotérmica	Capítulo 2	Sección 4 - 1
Caja de herramientas para soldadura	Capítulo 2	Sección 4 - 1
Lentes de seguridad	Capítulo 2	Sección 4 - 1
Guantes	Capítulo 2	Sección 4 - 1
Raspador curvo	Capítulo 2	Sección 4 - 1

INDICE GENERAL

Capillo carda	Capítulo 2	Sección 4 - 1
Brocha	Capítulo 2	Sección 4 - 1
Alicate universal	Capítulo 2	Sección 4 - 1
Alicate de presión	Capítulo 2	Sección 4 - 1
Pinza de electricista	Capítulo 2	Sección 4 - 1
Martillo	Capítulo 2	Sección 4 - 1
Lima	Capítulo 2	Sección 4 - 1
Destornillador	Capítulo 2	Sección 4 - 1
Cepillo de cerdas naturales	Capítulo 2	Sección 4 - 1
Cepillo de alambre	Capítulo 2	Sección 4 - 2
Cepillo doble en "V"	Capítulo 2	Sección 4 - 2
Raspador	Capítulo 2	Sección 4 - 2
Palillos Ignitores	Capítulo 2	Sección 4 - 2
Disco metálico	Capítulo 2	Sección 4 - 2
Masilla de empaque	Capítulo 2	Sección 4 - 2
Galvanizado en frío	Capítulo 2	Sección 4 - 2
Thinner para galvanizado en frío	Capítulo 2	Sección 4 - 2
Grapa para alinear barras copperweld	Capítulo 2	Sección 4 - 2
Alicate para sujetar cables	Capítulo 2	Sección 4 - 2
Alicate para moldes pequeños	Capítulo 2	Sección 4 - 2
Alicate para moldes medianos	Capítulo 2	Sección 4 - 3
Alicate para moldes grandes	Capítulo 2	Sección 4 - 3
Alicate de cadena vertical	Capítulo 2	Sección 4 - 3
Alicate de cadena horizontal	Capítulo 2	Sección 4 - 3
Alicates magnéticos	Capítulo 2	Sección 4 - 3
Alicate con soporte para molde	Capítulo 2	Sección 4 - 3
Jabalina copperweld	Capítulo 2	Sección 4 - 3
Tomacable para barra copperweld	Capítulo 2	Sección 4 - 3
Conector para derivación KS (Cobre)	Capítulo 2	Sección 4 - 3
Conector para derivación KSU (Bimetálico)	Capítulo 2	Sección 4 - 3
Conector para unir cable a tubo	Capítulo 2	Sección 4 - 4
Aislador de Resina	Capítulo 2	Sección 4 - 4
Espárrago para aisladores	Capítulo 2	Sección 4 - 4
Conector tipo L (Tipo zapato)	Capítulo 2	Sección 4 - 4
Conector de derivación C	Capítulo 2	Sección 4 - 4
Terminal anillo no aislado	Capítulo 2	Sección 4 - 4
Terminal anillo aplicaciones especiales	Capítulo 2	Sección 4 - 5
Terminal de dos huecos	Capítulo 2	Sección 4 - 5
Conector largo no aislado	Capítulo 2	Sección 4 - 5
Conector corto no aislado	Capítulo 2	Sección 4 - 6
Trenzas flexibles de cobre	Capítulo 2	Sección 4 - 6
Tuercas de bronce silicio	Capítulo 2	Sección 4 - 6
Arandela de presión de bronce silicio	Capítulo 2	Sección 4 - 6
Arandela plana bronce silicio	Capítulo 2	Sección 4 - 6
Tornillo bronce silicio	Capítulo 2	Sección 4 - 6

Combinaciones de moldes

Combinaciones de moldes	Capítulo 2	Sección 5 - 1
Conexión horizontal por los extremos	Capítulo 2	Sección 5 - 1
Conexiones en Tee	Capítulo 2	Sección 5 - 1

INDICE GENERAL

Conexiones en Equis o Cruzadas	Capítulo 2	Sección 5 - 2
Conexión a tope en equis sobre barra copperweld	Capítulo 2	Sección 5 - 2
Conexión a tope en Tee sobre barra copperweld	Capítulo 2	Sección 5 - 3

Recomendaciones para solventar problemas en las conexiones GEDIWELD

Recomendaciones para solucionar problemas	Capítulo 2	Sección 6 - 1
---	------------	---------------

Relleno para mejorar la puesta a tierra

Exogel	Capítulo 3	Sección 1 - 1
Ventajas	Capítulo 3	Sección 1 - 1
Instrucciones de aplicación	Capítulo 3	Sección 1 - 2
Aplicaciones horizontales	Capítulo 3	Sección 1 - 2
Aplicaciones verticales	Capítulo 3	Sección 1 - 2
Ejemplo de aplicaciones horizontales	Capítulo 3	Sección 1 - 2
Ejemplo de aplicaciones verticales	Capítulo 3	Sección 1 - 2

Barras copperweld para puesta a tierra

Barras de puesta a tierra	Capítulo 3	Sección 2 - 1
Generalidades	Capítulo 3	Sección 2 - 1
Efecto del suelo	Capítulo 3	Sección 2 - 1
Efecto del diámetro del electrodo	Capítulo 3	Sección 2 - 2
Efecto de la forma del electrodo	Capítulo 3	Sección 2 - 2
Barras copperweld	Capítulo 3	Sección 2 - 2
Barras de puesta a tierra	Capítulo 3	Sección 2 - 3
Barras copperweld	Capítulo 3	Sección 2 - 3
Terminación del extremo en punta	Capítulo 3	Sección 2 - 3
Barra de cobre	Capítulo 3	Sección 2 - 3
Perfecta unión cobre-acero	Capítulo 3	Sección 2 - 3
Conexión cobre con cobre	Capítulo 3	Sección 2 - 3
Alma de acero de gran resistencia	Capítulo 3	Sección 2 - 3
Diámetro requerido de las barras de puesta a tierra	Capítulo 3	Sección 2 - 3
Profundidad adecuada para la barra de puesta a tierra	Capítulo 3	Sección 2 - 3
Barras de puesta a tierra y accesorios	Capítulo 3	Sección 2 - 4
Barras de puesta a tierra	Capítulo 3	Sección 2 - 5
Aplicaciones	Capítulo 3	Sección 2 - 5
Ventajas de su empleo	Capítulo 3	Sección 2 - 5
Instalación	Capítulo 3	Sección 2 - 5
Acoplador cónico de barras	Capítulo 3	Sección 2 - 5
Acoplador roscado de barras	Capítulo 3	Sección 2 - 5
Conector para barras copperweld	Capítulo 3	Sección 2 - 5

Barras químicas para puesta a tierra

Barra Química Gediweld	Capítulo 3	Sección 3 - 1
Principio de funcionamiento	Capítulo 3	Sección 3 - 1
Vida útil	Capítulo 3	Sección 3 - 1
Ventajas de su empleo	Capítulo 3	Sección 3 - 2
Aplicaciones	Capítulo 3	Sección 3 - 2
Instalación	Capítulo 3	Sección 3 - 3

INDICE GENERAL

Instalación vertical	Capítulo 3 Sección 3 -3
Instalación horizontal	Capítulo 3 Sección 3 -3
Codificación	Capítulo 3 Sección 3 -4
 <i>Cajas de registro</i>	
Caja de Registro	Capítulo 3 Sección 4 -1
 <i>Receptáculo para puesta a tierra</i>	
Placa de aterramiento	Capítulo 3 Sección 5 -1
Uso de conexiones exotérmicas	Capítulo 3 Sección 5 -1
Dimensiones	Capítulo 3 Sección 5 -1
Aplicaciones	Capítulo 3 Sección 5 -1
 <i>Barras equipotenciales</i>	
Barras equipotenciales	Capítulo 3 Sección 6 -1
Patrón de barras	Capítulo 3 Sección 6 -1
Aplicaciones	Capítulo 3 Sección 6 -2
Instalación	Capítulo 3 Sección 6 -2
Aisladores para barras	Capítulo 3 Sección 6 -3
Soporte para barras	Capítulo 3 Sección 6 -3
Cubierta protectores de fiberglass	Capítulo 3 Sección 6 -3
Barra de aterramiento espesor 6 mm	Capítulo 3 Sección 6 -4
Barra de aterramiento espesor 10 mm	Capítulo 3 Sección 6 -5
 <i>Terminales para telecomunicaciones</i>	
Terminales para telecomunicaciones en forma de Z	Capítulo 3 Sección 7 -1
Terminales para telecomunicaciones en forma de L	Capítulo 3 Sección 7 -1
Terminales para telecomunicaciones en forma recta	Capítulo 3 Sección 7 -1
Moldes para terminales de telecomunicaciones en forma de Z	Capítulo 3 Sección 7 -2
Moldes para terminales de telecomunicaciones en forma de L	Capítulo 3 Sección 7 -2
Moldes para terminales de telecomunicaciones en forma recta	Capítulo 3 Sección 7 -2
 <i>Sistema de barrado perimetral</i>	
Barras de cobre	Capítulo 3 Sección 8 -1
Generalidades	Capítulo 3 Sección 8 -1
Características	Capítulo 3 Sección 8 -1
Parámetros de un sistema de barras	Capítulo 3 Sección 8 -1
Parámetros eléctricos	Capítulo 3 Sección 8 -1
Parámetros mecánicos	Capítulo 3 Sección 8 -1
Efecto pelicular	Capítulo 3 Sección 8 -1
Disipación de calor	Capítulo 3 Sección 8 -1
Contacto entre barras	Capítulo 3 Sección 8 -1
Condiciones de la superficie de contacto	Capítulo 3 Sección 8 -1
Superficie de contacto	Capítulo 3 Sección 8 -2
Fuerza de apriete para un buen contacto	Capítulo 3 Sección 8 -2
Torque de apriete para un buen contacto	Capítulo 3 Sección 8 -2
Verificaciones del torque	Capítulo 3 Sección 8 -3
Empalme de barras	Capítulo 3 Sección 8 -3

INDICE GENERAL

Empalme mediante placas o petacas	Capítulo 3 Sección 8 -3
Selección de la placas de empalme	Capítulo 3 Sección 8 -4
Empalme de barras de cobre mediante soldadura exotérmica	Capítulo 3 Sección 8 -4
Empalme horizontal lineal de barras	Capítulo 3 Sección 8 -4
Empalme vertical en ángulo recto de barras	Capítulo 3 Sección 8 -4
Empalme vertical de barras en TEE	Capítulo 3 Sección 8 -5
Sistema de barras perimetral	Capítulo 3 Sección 8 -5
Aisladores para barras perimetrales	Capítulo 3 Sección 8 -5
Soportes para barras perimetrales	Capítulo 3 Sección 8 -5
Barras perimetrales	Capítulo 3 Sección 8 -6

Malla para puesta a tierra

Malla de puesta a tierra	Capítulo 3 Sección 9 -1
Requisitos de una malla a tierra	Capítulo 3 Sección 9 -1
Uso de las conexiones exotérmicas	Capítulo 3 Sección 9 -1
Aplicaciones	Capítulo 3 Sección 9 -1
Calculo de una malla a tierra	Capítulo 3 Sección 9 -2
Cálculo de la resistividad equivalente	Capítulo 3 Sección 9 -3
Método de SCHWARZ	Capítulo 3 Sección 9 -3
Cálculo de la resistencia de malla	Capítulo 3 Sección 9 -3

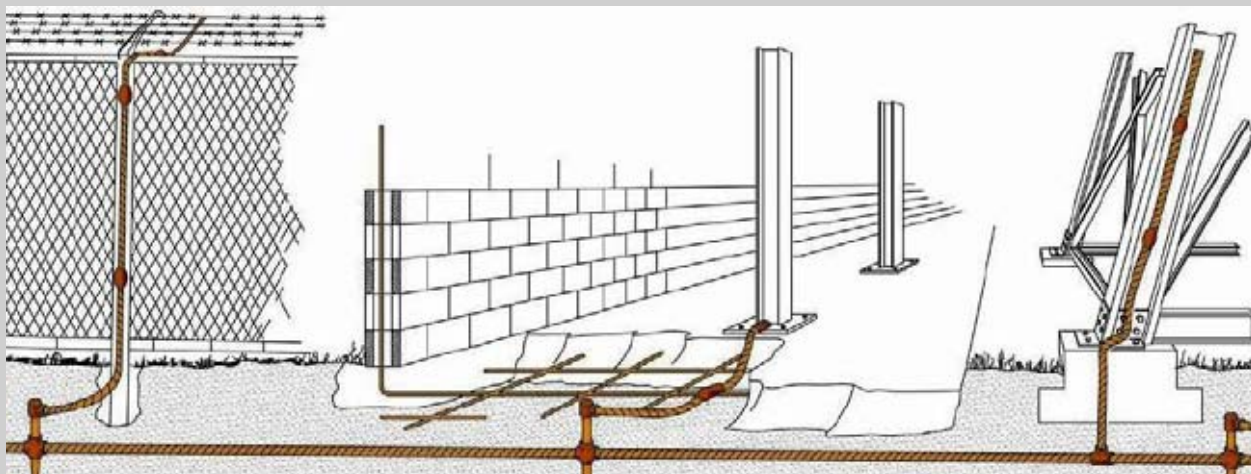
Caja de seccionamiento puesta a tierra

Aplicación	Capítulo 4 Sección 1 -2
Características	Capítulo 4 Sección 1 -3
Tratamiento y acabado	Capítulo 4 Sección 1 -3
Bisagras	Capítulo 4 Sección 1 -3
Grado de protección	Capítulo 4 Sección 1 -3
Sistema de fijación	Capítulo 4 Sección 1 -3
Instalación	Capítulo 4 Sección 1 -3

Apendices

Extracto del artículo 250 código eléctrico nacional	Apéndice A
Secciones de conductores	Apéndice B
Tabla de equivalencias entre secciones de conductores	Apéndice C
Tabla de conversiones métricas	Apéndice D
Tablas de características de cables	Apéndice E
Tablas capacidades de corriente en barras de cobre	Apéndice F

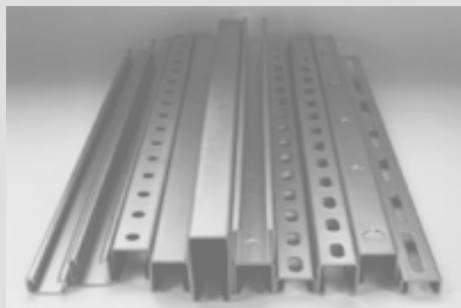
Glosario de términos



CAPITULO 1

FABRICANTE DE SISTEMAS COMPONIBLES DE SOPORTERIA

gediSTRUT



MATERIALES:

ACERO GALVANIZADO

ALUMINIO

ACERO INOXIDABLE

Y AMPLIA GAMA DE ACCESORIOS:

ABRAZADERAS MOROCHAS PARA

CONDUITS

SOPORTES A PERFILES

OMEGAS

ANGULOS

TUERCAS CON RESORTE

BASES PARA FIJACION A TECHO O PISO

PIE DE AMIGOS

OTROS

Solicite su manual de sistemas componibles de soportes GEDISTRUT

CONTENIDO CAPITULO 1

Introducción

Información general de las conexiones Gedisa

Sección 1 - 1

Soldadura exotérmica

Soldadura exotérmica

¿Que significa exotérmico?

¿Que es una reacción exotérmica?

Conexiones exotérmicas

Ventajas de la soldadura exotérmica

Ventajas económicas

Ventajas técnicas

Desventajas de la soldadura exotérmica

Aplicaciones de la soldadura exotérmica

Comparación entre sistemas de conexión

Materiales y equipos para puesta a tierra

Moldes para soldaduras exotérmicas

Barras de acero recubiertas de cobre

PROCESO DE UNA SOLDADURA EXOTERMICA

Preparación de los materiales y equipos para una soldadura exotérmica

Preparación del molde de grafito

Preparación de los cables

Preparación e las barras copperweld

Preparación e las barras de cobre

Preparación de las superficies de acero

NORMATIVAS PARA SOLDADURAS EXOTERMICAS

Capítulo 1 - Sección 1 - 1

Capítulo 1 - Sección 1 - 1

Capítulo 1 - Sección 1 - 1

Capítulo 1 - Sección 1 - 1

Capítulo 1 - Sección 1 - 2

Capítulo 1 - Sección 1 - 2

Capítulo 1 - Sección 1 - 2

Capítulo 1 - Sección 1 - 2

Capítulo 1 - Sección 1 - 3

Capítulo 1 - Sección 1 - 3

Capítulo 1 - Sección 1 - 4

Capítulo 1 - Sección 1 - 4

Capítulo 1 - Sección 1 - 5

Capítulo 1 - Sección 1 - 6

Capítulo 1 - Sección 1 - 7

Capítulo 1 - Sección 1 - 8

Capítulo 1 - Sección 1 - 8

Capítulo 1 - Sección 1 - 8

Capítulo 1 - Sección 1 - 8

Capítulo 1 Sección 1 - 8

Capítulo 1 Sección 1 - 8

Puesta a tierra

Objetivos del sistema de puesta a tierra

Definiciones y conceptos básicos

Tierra de Protección

Tierra de Servicio

Tierra de Referencia

Electrodo de Tierra

Mallas de Tierra

Conexión a Tierra

Poner a Tierra

Resistividad de un Terreno

Gradiente Superficial.

Diferencias entre la conexión de tierra y neutro

TIPOS DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

Puesta a tierra para sistemas eléctricos.

Puesta a tierra de los equipos eléctricos.

Puesta a tierra en señales electrónicas.

Puesta a tierra de protección electrónica

Puesta a tierra de protección atmosférica

Puesta a tierra de protección electrostática.

Puesta a tierra para sistemas eléctricos.

Puesta a tierra de protección

Capítulo 1 Sección 2 - 1

Capítulo 1 Sección 2 - 1

Capítulo 1 Sección 2 - 1

Capítulo 1 Sección 2 - 1

Capítulo 1 Sección 2 - 1

Capítulo 1 Sección 2 - 1

Capítulo 1 Sección 2 - 1

Capítulo 1 Sección 2 - 1

Capítulo 1 Sección 2 - 1

Capítulo 1 Sección 2 - 1

Capítulo 1 Sección 2 - 1

Capítulo 1 Sección 2 - 2

Capítulo 1 Sección 2 - 2

Capítulo 1 Sección 2 - 2

Capítulo 1 Sección 2 - 2

Capítulo 1 Sección 2 - 2

Capítulo 1 Sección 2 - 2

Capítulo 1 Sección 2 - 3

Capítulo 1 Sección 2 - 3

Capítulo 1 Sección 2 - 3

Capítulo 1 Sección 2 - 3

CONTENIDO CAPITULO 1

Puesta a tierra provisoria	Capítulo 1 Sección 2 - 3
Constitución del terreno	Capítulo 1 Sección 2 - 4
Mediciones de tierras	Capítulo 1 Sección 2 - 4
La tierra y la resistividad del terreno	Capítulo 1 Sección 2 - 4
Efectos de la humedad y temperatura sobre la resistividad del terreno	Capítulo 1 Sección 2 - 5
Efectos de la humedad y sales disueltas sobre la resistividad del terreno	Capítulo 1 Sección 2 - 5
Efectos de la temperatura sobre la resistividad del terreno	Capítulo 1 Sección 2 - 5
Efectos del tipo de suelo sobre la resistividad del terreno	Capítulo 1 Sección 2 - 6
Efectos de las variaciones estacionales sobre la resistividad del terreno	Capítulo 1 Sección 2 - 6
Medición de la resistividad del terreno	Capítulo 1 Sección 2 - 6
Método de tres puntos	Capítulo 1 Sección 2 - 7
Método de caída de potencia	Capítulo 1 Sección 2 - 7
Método de cuatro terminales	Capítulo 1 Sección 2 - 7
Método de caída de potencial	Capítulo 1 Sección 2 - 7
Método de dos puntos	Capítulo 1 Sección 2 - 8
Métodos involucrados en la prueba de resistencia de tierra	Capítulo 1 Sección 2 - 8
Materiales de puesta a tierra	Capítulo 1 Sección 2 - 9
Valores máximos en el código eléctrico nacional	Capítulo 1 Sección 2 - 9
Naturaleza de un electrodo a tierra	Capítulo 1 Sección 2 - 10
Resistencia del electrodo	Capítulo 1 Sección 2 - 10
Resistencia de contacto del electrodo a tierra	Capítulo 1 Sección 2 - 10
Resistencia de la tierra circundante	Capítulo 1 Sección 2 - 10
Tubería metálica de agua enterrada	Capítulo 1 Sección 2 - 10
Estructura metálica del edificio	Capítulo 1 Sección 2 - 10
Electrodos de concreto armado	Capítulo 1 Sección 2 - 11
Anillo de tierra	Capítulo 1 Sección 2 - 11
Electrodos especialmente contruidos	Capítulo 1 Sección 2 - 11
Electrodo de varilla o tubería	Capítulo 1 Sección 2 - 11
Electrodo de placa	Capítulo 1 Sección 2 - 12
Estructura metálicas enterradas	Capítulo 1 Sección 2 - 12
Electrodos para puesta a tierra en radio frecuencia	Capítulo 1 Sección 2 - 12
Barra equipotencial	Capítulo 1 Sección 2 - 12
Electrodos de puesta a tierra	Capítulo 1 Sección 2 - 13
Electrodos de plancha	Capítulo 1 Sección 2 - 13
Electrodos de canastillos	Capítulo 1 Sección 2 - 13
Electrodos de barras	Capítulo 1 Sección 2 - 13
Conductores de puesta a tierra	Capítulo 1 Sección 2 - 13
Construcción de tierras	Capítulo 1 Sección 2 - 14
Número de electrodos	Capítulo 1 Sección 2 - 14
Un sistema de puesta a tierra debe ser integral	Capítulo 1 Sección 2 - 15
La falta de normativa y las variables del medio anulan los sistemas de puesta a tierra	Capítulo 1 Sección 2 - 15
¿Como se debe seleccionar un sistema de puesta a tierra?	Capítulo 1 Sección 2 - 15
Orden de importancia	Capítulo 1 Sección 2 - 15
Sistema integral	Capítulo 1 Sección 2 - 15
Aplicaciones	Capítulo 1 Sección 2 - 15
Cálculo del sistema	Capítulo 1 Sección 2 - 15
Medición y control de las instalaciones de tierras	Capítulo 1 Sección 2 - 15

CONTENIDO CAPITULO 1

Conexión a tierra de protección	Capítulo 1 Sección 2 - 15
Condiciones de ejecución de una conexión a tierra	Capítulo 1 Sección 2 - 16
Métodos para reducir la resistencia de puesta a tierra	Capítulo 1 Sección 2 - 16
Tratamiento químico del suelo	Capítulo 1 Sección 2 - 17
Materiales de aceptables baja resistividad	Capítulo 1 Sección 2 - 17
Bentonita	Capítulo 1 Sección 2 - 17
Marconita	Capítulo 1 Sección 2 - 17
Yeso	Capítulo 1 Sección 2 - 18
Efecto del tamaño del electrodo	Capítulo 1 Sección 2 - 18
Efecto del largo del electrodo	Capítulo 1 Sección 2 - 18
Efecto del diámetro del electrodo	Capítulo 1 Sección 2 - 18
Uso de electrodos múltiples	Capítulo 1 Sección 2 - 19
Como elegir el punto más oportuno para enterrar dispersores	Capítulo 1 Sección 2 - 19
Electrodos de puesta a tierra	Capítulo 1 Sección 2 - 20
Dimensiones mínimas de los electrodos de puesta a tierra	Capítulo 1 Sección 2 - 20
Instalación de electrodos	Capítulo 1 Sección 2 - 20
Procedimiento general	Capítulo 1 Sección 2 - 20

Soldadura exotérmica

SOLDADURA EXOTERMICA

Uno de los principales problemas de los sistemas de puesta a tierra, ha sido siempre el incremento de la resistencia de contacto por causa de empalmes defectuosos que se dan entre conductores, conductores y barras copperweld, o entre conductores y superficies.

El incremento de la resistencia por estas uniones se acrecienta en sólo pocos meses (5 ó 6), en un 60% o más debido a las sulfataciones que se produce por el paso de corriente a través de estos empalmes.

Para estos problemas de conexiones se han investigado distintas soluciones, siendo la más óptima las soldaduras exotérmicas con un sinnúmero de ventajas que veremos mas adelante.

El primer uso conocido de la exotérmica data de finales de 1800 en Alemania, en donde se utilizó una base de óxido de hierro mezclado con aluminio como su agente reductor, que se utilizaba para fabricar troqueles o repararlos. Posteriormente en los USA fue empleado para la reparación de moldes de forja.

La primera aplicación no ferroaleada conocida, fue desarrollada en 1938 por el Dr. Charles Cadwell, del Case Institute of Technology y luego patentada por esta compañía. A este proceso se le llamó CADWELD en honor al Dr. Cadwell, de allí que coloquialmente se llame a la soldadura exotérmica soldadura CADWELD.

¿QUE SIGNIFICA EXOTERMICO?

Exotérmico es un término químico que describe una reacción química que desprende calor a medida que se lleva a cabo la reacción.

¿QUE ES UNA REACCION EXOTERMICA?

Es una reacción química en la cual la energía es liberada. El prefijo *exo* significa salida y *térmico* significa calor o energía. Por lo tanto, se denomina reacción exotérmica a cualquier reacción química en la cual se desprende calor. Se da principalmente en las reacciones de oxidación.

Las reacciones exotérmicas, en relación a los metales, son la reducción de un metal u óxido metálico por otro metal más reactivo, por lo general el aluminio. Los materiales que componen los productos de soldaduras e ignición son mezclas de diversas granulaciones.

Después de la ignición se produce una reacción exotérmica que resultan en metales fundidos con temperaturas que alcanzan sobre los 2200 °C y en consecuencia la liberación de humo localizado.

La temperatura de ignición es superior a 450 °C, para el polvo de ignición y de 900 °C para el polvo de soldadura. Iniciada la ignición el proceso culmina en unos 30 segundos. Tiempo suficiente para completar la reacción química y para que el material fundido se solidifique.

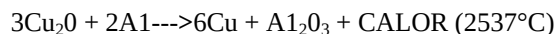
Un ejemplo cotidiano de una reacción exotérmica es la combustión de la gasolina en el interior de los cilindros del motor de nuestros automóviles.

La reacción contraria a la exotérmica se le denomina endotérmica.

CONEXIONES EXOTERMICAS

Las conexiones eléctricas por soldado exotérmico es un proceso en el que se hace un empalme eléctrico al verter una aleación súper calentada de cobre fundido en el interior de un recinto en el cual se encuentran alojados los conductores a ser unidos. Esta aleación de cobre fundido, contenida y controlada dentro de un molde de grafito especialmente diseñado para este fin, hace que los conductores se fundan. Una vez enfriados, los conductores se encuentran empalmados mediante una soldadura de fusión.

El metal fundido se crea por una reacción química entre el aluminio y el óxido de cobre. El proceso usa partículas de aluminio finamente divididas a medida que el agente reductor con el óxido de cobre produce la siguiente reacción química:



Esta reacción genera una excesiva cantidad de calor, por naturaleza los metales fundidos generalmente alcanzan temperaturas de aproximadamente 2200 °C.

¡RECUERDE! Estos materiales no son explosivos.

VENTAJAS DE LA SOLDADURA EXOTERMICA

Cuando se realizan conexiones eléctricas mediante soldadura exotérmica y son efectuadas debidamente, presentarán propiedades eléctricas muy similares a las conexiones soldadas. Debido a que este proceso es una soldadura molecular cuyo material utilizado tiene

el mismo punto de fusión del cobre y cuando la soldadura esta terminada su sección transversal es dos veces mayor que la de los conductores que están siendo empalmados, esto nos ofrece grandes ventajas tanto económicas así como técnicas.

VENTAJAS ECONOMICAS

1. Bajos costos en los materiales requeridos para una conexión exotérmica en comparación con otros medios de conexión.
2. La reacción es realizada dentro de un molde de grafito, que generalmente permite la realización de más de 50 conexiones.
3. Las conexiones exotérmicas proporcionan mayor seguridad por lo tanto menos supervisión.
4. No requieren de mantenimiento asociado al bajo costo del material utilizado.
5. El material utilizado para la realización de la conexión tiene una durabilidad igual o mayor a los otros materiales conectados.
6. Las conexiones son permanentes de modo que son soldadas alcanzando que no se deterioren con el tiempo.
7. Se requiere un entrenamiento mínimo para hacer una conexión, lo que evita mano de obra especializada.
8. Las herramientas y materiales para efectuar la conexión es ligera y portátil.
9. La calidad de las conexiones se puede revisar por simple inspección visual, sin requerir de ningún instrumento.

VENTAJAS TECNICAS

1. Las conexiones exotérmicas poseen "ampacidad" (capacidad de conducción de corriente) mayor o igual a los conductores que la integran.
2. La capacidad de corriente de la conexión es equivalente a la del cable o conductor.
3. Las conexiones no son dañadas cuando se producen altas irrumpciones o picos de corriente. *(Pruebas realizadas demostraron que corrientes elevadas como las de cortocircuito fundieron el conductor y no la conexión exotérmica)*
4. Las conexiones no se deshacen ni sufren corrosión en la parte de la soldadura, independientemente del ambiente en que se destinan.
5. La conexión no se puede aflojar o desajustar debido a que es una unión molecular permanente.
6. Como la conexión exotérmica se transforma en una parte integrante del conductor, esto evita que se presenten problemas por insuficiencia de superficie de contacto o puntos de concentración de presiones.

7. Las conexiones son permanentes de modo que son soldadas alcanzando que no se deterioren con el tiempo.
8. Las conexiones exotérmicas no son afectadas por la corrosión de la misma forma que el cobre.
9. No se requiere de una fuente de energía externa o generación de calor para forjar la conexión.
10. Las soldaduras exotérmicas se pueden utilizar para empalmar materiales de cobre, aleaciones de cobre, acero revestido con cobre, acero de diferentes aleaciones incluyendo el inoxidable entre otros.
11. Como la reacción se consume en pocos segundos, la cantidad de calor aplicada a los conductores o superficie es inferior a aquella aplicada con otros métodos de soldadura. *(Este aspecto es importante, en conexiones de conductores aislados o tubos de pared fina).*

DESVENTAJAS DE LA CONEXION EXOTÉRMICA

En la mayoría de los casos, el costo asociado de las conexiones exotérmicas es mayor que otros medios similares de conexión debido a lo largo del proceso, a los diversos requerimientos moldes y a la potencial paralización ocasionada por lo impredecible del clima o por las condiciones de humedad imperantes en el área de trabajo.

Otras desventajas se relacionan a las herramientas requeridas para completar un soldado exotérmico. No obstante, todos los métodos para efectuar conexiones eléctricas requieren de herramientas específicas y sus correspondientes accesorios, así como el cumplimiento de condiciones propias para poder realizar una conexión adecuada. Es la confiabilidad de la conexión lo que se debe medir en un análisis de costo beneficio.

Entre las desventajas que presenta este método se encuentran:

1. Las condiciones climáticas inciden directamente en la realización del proceso y pueden posponer el trabajo en sitio durante días.
2. El calor excesivo generado durante la reacción requiere de supervisión debido a los riesgos inherentes de seguridad para el personal.
3. Se requiere de aditamento de seguridad para los operarios, tales como: lentes de seguridad guantes u otros accesorios de protección.
4. Los materiales deben almacenarse en lugares secos, ya que están sujetos a daños por humedad o por calor.
5. Se requieren horas hombre adicionales para la preparación previa a una conexión, esto se debe a

la necesidad de limpieza, pre calentamiento de moldes, etc.

6. Debido al recocido del conductor, las conexiones exotérmicas no se pueden usar en aplicaciones bajo tracción.
7. El calor intenso generado durante el proceso puede dañar el aislamiento del conductor cuando este está presente.
8. Una instalación típica con soldadura exotérmica tarda más tiempo con respecto a otros métodos.

APLICACIONES DE LA SOLDADURA EXOTERMICA

La soldadura exotérmica tiene gran variedad de usos y aplicaciones tanto en el área eléctrica así como en otras actividades.

En el área eléctrica su principal aplicación está en la interconexión de conductores y se circunscribe a las conexiones entre:

- ☐ Cable a cable
- ☐ Cable a barra copperweld para puesta a tierra
- ☐ Cable a barras rectangulares de cobre o aluminio
- ☐ Cable a superficies metálicas
- ☐ Cable a rieles ferroviarios
- ☐ Cable a cabillas utilizadas en la construcción
- ☐ Barra a barra rectangular de cobre o aluminio
- ☐ Barra copperweld a barra copperweld
- ☐ Barra rectangular a superficie metálica
- ☐ Otra aplicación en la industria ferrocarrilera eléctrica, es la soldadura de los conductores del circuito eléctrico de retorno a los rieles.
- ☐ Conexiones mediante soldadura exotérmica para empalmar el "tercer riel" en las líneas de tránsito ferrocarrilero pesado.
- ☐ Las conexiones mediante soldadura exotérmica también se utilizan para conexiones subterráneas aisladas de alto voltaje.
- ☐ Las Conexiones mediante soldadura exotérmica también se emplean en aplicaciones industriales para soldar barras de cobre o de aluminio.

En otras áreas su aplicación ha sido:

- ☐ Desde sus inicios en 1938 se **empleo** para soldar uniones señalizadoras de aleación de cobre a los rieles en líneas ferroviarias.
- ☐ Para mediados de 1940, fue utilizado para soldar alambres protectores catódicos a las tuberías.
- ☐ En tuberías de transporte de gas y petróleo a alta presión para mayores detalles ver la norma ASME B31.4 y B31.8
- ☐ Para reparaciones de matriceria y troqueles
- ☐ Para rellenos de piezas metálicas
- ☐ Otras

COMPARACION ENTRE SISTEMAS DE CONEXION

Cuando comparamos los sistemas existentes para realizar conexiones eléctricas debemos realizar el análisis desde un punto de vista técnico, es importante destacar que el sistema de soldadura exotérmica surge como necesidad de mejorar los distintos tipos de conexiones existentes, como ya hemos tratado la soldadura exotérmica produce una unión o conexión, de rendimiento superior a la de los conectores mecánicos a presión y contacto, conexiones de superficie a superficie, o a las conexiones mediante abrazaderas. Debido a su unión molecular, la conexión mediante soldadura exotérmica no se aflojará, desajustará o se corroerá, aportando así que no se incremente la resistencia del empalme, durante toda la vida útil de la misma, aún bajo las peores condiciones de operación.

Gracias a las múltiples ventajas que presentan los empalmes mediante soldadura exotérmica, la tendencia de hoy en día es hacia el reemplazo de los métodos alternativos que proveen menor calidad y por lo general mayor precio.

Entre los métodos alternativos existentes para realizar conexiones eléctricas a la soldadura exotérmica se encuentran:

1. Método por abrazaderas
2. Conectores atornillados
3. Conectores sujetos con pernos
4. Conectores sujetos por engarce
5. Conectores a compresión

Estos métodos no permiten efectuar conexiones a superficies metálicas planas o circulares, entre conductores o entre conductores y barras, de acuerdo a la necesidad.



En todos los métodos anteriormente enunciados el operador debe infringir un determinado torque o apriete a los tornillos o pernos para realizar el ajuste pertinente, no obstante, de la precisión de este ajuste depende la calidad de la conexión, si el operador no realiza el trabajo con la herramienta adecuada la conexión dará problemas a futuro.

El tamaño de un conductor para un sistema de puesta a tierra se basa en la magnitud y duración máxima de la corriente de falla disponible y por supuesto del método de conexión que se utilice.

En la normativa *Lineamientos para la seguridad en la toma a tierra de corriente alterna en subestaciones* de la IEEE Std 80-1988, se utiliza una fórmula de fusión como base para la selección del tamaño mínimo del conector, para evitar su fusión (derretimiento) cuando se hagan presentes las fallas. Esta fórmula se puede simplificar hasta expresarla como sigue:

$$A = K \times I / S$$

En donde:

A = Tamaño del conductor en mils circulares

K = Constante

I = Corriente de falla RMS en amperes

S = Tiempo de falla en segundos.

Tomando como base una temperatura ambiente estándar de 40°C.

TABLA VALORES DE LA CONSTANTE "K"			
TEMP máxima	COBRE S.D	Aleación de cobre DSA 40%	Aleación de cobre DSA 30%
1083°C	7,01	10,46	12,04
450°C	9,18	13,74	15,87
350°C	10,10	15,13	17,46
250°C	11,65	17,47	20,17

De la normativa Std 80-1986 de la IEEE, hemos tomado las temperaturas listadas para cada material que aparecen en la tabla anterior, las mismas se especifican para ser utilizadas en las distintas alternativas de conexiones:

TABLA VALORES DE TEMPERATURA	
Conectores a presión	250 a 350°C*
Conectores por abrazaderas	450°C
Conexiones soldadas exotérmicamente	1083°C
* Salvo aquellas que han sido probadas y aprobadas según los requisitos IEEE Std 837-1989.	

TABLA DE TAMAÑOS RELATIVOS DEL CONDUCTOR				
conductor	Conexiones con soldadura exotérmica	Conexiones con abrazaderas	Conexiones a presión	
			Temperatura 250 °C	Temperatura 350 °C
		+31%	+41%	+66%
normal	normal	normal	normal	normal

Para comprenderlo antes expuesto observemos el siguiente ejemplo:

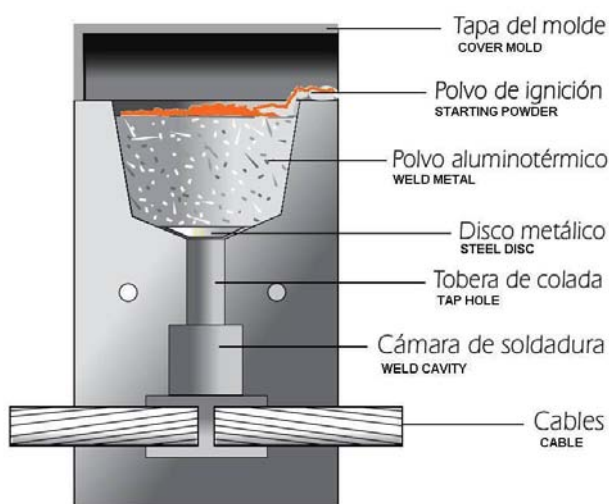
Supongamos que requerimos un conductor que pueda soportar 25 kA durante 2 segundos de falla, para este ejemplo en la tabla a continuación colocaremos los resultados calculados y el calibre comercial. Es importante destacar que el calibre comercial es el tamaño del cable que al final instalaremos.

EJEMPLO DE APLICACION		
TIPO DE CONEXIÓN UTILIZADA	Calibre de conductor Kcmil	
	Calculado	Comercial
Soldadura exotérmica	246	250
Abrazaderas	322	350
A presión (temperatura 250°C)	357	350
A presión (temperatura 350°C)	408	400

Materiales y equipos para puesta a tierra

MOLDES PARA SOLDADURAS EXOTERMICAS

La reacción exotérmica de cobre, se lleva a cabo en un molde especialmente diseñado y fabricado en grafito de alta calidad, en la figura se pueden observar las partes que conforman este molde.



El molde esta compuesto por las siguientes partes:

- ☐ Placa de características e identificación fabricante
- ☐ Tapa del molde
- ☐ Crisol o cámara de reacción para almacenar los materiales que reaccionan.
- ☐ Conducto o tobera de colada que conecta el crisol o cámara de reacción con la cavidad de soldado.
- ☐ Cavidad de soldado o cámara de soldadura donde se alojara los conductores o materiales a soldar.
- ☐ Orificios para la colocación de los alicates de manipulación del molde.

El molde esta planteado para permite un libre flujo del metal fundido a todas las secciones del crisol. De igual forma el crisol esta diseñado para permitir una remoción sencilla del molde de la unión terminada para incrementar su vida útil. Esta vida útil del molde tiene un promedio de unas 50 operaciones dependiendo de los cuidados y el mantenimiento que reciba.

En un molde el máximo esfuerzo mecánico se localiza en los orificios por donde se colocan los cables, debido a que, en cada unión, se utilizan conductores que se consideran redondos, se golpean las esquinas con las puntas del conductor, etc.

En muchas ocasiones, el operador utiliza conductores o cables recubiertos de cobre con alto grado de oxidación o impurezas para sus sistemas de puesta a tierra. Debido a la oxidación tan avanzada, en la mayoría de los casos no es posible llevar a cabo una buena limpieza. Por lo que el uso de los moldes normales bajo estas circunstancias no daría resultados no muy satisfactorios. Para estos casos, se recomienda el uso de moldes para servicio pesado o rudo, los cuales utilizan un cartucho de soldadura metálica con mayor contenido que el empleado en el molde normal para una misma aplicación.

El calor de la reacción con estos moldes no se incrementa pero si se prolonga por un periodo mayor, permitiendo que se quemen todos los vestigios de oxidación que no fueron removidos. La unión que se obtiene es por supuesto de mayor tamaño que la de un molde normal.

Se puede tener la impresión que la corriente de falla teórica calculada para el sistema de puesta a tierra pueda ser un poco más elevada de la calculada y por ende opte por emplear moldes para servicio pesado en lugar de los normales de forma de conseguir una masa mayor de metal en la conexión. Esto no es necesario, las pruebas en laboratorios han demostrado que se funde el conductor y no la conexión realizada con moldes normales, por lo tanto esta aplicación solo incrementaría el costo de la misma.

Tampoco debe esperarse que el uso de un molde normal como un molde para servicio pesado es posible simplemente manipulando cartuchos de soldadura exotérmica más grandes.

Para incrementar la vida útil de los moldes, se pueden instalar desde la fábrica, platos de refuerzo en los orificios de destinados al ingreso de los conductores o cables. Estos pueden ser suministrados en todos los moldes para cables de 70 mm² y mayores.

BARRAS DE ACERO RECUBIERTAS DE COBRE

Los primeros sistemas de puesta a tierra se realizaron con barras de cobre puro, sin embargo, presentaban inconvenientes al momento de clavar o querer enterrar las varillas, ya que el cobre al no tener una suficiente resistencia mecánica, se deformaba, sin lograr la penetración requerida en el suelo. Para solventar esta situación la marca cooperweld americana, patentó la varilla que en la actualidad lleva su nombre, que consiste en una varilla de acero de alta calidad recubierta de una capa o película de cobre, obteniendo resultados muy satisfactorios tanto en resistencia mecánica como en conductividad, esta barra esta basada en el efecto pelicular de la corriente ya que las corrientes de disipación por el efecto conocido como pelicular, tienden a circular por la superficie de los conductores en este caso la barra o mas concretamente por la película de cobre que la recubre.

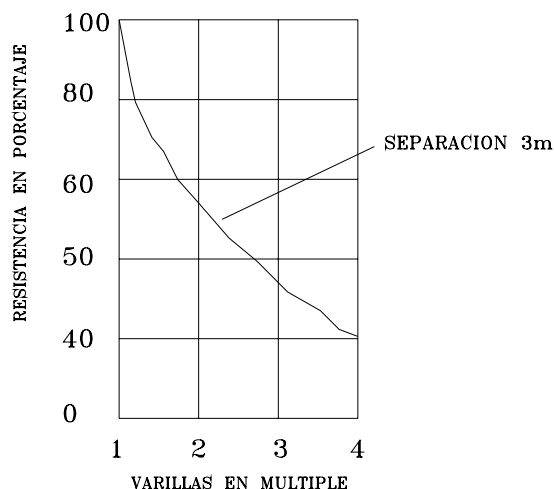
Esta varilla es una de las más usadas, ya que es de bajo costo de material. Este tipo de electrodos tiene generalmente una longitud de 3.05 metros y un diámetro de 16 milímetros. Esta varilla se debe enterrar en forma vertical y a una profundidad de por lo menos 2.4 metros, esto por norma. También por norma se acepta que la varilla vaya enterrada en forma horizontal, siempre y cuando sea en una zanja de mínimo 80 cm de profundidad, pero no es muy recomendable. La barra cooperweld no tiene mucha superficie de contacto, pero gracias a su longitud, le es posible un contacto con el pasadito tierra húmedas, donde se obtiene un bajo valor de resistencia.

Además de lo difícil de clavar las barras de puro cobre en un terreno duro, su costo en relación a una barra de acero recubierta de cobre tipo cooperweld tiene una proporción aproximada de 3 a 1.

Como las tierras con baja resistencia son muchas veces difíciles de obtener. El uso de barras cooperweld enterradas en el suelo constituye el medio más conveniente de obtener una conexión apropiada a tierra. La forma como sean dispuestas y la cantidad de barras enterradas van en función del tamaño de la

estación y de la naturaleza de su suelo. Los mejores suelos para una mallada de tierra son los húmedos y pantanosos y le siguen en calidad la arcilla o el barro arcilloso. Por el contrario, la arena y los suelos arenosos son de alta resistencia y hacen más difícil obtener conexiones de baja resistencia.

Para lograr una resistencia baja el número de barras colocadas es fundamental. Lo ideal es enterrar 4 barras copperweld preferentemente de 5/8" y 2.4m de longitud. En la figura se puede apreciar los valores de resistencia de un suelo en función de la cantidad de barras enterradas.



Variación de la resistencia del suelo con el número de barras

Otra práctica utilizada para mejorar la resistencia que presenta el suelo es tratar convenientemente el mismo, no con los métodos tradicionales que con consiste en agregar sal y carbón, ya que con esto se forman fácilmente sulfato de cobre y la barra copperweld se estropeará fácilmente.

Actualmente en el mercado del ramo se puede adquirir productos químicos para tratamientos del suelo que no deterioran la barra copperweld. Adicionalmente se obtiene mejorando sus valores que presentan valores de resistencias medidas de 30 ohmios, reduciéndolos a menos de 5 ohmios.

PROCESO DE UNA SOLDADURA EXOTERMICA

El proceso de conexiones exotérmicas se caracteriza por su simplicidad y eficacia, siendo recomendable para la soldadura de cobre, cobre acero y acero acero. No requiere fuente externa de energía, ya que utiliza

altas temperaturas resultantes de la reacción química de los materiales utilizados.

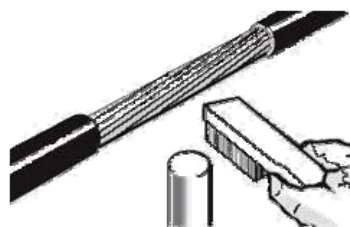
Es ideal para utilizar en el campo porque además de ser un equipo liviano y portátil garantiza una conexión perfecta, rápida, permanente eximiendo de mantenimiento y mano de obra especializada.

La reacción se lleva a cabo en el crisol o cámara de reacción en donde estarán almacenados los materiales que reaccionan, se parada del conductor o tobera por medio de un disco de metal que se derrite y permite que el metal de soldadura fundido corra hacia abajo, pasando a través del conductor o tobera hacia la cavidad de soldado o cámara de soldadura, donde se encuentran alojados los conductores o materiales a soldar.

El metal de soldadura derretido funde los extremos de los conductores o materiales a soldar y se solidifica rápidamente, creando la conexión soldada.

A continuación se presenta la secuencia o pasos a seguir para lograr un buen empalme entre conductores eléctricos.

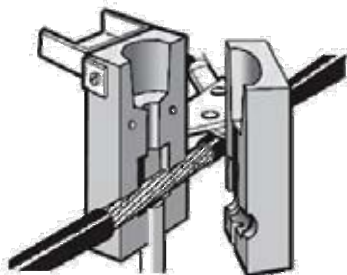
- Paso 1** Si el cable dispone de aislamiento, eliminarlo en una longitud de 15 cm. Utilizando la herramienta apropiada, cepillar las partes metálicas a soldar para eliminar todo resto de óxido o suciedad



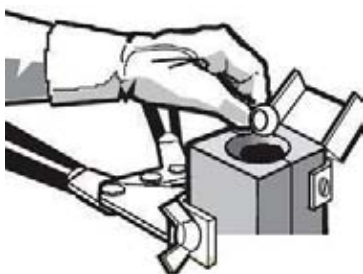
- Paso 2** Antes de realizar la primera soldadura, es imprescindible precalentar el molde con una llama durante unos minutos. De esta forma, se eliminará cualquier humedad existente en el molde y se evitarán las soldaduras porosas.



- Paso 3** Abrir el molde separando los mangos del alicate. Para la colocación de los cables, barras u otros elementos a soldar dentro del molde, sigan el instructivo de cada caso y/o consulte al personal técnico de GEDISA.



Paso 4 Cerrar el alicate del molde y bloquearlo en dicha posición para evitar fugas de metal fundido durante el proceso de soldadura. Colocar el disco metálico adecuado con la parte cónica hacia abajo en el fondo de la tolva de forma que pueda obturar el orificio de colada.



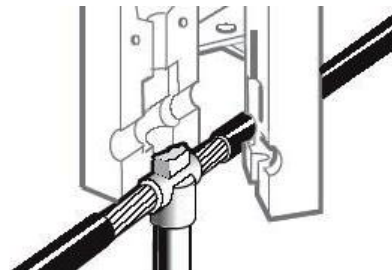
Paso 5 Abrir el cartucho recomendado para el tipo de conexión a realizar y vaciar el contenido de polvo para soldadura en el crisol o cámara de reacción del molde.



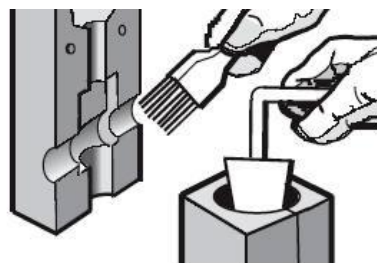
Paso 6 Cerrar la tapa del molde. Accionar el fósforo ignitor e introducirlo a la cámara de reacción del molde. Esperar unos momentos mientras se desarrolla la reacción provocada por la reducción del óxido de cobre por el aluminio.



Paso 7 Esperar unos minutos antes de proceder a abrir el molde. Abrir completamente para poder extraer la soldadura. Durante esta operación tenga un especial cuidado en no dañar el molde de grafito.



Paso 4 Elimine la escoria de la tolva, del orificio de colada y la tapa del molde con el rascador de moldes. Limpiar los restos de suciedad de la cámara de soldadura con una brocha. Si el molde se mantiene todavía caliente, puede hacer una nueva soldadura sin precalentarlo.



Preparación de los materiales y equipos para una soldadura exotérmica

PREPARACION DE CONDUCTORES O CABLES

A pesar de que todos los elementos que integran una conexión eléctrica son importantes, los conductores o cables revisten un especial cuidado, para conseguir una perfecta soldadura el cable o conductor deberá estar perfectamente limpio, seco y conformado. Conformado se refiere a su forma geométrica circular, que no este deformado.

Un cable húmedo, recubierto de barro, polvo o con vestigios de suciedad provocará una soldadura porosa y proyecciones de metal fundido fuera del molde. Para eliminar la humedad que pudiera estar presente en los conductores se deberá secar mediante una llama que pueda ser regulada emanada de un equipo adecuado para este fin. Para eliminar los restos de barro o polvo cepillar los conductores siguiendo la línea de sus hilos teniendo cuidado de no desentorcharlos.

Muchas veces nos encontramos cables tratados con aceite o grasa en su proceso de instalación o por cualquier otra razón, en este caso se deberán limpiar con un desengrasante preferentemente un disolvente que seque rápidamente y sin dejar residuos. En casos extremos ca lentar el cable con una llama hasta eliminar totalmente la grasa o aceite.

Cuando se emplea cables reciclados o hayan estado expuestos a la intemperie generalmente presentan oxidación o rasgos de la misma. En estos casos los cables se deben pulir con un cepillo metálico hasta eliminar cualquier vestigio de óxido.

Una de las causas del deterioro de los moldes de grafito lo genera en los cables mal cortados o con deformaciones en su geometría, debido a que impedirán el cierre correcto del molde, provocando fugas de metal fundido y el esfuerzo para el cierre se concentra solo en zonas del molde que tienden a perder su configuración.

PREPARACION DEL MOLDE DE GRAFITO

La humedad en el molde provoca una soldadura porosa; por tanto deberá estar completamente seco en el momento de realizar cualquier soldadura.

Antes de realizar la primera soldadura, se calentará el molde hasta que su temperatura no pueda soportarse al tacto. Para eliminar la humedad que pudiera estar presente en el molde se deberá secar mediante una llama que pueda ser regulada emanada de un equipo adecuado para este fin o quemando un cartucho, en este último, se deberá realizar con cuidado de no dañar la tenaza o alicate que se emplea para su cierre.

Se debe tener precaución en la ejecución del proceso para no encender materiales inflamables que puedan estar cercanos al área. De igual forma, los moldes húmedos pueden producir una reacción explosiva debido a la rápida vaporización de la humedad. El excesivo calor en los moldes también los expone a daños por fuego.

Para las soldaduras sucesivas, el calor desarrollado entre cada aplicación mantendrá el molde a la temperatura correcta, si el intervalo entre ellas fue prolongado y provocase el descenso de la temperatura, deberá reiniciarse el proceso precalentando el molde. Esto sobre todo en zonas de alta humedad.

PREPARACION DE LAS BARRAS COPPERWELD

El extremo de la barra copperweld sobre el cual se realice la soldadura, deberá estar perfectamente limpio, seco y exento de deformaciones al igual que lo indicado para los cables.

Una barra recubierta de barro, polvo o con vestigios de suciedad en la zona por donde se realizará la conexión, provocará una soldadura porosa y proyecciones de metal fundido fuera del molde. Para eliminar los restos de barro o polvo se deberá cepillar

la zona de conexión de la barra hasta que quede pulida y libre de cualquier vestigio de impurezas.

Para evitar el deterioro de los moldes de grafito por barras copperweld con deformaciones en su geometría debido a que son golpeadas generalmente por el extremo por donde se realizará la conexión, es recomendable practicar un corte en la sección afectada siempre que sea posible o la deformación sea muy pronunciada. Recuerde que estas deformaciones impedirán el cierre correcto del molde, provocando fugas de metal fundido y el esfuerzo para el cierre se concentra en zonas del molde que tienden a perder su configuración.

PREPARACION DE LAS SUPERFICIES DE ACERO

La superficie deberá estar libre de óxido, seca y plana.

En caso de que la superficie esté oxidada, con residuos de pintura, grasa o suciedad, para limpiarse se puede recurrir a distintos métodos para remover estas impurezas, tales como: el esmeril eléctrico, cepillado manual, frotación por pliegos de lija, entre otros.

Para eliminar la humedad que pudiera estar presente en la superficie metálica se deberá secar mediante una llama que pueda ser regulada emanada de un equipo adecuado para este fin. Las superficies galvanizadas se limpiarán sin necesidad de eliminar la capa de zinc.

NORMATIVAS PARA SOLDADURAS EXOTERMICAS

La primera norma a consultar sobre conexiones a través de soldadura exotérmica es por supuesto el CEN (Código Eléctrico Nacional). Según la Sección 250, el uso de soldaduras exotérmicas se permite para varias aplicaciones. La intención de soldadura exotérmica se hizo necesaria puesto que el código normalmente permite sólo los medios de toma a tierra que estén listados. Ya que la soldadura exotérmica no puede incluirse en tal lista, se menciona la misma por su nombre para garantizar la aprobación de los inspectores locales. Estas disposiciones se pueden observar en las secciones 250-81, 250-91, 250-113 y 250-115.

Esta norma establece que las conexiones exotérmicas, instaladas adecuadamente, equivalen al propio conductor. Además explica que otros conductores deben ser prorrateados o calificados según pruebas esbozadas en IEEE Std 837-1989. Otras partes de IEEE Std 80 también hacen referencia a las conexiones exotérmicas para el sistema de toma a tierra.

PUESTA A TIERRA

La importancia de entender el comportamiento de la electricidad y cuáles son sus aplicaciones, hoy en día es un hecho que todas las personas se ven involucradas de cualquier modo con electricidad tanto en sus casas como en el trabajo.

Nos enfocaremos solo a una parte muy importante de las protecciones de electricidad como son las protecciones de puesta a tierra. Como veremos más adelante existen normas que regulan la importancia de la puesta a tierra y tienen por misión entregar parámetros a los usuarios para asegurar una buena puesta a tierra. También se conocerán conceptos básicos como son los términos y lenguaje de esta parte de la electricidad.

Sabiendo la importancia de la puesta a tierra de protección y de servicio, es que ha existido la importancia de mejorar las puestas a tierra debido que influye mucho las condiciones climáticas, y en todo momento se entiende que una puesta a tierra varía tanto por aspectos del terreno y las condiciones propias que constituyen un problema para medir y obtener una buena puesta a tierra. Esto es por nombrar algunas condiciones de dificultad que se encuentra en la realidad. Debido a lo antes mencionado es que surge la necesidad de crear mejores puestas a tierra y mejores instrumentos que midan la tierra en donde se va a instalar una puesta a tierra.

Objetivos del sistema de puesta a tierra:

- ☐ Habilitar la conexión a tierra en sistemas con neutro a tierra.
- ☐ Proporcionar el punto de descarga para las carcacas, armazón o instalaciones.
- ☐ Asegurar que las partes sin corriente, tales como armazones de los equipos, estén siempre a potencial de tierra, aun en el caso de fallar en el aislamiento.
- ☐ Proporcionar un medio eficaz de descargar los alimentadores o equipos antes de proceder en ellos a trabajos de mantenimiento.

Una eficiente conexión a tierra tiene mucha importancia por ser responsable de la preservación de la vida humana, maquinarias, aparatos y líneas de gran valor. Muy importante es insistir y exigir a una instalación a tierra, eficaz y adecuada a su servicio para seguridad, buen trabajo y preservación.

Al estudiar una instalación a tierra es necesario conocer las características de la línea, la intensidad y tensión a la que puesta se requiere. Conocer el

funcionamiento de los electrodos en sus resistencias al paso de la corriente eléctrica.

Definiciones y conceptos básicos

Tierra de Protección. Los sistemas eléctricos se conectan a tierra con el fin de limitar la tensión que pudiera aparecer en ellos, por estar expuestos a descargas atmosféricas, por interconexión en casos de fallas con sistemas de conexiones superiores, o bien, para limitar el potencial máximo con respecto a tierra, producto por la tensión nominal del sistema. Este tipo de conexión se denominará Tierra de Servicio.

Tierra de Servicio. Los equipos eléctricos se conectan a tierra para evitar que la carcasa o cubierta metálica de ellos represente un potencial respecto de tierra que pueda significar un peligro para el operario u usuario del equipo. Este tipo de conexión a tierra se denominará Tierra de Protección.

Tierra de Referencia. Se entiende por tierra de referencia a la tierra que se le asigna potencial.

Electrodo de Tierra. Se entiende por electrodo de tierra a un conductor (cable, barra, tubo, placa, etc.) enterrado en contacto directo con la tierra o sumergido en agua que este en contacto con la tierra.

Mallas de Tierra. Es un conjunto de electrodos unidos eléctricamente entre sí.

Conexión a Tierra. Es la conexión eléctrica entre una malla o electrodo en tierra y una parte exterior. Las partes de conexiones a tierra no aisladas y enterradas, se consideran como parte de la malla de electrodo.

Poner a Tierra. Cuando un equipo o instalación está conectado eléctricamente a una malla o electrodo a tierra.

Resistividad de un Terreno. Es la relación entre la tensión de la malla con respecto a tierra de referencia y la corriente que pasa a tierra a través de la malla.

Gradiente Superficial. Es la diferencia de potencial que existe entre dos puntos de la superficie del terreno o del agua, distante entre sí en 1 m.

Diferencias entre la conexión de tierra y neutro

Un error común en la conexión de un equipo o en la transmisión de tensión en un conducto es la confusión entre tierra (GND) y neutro (N). Aunque idealmente estos dos terminan conectados en algún punto a tierra, la función de cada uno es muy distinta. El cable de neutro es el encargado de la transmisión de corriente y el conductor de tierra es una seguridad primaria de los equipos contra el shock eléctrico. Identificarlos como si cumplieran la misma función sería anular la seguridad de tierra contra el shock eléctrico.

En el hipotético caso se tome el neutro y tierra como la misma cosa, cuando el cable de tierra se corte o interrumpa, la carcasa de los equipos que están conectados a esta tierra-neutro tendrá el potencial de línea y así toda persona o ser que tenga contacto con ello estará expuesta a una descarga eléctrica.

TIPOS DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

De acuerdo a su aplicación los sistemas de puesta a tierra son:

- Puesta a tierra para sistemas eléctricos.*
- Puesta a tierra de los equipos eléctricos.*
- Puesta a tierra en señales electrónicas.*
- Puesta a tierra de protección electrónica*
- Puesta a tierra de protección atmosférica*

Puesta a tierra para sistemas eléctricos. El propósito de aterrar los sistemas eléctricos es limitar cualquier voltaje elevado que pueda resultar de rayos, fenómenos de inducción o de contactos no intencionales con cables de voltajes más altos.

Esto se realiza mediante un conductor apropiado a la corriente de falla a tierra total del sistema, como parte del sistema eléctrico conectado al planeta tierra.

Puesta a tierra de los equipos eléctricos. Su propósito es eliminar los potenciales de toque que pudieran poner en peligro la vida y las propiedades, de forma que operen las protecciones por sobrecorriente de los equipos.

Utilizado para conectar a tierra todos los elementos de la instalación que en condiciones normales de operación no están sujetos a tensiones, pero que pueden tener diferencia de potencial con respecto a tierra a causa de fallas accidentales en los circuitos eléctricos, así como los puntos de la instalación eléctrica en los que es necesario establecer una conexión a tierra para

dar mayor seguridad, mejor funcionamiento y regularidad en la operación y en fin, todos los elementos sujetos a corrientes eléctricas importantes de corto circuito y sobretensiones en condiciones de falla.

Generalmente la resistencia a tierra en cualquier punto del sistema, no debe ser mayor a 10 Ohms. Para la conexión a tierra de los equipos, se instalan en los edificios, una barra de cobre electrolítico de dimensiones adecuadas, instaladas a unos 60 cm sobre el nivel de piso con una leyenda indicativa, que es de uso exclusivo para el sistema de fuerza en las concentraciones de tableros de cada piso.

Puesta a tierra en señales electrónicas. Para evitar la contaminación con señales en frecuencias diferentes a la deseada. Se logra mediante blindajes de todo tipo conectados a una referencia cero o a tierra.

Puesta a tierra de protección electrónica. Para evitar la destrucción de los elementos semiconductores por sobre voltajes, se colocan dispositivos de protección de forma de limitar los picos de sobre tensión conectados entre los conductores activos y tierra.

La puesta a tierra de los equipos electrónicos y de control, consta de una serie de electrodos instalados remotamente al edificio. En el interior se instala una barra de cobre electrolítico de dimensiones adecuadas montada a 2.60 metros sobre nivel de piso terminado con una leyenda indicativa, que es de uso exclusivo para el sistema de electrónica.

La resistencia a tierra máxima en este sistema debe ser de unos 2 Ohms, cuando no se alcanza la resistencia deseada, se instala algún elemento químico para reducir la resistividad del terreno y alcanzar así, la resistencia a tierra requerida.

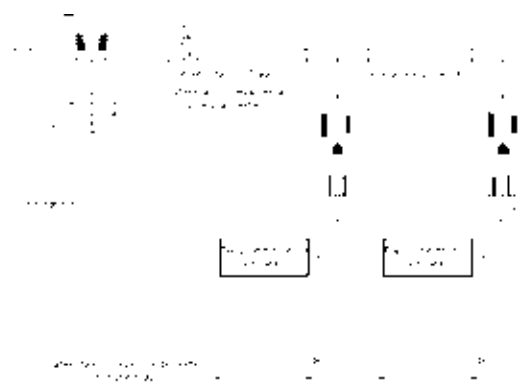


Figura 1 puesta a tierra de equipo electrónico

Puesta a tierra de protección atmosférica. Como su nombre lo indica, se destina para drenar a tierra las corrientes producidas por descargas atmosféricas (RAYOS) sin mayores daños a personas y propiedades. Se logra con una malla metálica igualadora de potencial conectada al planeta tierra que cubre los equipos o edificios a proteger o se conforma con electrodos tipo copperweld y cable tipo pararrayos de cobre Clase 1 de 27 hilos.

La distancia del edificio con respecto al sitio donde se entierre el electrodo, no debe ser inferior a 2,50 metros y debe quedar totalmente aislado de los sistemas de tierras para fuerza y para electrónica.

La resistencia a tierra en cualquier punto del sistema, no debe ser mayor a 10 ohms, para lo cual en caso necesario, se implementarán arreglos de electrodos en Delta y/o un agregado de elementos químicos para reducir la resistividad del terreno, recomendados por el CEN en el artículo 250-83.

Puesta a tierra de protección electrostática. Sirve para neutralizar las cargas electroestáticas producidas en los materiales dieléctricos. Se logra uniendo todas las partes metálicas y dieléctricas, utilizando el planeta tierra como referencia de voltaje cero.

Como pudo apreciar anteriormente cada sistema de tierras debe cerrar únicamente el circuito eléctrico que le corresponde.

Puesta a tierra para sistemas eléctricos.

Los sistemas eléctricos se conectan a tierra con el fin de limitar la tensión que pudiera aparecer en ellos, por estar expuestos a descargas atmosféricas, por interconexión en casos de fallas con sistemas de conexiones superiores, o bien, para limitar el potencial máximo con respecto a tierra, producido por la tensión nominal del sistema. Este tipo de conexión se denominará Tierra de Servicio.

Se conectarán a tierra los elementos de la instalación necesarios como ser:

- ☐ Los neutros de los transformadores, que lo precisen en instalaciones o redes con neutro a tierra de forma directa o a través de resistencias o bobinas.
- ☐ El neutro de los alternadores y otros aparatos o equipos que lo precisen.
- ☐ Los circuitos de baja tensión de transformadores de medida.

- ☐ Los limitadores, de cargadores, automatismos, pararrayos, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.
- ☐ Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

Los equipos eléctricos se conectan a tierra para evitar que la carcasa o cubierta metálica de ellos represente un potencial respecto de tierra que pueda significar un peligro para el operario u usuario del equipo. Este tipo de conexión a tierra se denominará Tierra de Protección.

La posibilidad de que ciertas partes de una instalación, que normalmente están sin tensión, puede quedar con una tensión con respecto a la tierra por fallas de aislamiento, se debe evitar conectando todas las partes metálicas con las que pueda una persona entrar en contacto y que no debe estar normalmente con tensión. Según la presente norma, se entiende por tierra de protección la puesta a tierra de toda pieza conductora que no forma parte del circuito, pero que en condiciones de falla puede quedar energizada.

Se pondrán a tierra las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones.

Salvo se indique lo contrario, se pondrán a tierra los siguientes elementos:

- ☐ Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- ☐ Los envoltorios de los conjuntos de armarios metálicos.
- ☐ Las puertas metálicas de los locales.
- ☐ Las vallas y cercas metálicas.
- ☐ Las columnas, soportes y pórticos.
- ☐ Las estructuras y armaduras metálicas de los edificios que contengan instalaciones de alta tensión.
- ☐ Los blindajes metálicos de los cables.
- ☐ Las tuberías y conductos metálicos.
- ☐ Las carcasas de transformadores, generadores, motores y otras máquinas.
- ☐ Hilos de guarda o cables de tierra de las líneas aéreas.

En todos los casos donde el conductor de puesta a tierra se encuentre en vías de circulación de personas u animales ajenas a la instalación deberá contar con protección mecánica, evitándose en lo posible el uso de tubos de material de buena permeabilidad magnética.

Puesta a Tierra provisoria:

Cuando se establece tierra provisoria para trabajar en líneas o equipos, debe tener presente que, en general, las Tierras de tirabuzón o la de las estructuras, son tierra de alta resistencia y, por lo tanto, se producen fuertes elevaciones de potencial al circular corriente en ellas. Cuando se ejecutan trabajos de estructuras metálicas conectadas al punto de trabajo para evitar diferencias de potencial. Siempre que el trabajo se ejecute una desconexión operando un equipo o abriendo un puente, debe tenerse en cuenta la posibilidad de alimentación desde cualquier de los lados debe, por lo tanto, colocarse puesta a tierra en cada lado del o los puntos de apertura de los circuitos.

MEDICIONES DE TIERRAS

Las características eléctricas del terreno en el cual se entierran los electrodos de una instalación de tierra es la principal causa de las indeterminaciones que se presentan en el estudio de una instalación. A los efectos del comportamiento eléctricos del terreno nos interesa su resistividad, más estandarizado depende de la naturaleza química de la humedad presente, de la temperatura y de otras causas. No se puede pensar de un tratamiento alítico del problema si no antes considerar un gran número de variables y valoraciones, las cuales dadas las diversas cualidades del terreno, no son de segura determinación.

Podemos aconsejar que el mejor método de afrontar esta situación sea proceder por la vía experimental y de efectuar una serie de mediciones sistemáticas en todas las posibles condiciones.

Se procede a medidas sistemáticas de la resistencia total de instalación de tierra o se busca la resistencia deseada, aumentando el número de electrodos, la profundidad del enterramiento o con otro medio que la practica lo aconseje, se trata de llegar a un valor inferior al máximo, que permita contener el potencial de tierra entre valores adecuados no peligrosos.

Constitución del terreno:

La química del terreno, la cantidad y la calidad de las minerales en el contenido pueden influir de modo notable de su resistividad. Los terrenos lluviosos o arcillosos con adecuadas capas de humos, son aquellos que presentan las resistividades más bajas y las menores variaciones en el tiempo; los terrenos arenosos, pedregosos y rocosos presentan resistividad muy elevada y varían sus características en el tiempo, según la temperatura y la humedad, en límites muy amplios.

En la tabla 1 siguiente están expuestos los valores de la resistividad de los materiales más importantes que construyen los terrenos.

Tabla 1. Resistividad de algunos tipos de materiales interesantes a las instalaciones eléctricas.		
TERRENO	RESISTENCIA (OHM) 5/8 X 1.5 m	RESISTIVIDAD OHM X CM3
	PROM. M/N MAX.	PROM. M/N MAX.
Relleno, ceniza, escoria, desechos de salmuera.	14 3.5 42	2.370
Arcilla, pizarra, suelo pedregoso, marga.	24 2 98	4.060 340
FUDEM con proporciones variables de arena y ripio.	93 6 800	15.800 1.000 135.000
Ripio, arena, piedras con pequeñas cantidades de arcilla, marga.	554 35 2.700	94.000 59.000 458.000

Los materiales que tienen en los más altos valores de resistividad se pueden considerar como aislante, y los materiales que tienen los más bajos valores de resistividad como conductores no presentando problemas de dimensionamiento de los electrodos, mientras que si originan problemas de protección personal. Así se desprende de esta tabla que un sistema de tierra que será completamente adecuado en terrenos de arcilla, puede ser casi inservible en terrenos arenosos. También se ha observado que muestras de tierra de la misma clase, pero de diferentes lugares tienen distinta resistividad, la que puede variar hasta por un factor de 200 a 300%. De esto se concluye que el problema de tierra está estrictamente relacionado con el tipo particular de tierra en el cual debe efectuarse la conexión a tierra.

LA TIERRA Y LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO

Como hemos comentado previamente el término "resistividad de tierra" expresado en centímetros ohm es una variable básica que afecta la resistencia a tierra de un sistema de electrodos. Pero se encontró que el valor real de la resistividad de la tierra no necesita medirse para verificar la resistencia de tierra del electrodo. Las mediciones de resistividad de tierra pueden emplearse convenientemente para prospecto geofísico. Las mediciones también pueden emplearse para determinar la profundidad de la roca. Las mediciones de la resistividad de la tierra también son útiles para encontrar la mejor ubicación y profundidad para electrodos de baja resistencia. Tales estudios se realizan, cuando se van a construir unidades eléctricas nuevas tales como: estación generadora, subestación, torre de transmisión y central telefónica. Finalmente, se puede utilizar la resistividad de la tierra para indicar el grado de corrosión que se espera en tuberías subterráneas de agua, petróleo, gas, etc.

TIENEN EFECTOS LA HUMEDAD Y TEMPERATURA SOBRE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO.

Indudablemente que si, la resistividad del terreno esta muy influenciada primordialmente por la humedad y en menor medida no menos importante por su temperatura, son tan significativos estos efectos, que la resistencia del terreno disminuye con el aumento de la humedad y con el incremento de la temperatura. El conocimiento de la acción de la humedad y temperatura sobre la resistencia del electrodo para puesta a tierra resulta indispensable para que una instalación de tierra conserve en el tiempo sus características.

EFECTOS DE LA HUMEDAD Y SALES DISUELTAS SOBRE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO

Para los efectos prácticos el resultado de la resistencia por la acción de la humedad y la temperatura nos obliga a mantener presente oportunos coeficientes para la determinación de la resistencia que debemos asignar a los electrodos con el fin de un buen funcionamiento en las instalaciones a tierra. Se podría omitir el factor de temperatura, para no efectuar tanto la influencia de la humedad en el terreno. Otra causa de imprecisión en el conocimiento de la resistencia del terreno es la variación de valores de esta magnitud, cuando se pasa de capas superficiales o capas profundas, sobre todo, cuando se usa el electrodo cilíndrico de distinta naturaleza y resistividad.

Las variaciones de resistividad con la profundidad puede ser modificada debido a los estratos de humedad del terreno, cuando por ejemplo, después de un largo periodo de sequía, un temporal humedece la capa superficial del terreno, dejando seca la capa inferior, la mayor parte de la corriente que eventualmente se distribuye hacia los dispersores, eligiendo un camino de menor resistencia, influirá únicamente la capa superficial, creando alrededor de los dispersores peligrosas gradientes superficiales. En el terreno, la conducción de corriente es principalmente electrolítica. Por tanto, la cantidad de humedad y el contenido de sales del terreno afectan radicalmente su resistividad. La cantidad de agua en el terreno varía, por supuesto, con el clima, época del año, la naturaleza del sub suelo y la profundidad del manto freático permanente.

En la Tabla 2 *Efecto de la humedad en la resistividad del Terreno*, se exhiben los efectos típicos del agua sobre el terreno, en ella se puede observar que al estar secos en ambos tipos de terreno las resistividades son alrededor de 1000 Megaohm -cm, siendo buenos aislantes. Con un contenido de humedad del 30%, sin embargo, se aprecia un decrecimiento drástico en la resistividad del terreno que se puede determinar por un factor de alrededor de 100,000 veces del valor original.

TABLA 2 Efecto de la humedad en la resistividad del Terreno		
CONTENIDO DE HUMEDAD % POR PESO RESISTIVIDAD OHM-CM	TERRENO SUPERFICIAL	ARCILLA ARENOSA
0.0	1,000 x 10 ⁶	1,000 x 10 ⁶
2.5	250,000	150,000.0
5.0	165,000	43,000
10	53,000	22,000
15	21,000	13,000
20	12,000	10,000
30	10,000	8,000

Tenga presente que el agua pura tiene una resistividad infinitamente alta. Las sales presentes en forma natural en el terreno o disueltas en agua, bajan la resistividad del terreno.

Si analizamos en forma análoga a la de la humedad los efectos que causan las sales en el terreno, podemos percibir que basta con una pequeña cantidad de una sal para reducir la resistividad del terreno de manera significativa, observen la tabla 3 Efecto de la sal en la resistividad del terreno. En ella para un 0% de sal la resistividad es de unos 10,7 Kilo ohm -cm, se aprecia un decrecimiento drástico en la resistividad del terreno que se puede determinar por un factor de alrededor de 1000 veces del valor original cuando el terreno tiene un porcentaje del 20%. Este efecto puede ser útil para proporcionar un buen electrodo de baja resistencia, en lugar de un sistema de electrodos elaborado y caro.

TABLA 3 Efecto de la sal en la resistividad del terreno	
% DE SAL AGREGADA POR PESO DE HUMEDAD	RESISTIVIDAD OHM-CM
0.0	10,700
0.1	1,800
1.0	460
5.0	190
10	130
20	100

EFECTOS DE LA TEMPERATURA SOBRE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO.

No se ha recopilado mucha información sobre los efectos de la temperatura. Dos hechos conducen a la conclusión lógica de que un incremento en la temperatura disminuirá la resistividad:

- (1) El agua presente en el terreno principalmente determina la resistividad
- (2) Un incremento en la temperatura disminuye notoriamente la resistividad del agua.

Los resultados que se muestran en la Tabla 4 Efecto de la Temperatura en la Resistividad del Terreno confirman estos hechos. Note que cuando se congela el agua en el terreno, la resistividad salta en forma apreciable; el hielo tiene una resistividad alta. Note también que la resistividad continúa aumentando conforme baja la temperatura por debajo del punto de congelación. Se podría tener un valor realmente alto en los polos terrestres. En la tabla 4, note que una caída de temperatura de 54 grados (de 68 °F a 14 °F) ocasiona un aumento de 50 veces en resistividad.

TABLA 4 Efecto de la Temperatura en la Resistividad del Terreno		
TEMPERATURA		RESISTIVIDAD OHM-CM
C	F	
20	68	7,200
10	50	9,900
0 0 -5	32	13,800
	(agua) 32 (hielo) 23	30,000
		79,000
-15	14	330,000

EFFECTOS DEL TIPO DE SUELO SOBRE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO.

Ya se trate de un suelo mayormente arcilloso o muy arenoso, la resistividad de la tierra puede cambiar mucho. No es fácil definir exactamente a un suelo dado; la arcilla puede cubrir a una amplia variedad de suelos de tal manera que no podemos decir que cualquier suelo dado tiene una resistividad de tantos ohms-cm acompañando las Tablas 5 y 6 desde dos libros de referencia diferentes se muestra el amplio rango en valores. Nótese también la variedad de valores para los mismos tipos generales de suelos.

TABLA 5 RESISTIVIDAD DE DIFERENTES SUELOS			
SUELO	RESISTIVIDAD OHM – CM		
	promedio	MIN	MAX
Rellenos de cenizas, partículas de madera quemadas, desperdicios de agua salada	2,370	590	7,000
Arcilla, rocas de arcilla endurecida, plantas gomosas, suelos ricos compuestos especialmente de arcilla arena y materia orgánica	4,060	340	16,300
Los mismos pero con proporciones variables de arena y grava	15,800	1,020	135,000
Grava, arena, piedras con un poco de arcilla o suelos ricos compuestos especialmente de arcilla arena y materia orgánica	94,000	59,000	458,000

TABLA 6 RESISTIVIDAD DE DIFERENTES SUELOS	
SUELO	RESISTIVIDAD OHM – CM
Suelos de superficie, suelos ricos compuestos especialmente de arcilla, arena y materia orgánica, etc	100-5,000
Arcilla	200-10,000
Arena y grava	5,000-100,000
Caliza superficial	10,000 -1,000,000
Caliza.	500-400,000
Rocas de arcilla endurecida	500-10,000
Arenisca.	2,000-200,000
Granitos, basaltos, etc	100,000
Partículas de rocas formadas de capas de cuarzo, mica, etc.	5,000-50,000
Rocas duras dispuestas en capas delgadas, etc	1,000-10,000

EFFECTOS DE LAS VARIACIONES ESTACIONALES SOBRE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO.

Hemos visto los efectos de la temperatura, la humedad y el contenido de sales en la resistividad del terreno. Es lógico, por tanto, que la resistividad del terreno variará considerablemente en las diferentes épocas del año. Esto es particularmente cierto en aquellos lugares donde hay variaciones extremas de temperatura, lluvia, temporadas secas y otras variaciones estacionales.

De todo el análisis precedente, se puede ver que la resistividad del terreno es una cantidad muy variable. Si se desea saber cual es su valor en un lugar dado en cierta época del año, la única manera segura es medirla. Cuando se utiliza este valor para trabajos de sondeo, el cambio en el valor, ocasionado por cambios en la naturaleza del subsuelo, es el asunto importante; de las variaciones en resistividad se pueden obtener resultados de sondeo importantes.

Otra razón principal de interesarse en la resistividad del terreno es para el diseño de sistemas de electrodos para sistemas eléctricos de potencia, pararrayos y así sucesivamente. La resistencia del terreno no varía directamente con su resistividad y es útil para conocer que factores afecten la resistividad.

MEDICION DE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO

Hay varios métodos para medir la resistividad de las conexiones a tierra, pero todos ellos se asemejan por que en todos se necesitan dos conexiones de tierra auxiliares y de referencia, precisándose además una fuente adecuada de corriente y la exactitud del resultado es una función de la ubicación de las tierras auxiliares o de referencia con respecto a la tierra que se desea medir. Los diferentes métodos pueden clasificarse como sigue:

Métodos de tres puntos:

- ❑ Usando un puente de Whe atstone con corriente alterna o pulsante.
- ❑ Usando un amperímetro y voltímetro con corriente alterna.
- ❑ Usando un amperímetro y un voltímetro con corriente continua.

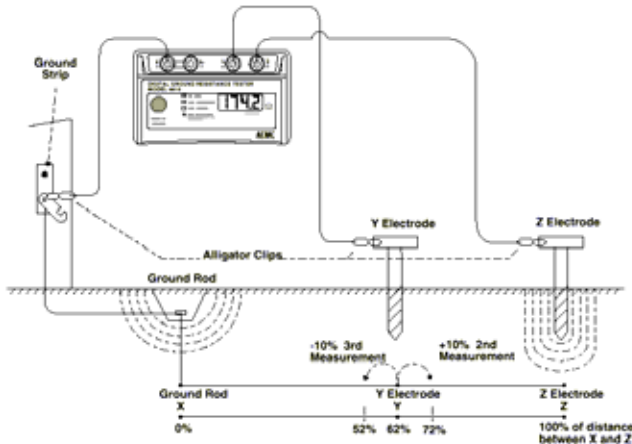


Figura 2

Componentes de la resistencia de tierra en un electrodo de tierra

Método de caída de potencia:

- ❑ Usando un amperímetro y un solo voltímetro con C.A.
- ❑ Usando un amperímetro y un solo voltímetro con C.C.
- ❑ Usando distintos dispositivos de puente y de equilibrio con C.A. o pulsante.

Método de Cuatro Terminales.

Un Instrumento de cuatro terminales es empleado para la resistencia de la tierra, sin embargo este utiliza cuatro electrodos de tamaño pequeño enterrándolos en la mínima cantidad y a distancias iguales entre ellos en una línea recta ver figura 2. Cuatro puntas de prueba separadas conectan los electrodos a las cuatro terminales del instrumento, como se muestra. De aquí que el nombre de esta prueba sea llamado: "Método de Cuatro Terminales".

El Dr. Frank Wenner de la Oficina de la normalización de USA. Desarrollo la teoría basada en esta prueba en 1915, el demostró que si la profundidad del electrodo (B) se mantiene pequeña comparado con la distancia entre electrodos (A), se aplica la siguiente fórmula:

$$\rho = 2\pi AR$$

En donde

ρ es la resistividad promedio del suelo a la profundidad A en ohm-cm,
 π es la constante 3.1416,

A es la distancia entre los electrodos en cm,
 R es la lectura del instrumento MEGGER en ohms.

En otras palabras si la distancia A entre electrodos es 4', usted obtendrá la resistencia de la tierra a una profundidad de 4' como sigue:

1. Convertir los 4' en centímetros para obtener A en la fórmula: $4 \times 12 \times 2.54 \text{ cm} = 122 \text{ cm}$
2. Multiplique $2\pi A$ para obtener la constante para una preparación de prueba dada: $2 \times 3.1416 \times 122 = 766$

Ahora, por ejemplo si la lectura de su instrumento es de 60 ohms, la resistencia de la tierra sería de 60×766 , o sea 45,960 ohms - cm.

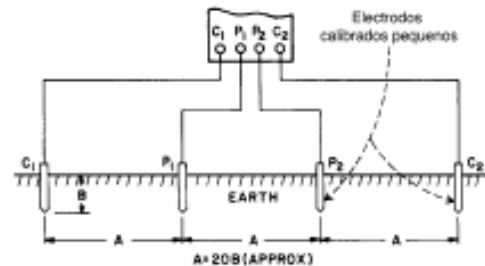


Figura 3

Método de medición de la resistencia de tierra cuatro terminales

Método de caída de potencia

Esta prueba de tres terminales es el método que se describe previamente con referencia a la Figura 4. Con un probador de cuatro terminales, las terminales P1 y C1 en el instrumento son puenteadas y al electrodo de tierra del electrodo bajo prueba. Con un instrumento de tres terminales, conecte X al electrodo a tierra.

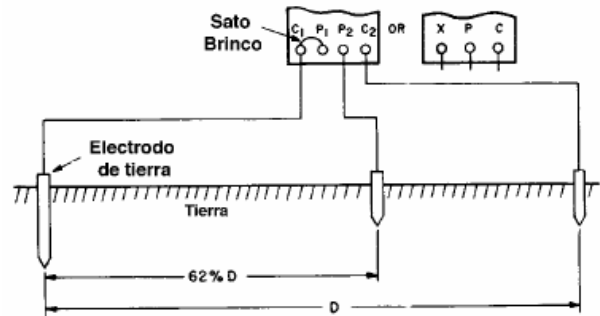


Figura 4

Prueba de resistencia de la tierra por el método de Caída de Potencial o de Tres Terminales

Así como el uso de cuatro terminales es necesario para realizar las mediciones de resistividad, el uso de tres o cuatro terminales es indistinto para las pruebas de la resistencia de un electrodo o varilla ya instalada.

El uso de tres terminales es más conveniente debido a que requiere que un solo conductor sea conectado. Su aceptación considera que la resistencia del conductor común está incluida en la medición. Normalmente, este efecto puede ser minimizado si los requerimientos de las pruebas no son mayores, ya que la pequeña resistencia adicional introducida es casi nula. Si, sin embargo, cuando se realizan pruebas más complejas o se impongan requerimientos más rígidos, puede ser más aconsejable utilizar todos los cuatro terminales, conectando el terminal P1 con el electrodo a ser probado (conectarlo en la varilla después de C1). Esta es una verdadera configuración de prueba de cuatro hilos, la cual elimina todas las resistencias de los cables de conexión desde el equipo.

La precisión que se ha aumentado en las mediciones, pueden resultar significativas cuando se tienen especificadas resistencias muy bajas o se usan métodos que requieren de un dígito adicional para cumplir con requerimientos matemáticos. La medición sin embargo es opcional, y se basa en los objetivos que se persigan al realizar las pruebas y en los métodos que se utilicen. La varilla hincada C de referencia debe colocarse tan lejos del electrodo a tierra como sea práctico; esta distancia puede estar limitada por la longitud de cable de extensión disponible, o la geografía de los alrededores (véase Figura 4).

La varilla P de referencia de potencial es enterrada en un número de puntos aproximadamente en línea recta entre el electrodo a tierra y C. Las lecturas de resistencia son registradas para cada uno de los puntos.

Método de Dos Puntos

Método directo: Cuando se emplea un instrumento de cuatro terminales, las terminales P1 y C1 se conectan al electrodo a tierra bajo prueba; las terminales P2 y C2 se conectan a un sistema de tubos de agua completamente metálico.

Con un instrumento de tres terminales, conecte X al electrodo a tierra, P y C al sistema de tubería de aguas tal como se aprecia en la figura 5 Prueba de Resistencia de Tierra Método Directo o Dos Terminales. Si el sistema de agua es extenso, es decir, se extiende a un área muy grande, su resistencia sola debe ser una fracción de un ohm. Después puede tomar la lectura del instrumento como la resistencia del electrodo bajo prueba.

El método directo es la forma más simple de hacer una prueba de resistencia a tierra. Con este método, la resistencia de dos electrodos en serie se mide la varilla enterrada y el sistema de agua. Pero existen tres limitaciones importantes:

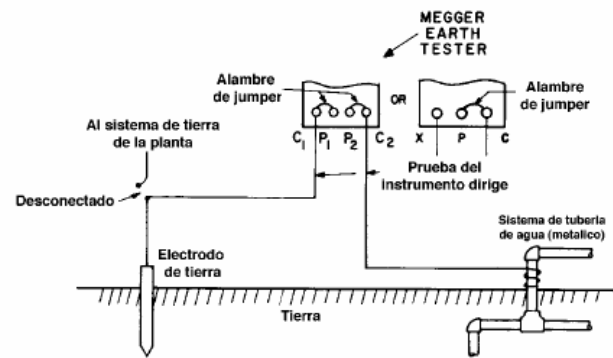


Figura 5

Prueba de Resistencia de Tierra Método Directo o Dos Terminales

1. El sistema de tubos de agua debe ser lo suficientemente grande para tener una resistencia despreciable.
2. El sistema de tubo de agua debe ser metálico en su totalidad, sin ningunos acoplamientos o flanges de aislamiento.
3. El electrodo de tierra bajo prueba debe estar lo suficientemente lejos del sistema de tubo de agua para quedar fuera de su esfera de influencia.

En algunos lugares, su electrodo a tierra puede estar tan cerca del sistema de tubos de agua que no se puedan separar a los dos y dar la distancia requerida para medición por método del mé todo de dos terminales.

Bajo estas circunstancias, si se cumplen las condiciones 1 y 2, se puede conectar al sistema de tubos de agua y obtener un electrodo a tierra adecuado. Sin embargo como precaución contra cualquier posible cambio futuro en la resistencia del sistema de tubos de agua también se debe instalar un electrodo de tierra.

MÉTODOS INVOLUCRADOS EN LA PRUEBA DE RESISTENCIA DE TIERRA

La resistencia a tierra de cualquier sistema de electrodos teóricamente puede calcularse de las formulas basadas en la fórmula general de la resistencia:

$$R = \rho LA$$

En donde:

ρ es la resistividad de la tierra en ohm-cm
L es la longitud de la trayectoria de conducción
A es el área transversal.

Para entender el método de prueba a tierra, considere el diagrama esquemático de la figura 6a. Tenga en mente nuestras observaciones previas con referencias al diagrama de capas de tierra con la distancia cada vez mayor desde un electrodo, las capas de tierra son de área de superficie mayor y por lo tanto de menor resistencia. Ahora, suponga que tiene tres varillas enterradas en la tierra alguna distancia aparte y con un voltaje aplicado, como se muestra en la Figura 6a.

La corriente entre las varillas 1 y 2 se mide con un amperímetro; la diferencia de potencial (voltaje) entre las varillas 1 y 3 se mide con un voltímetro. Si la varilla 3 se ubica en varios puntos entre las varillas 1 y 2, preferiblemente en línea recta puede obtener una serie de lecturas de voltaje.

Por la ley de ohm ($R=E/I$) puede determinar la resistencia de la tierra en cualquier punto medido. Por ejemplo, si el voltaje medido E entre las varillas 1 y 3 es 30 voltios y la corriente medida I es 2 amperes, la resistencia de la tierra R en ese punto sería 15 ohms.

La serie de valores de resistencia puede graficarse contra distancia para obtener una curva (Figura 5b). Observe que a medida que la varilla 3 se mueve lejos de la varilla 1, los valores de la resistencia se incrementan pero la cantidad de incremento disminuye cada vez menos hasta que se alcanza el punto donde el valor de incremento se vuelve tan pequeño que casi puede considerarse constante (20 ohms en la Figura 6b). Las capas de tierra entre las varillas (1 y 3) tienen un área de superficie tan grande que añaden poco a la resistencia total. Más allá de este punto, a medida que la varilla 3 se acerca a las celdas de tierra de la varilla 2, la resistencia gradualmente se eleva.

Cerca de la varilla 2, los valores suben de manera violenta. Ahora, digamos que la varilla 1 es nuestro electrodo de tierra bajo prueba. De una curva de resistencia típica, como en la Figura 6b,

¿Cuál es la resistencia a tierra de esta varilla? Llamamos a la varilla 2, punta C de Corriente de Referencia y la varilla 3, punta P de Referencia de Potencial, (simplemente por conveniencia para identificación). La resistencia correcta se obtiene usualmente si P (la varilla 3) se coloca a una distancia del centro del electrodo a tierra (varilla 1) cerca del 62% de la distancia entre el electrodo de tierra y C (la varilla 2).

Por ejemplo, en la Figura 6a la Distancia D desde el electrodo de tierra a C es 100 pies. Tomando el 62% de esta distancia, obtenemos 62 pies. De la Figura 6b, la resistencia para esta distancia es 20 ohms. Esta es la resistencia medida del electrodo a tierra.

De hecho la corriente puede existir en otras trayectorias entre los dos electrodos fijados, de tal manera que la varilla 3 pueda y quizá deba ser localizada en otro punto fuera de la línea recta. Esta regla funciona bien para electrodos sencillos, tales como varillas enterradas. También funciona para un pequeño grupo de varillas. Pero se debe conocer el centro eléctrico verdadero del sistema de electrodos con bastante precisión. También, la precisión de las lecturas es mejor si la resistividad de la tierra entre los tres electrodos es razonablemente constante.

Por último, debe estar lo suficientemente lejos del sistema de electrodos a tierra de modo que el 62% de la distancia este fuera de la "Esfera de Influencia" del electrodo de tierra.

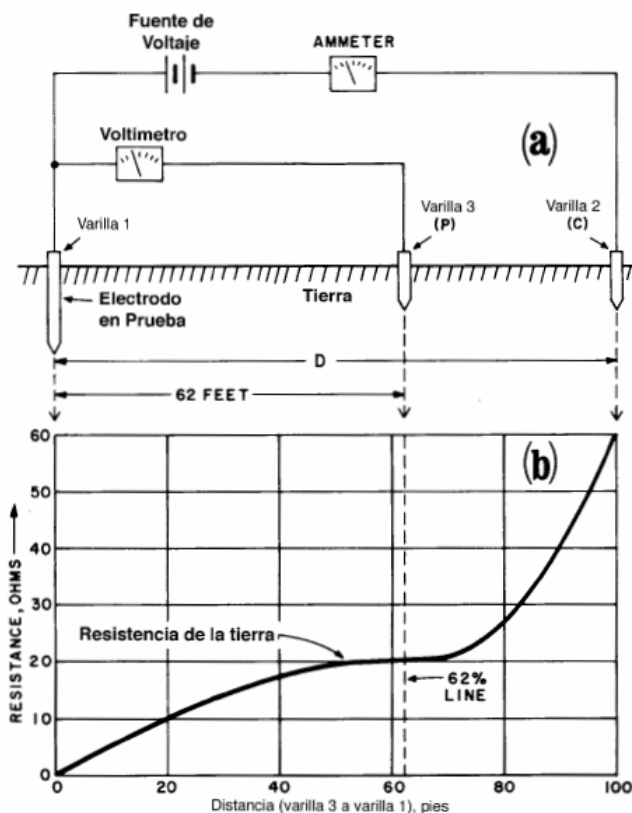


Figura 6
Principio de una prueba de resistencia de tierra

Básicamente, ahora usted ya conoce el método de prueba de resistencia a tierra. El resto es refinamiento en métodos de prueba, el uso de electrodos o sistemas de electrodos, y la información acerca de la resistividad de la tierra.

MATERIALES DE PUESTA A TIERRA
VALORES MÁXIMOS EN EL CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL

El Código Eléctrico Nacional, Sección 250-84 establece que a un solo electrodo con resistencia a tierra mayor que 25 ohms debe aumentarse un electrodo adicional.

“Recomendamos que las tierras con un solo electrodo se prueben cuando se instalen, y en forma periódica posteriormente.”

Las letreas anteriores son ressaltadas debido a su importancia. La resistencia a tierra puede variar con los cambios en el clima y la temperatura. Tales cambios pueden ser considerables. Un electrodo de tierra que fue bueno (de baja resistencia) cuando se instaló, puede dejar de serlo; para asegurarse, debe revisarlo periódicamente.

No podemos decirle cual debe ser el valor máximo de resistencia a tierra. Para sistemas específicos, en lugares definidos, las especificaciones se ajustan frecuentemente. Algunos requieren 5 ohms como máximo; otros no aceptan mas de 3 ohms. En algunos casos, se requieren resistencias tan bajas como una fracción de ohm.

NATURALEZA DE UN ELECTRODO A TIERRA

La resistencia a la corriente a través de un electrodo de puesta a tierra realmente tiene tres componentes como se observa en la Figura 7

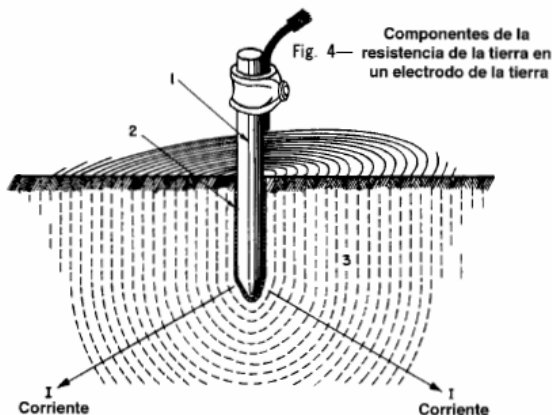


Figura 7

Componentes de la resistencia de tierra en un electrodo de tierra

1. Resistencia del electrodo por sí mismo y las conexiones a él.
2. Resistencia de contacto entre el electrodo y el suelo colindante a él.
3. Resistencia de la tierra circundante.

Resistencia del electrodo.

Varillas, tubos, masas de metal, estructuras y otros dispositivos son empleados comúnmente para conexiones a tierra. Estas normalmente son de tamaño

o sección transversal suficiente que su resistencia es una parte despreciable de la resistencia total.

Resistencia de contacto del electrodo a tierra.

Es mucho menor de lo que se puede pensar. Si el electrodo esta libre de pintura o grasa, y la tierra esta compacta firmemente, se ha demostrado que la resistencia de contacto es despreciable. La oxidación en un electrodo de hierro tiene poco o ningún efecto; el óxido de hierro esta prontamente impregnado con agua y tiene menor resistencia que la mayoría de los suelos. Pero si un tubo de hierro se ha oxidado lo suficiente, la parte debajo de la raja dura no es tan efectiva como una parte del electrodo de tierra.

Resistencia de la tierra circundante.

Un electrodo hincado en la tierra de resistividad uniforme radia corriente en todas direcciones. Pienso en el electrodo como si estuviera rodeado por capas de tierra, todas de igual espesor, para captar la idea observe la Figura 7.

TUBERIA METALICA DE AGUA ENTERRADA

Para que una tubería de agua pueda usarse como electrodo de puesta a tierra, debe reunir los siguientes requisitos:

- ☐ Por lo menos tener 3 m en contacto directo con la tierra.
- ☐ Eléctricamente continua hasta el punto de conexión, puentando el medidor del agua, si está colocado en una posición intermedia.

La única desventaja de su uso es que debe complementarse con un electrodo adicional, de cualquiera de los tipos mencionados arriba.

En el futuro la tendencia será eliminar las tuberías de agua como electrodos principales, a causa del uso cada vez mayor de equipos electrónicos cuya corriente de fuga a tierra tiene componentes en corriente continua, lo que induce corrosión galvánica en las tuberías. No confundir este tipo de electrodo, con el requerimiento del artículo del CE N 250-80a, de conectar los sistemas interiores de tuberías para agua al puente de unión principal o a los electrodos de puesta a tierra, de acuerdo con la tabla 250-94, con el fin de poner a tierra los equipos.

ESTRUCTURA METALICA DEL EDIFICIO

La estructura metálica de los edificios puede ser usada, siempre que esté bien puesta a tierra, esto es, que su impedancia a tierra sea baja.

Para que sea baja la impedancia, se deben unir las columnas a las partes metálicas de la cimentación con conductores según los calibres de los conductores de

puesta a tierra del CEN 250-94 y, en caso de haber sellos formados por películas plásticas, se deben puentear éstos.

ELECTRODOS DE CONCRETO ARMADO.

En las estructuras nuevas, el concreto armado puede ser utilizado como electrodo principal.

El CEN en la sección 250-81c establece que un electrodo empotrado en concreto como mínimo 5 cm, debe consistir de una o más barras de 6 metros de largo y deben ser barras de acero de no menos de 12,7 mm de diámetro localizado en y cerca del fondo de un cimiento o zapata.

El concreto tiene una estructura química alcalina y una composición que atrae y retiene humedad. La combinación de estas características permite al concreto exhibir una resistividad consistentemente de unos 30 ohm-m. Los electrodos de concreto tienen una resistencia a tierra mayor o igual que las varillas de cobre de un tamaño compatible, siempre que estén en contacto con suelos con resistividad de 50 ohm-m o menor.

Pruebas indican que la resistencia típica a tierra de una base para columna de anclaje medida en los pernos es de alrededor de 50 ohms, sin usar métodos especiales. De ahí que la resistencia efectiva de un edificio de estructura metálica con veintita o más columnas en paralelo es de menos de 5 ohms, siempre y cuando se asegure que la estructura esté conectada a las varillas. Para ello, se suelda por métodos de fusión un cable de acero a las varillas, mismo que se conectará a su respectiva columna.

ANILLO DE TIERRA

Un anillo de tierra consiste en un conductor de cobre desnudo, de sección transversal no menor al calibre 2 AWG y de longitud no menor a 6 m enterrado a una profundidad de 800 mm y, que rodee al edificio o estructura.

Estos anillos de tierras se emplean frecuentemente circundando una fábrica o un sitio de comunicaciones, para proveer un plano equipotencial alrededor de edificios y equipos.

ELECTRODOS ESPECIALMENTE CONSTRUIDOS.

Cuando no se dispone de alguno de los electrodos mencionados en el punto anterior, el CEN en la sección 250-83 establece que se puedan usar uno o más de los electrodos siguientes:

- De Varilla o Tubería.
- Electrodos de Placa.
- Estructuras metálicas Subterráneas

ELECTRODOS DE VARILLA O TUBERÍA

De acuerdo con la sección 250-83c del CEN los electrodos de varilla y tubo, no deben tener menos de 2,40 m de largo y deben instalarse de tal modo que por lo menos 2,40 m de su longitud esté en contacto con la tierra.

Las varillas de metales no ferrosos deben estar aprobadas y tener un diámetro no inferior a 13 mm de diámetro, y las demás de por lo menos 16 mm. Las tuberías deben tener un diámetro no inferior a 19 mm, y si son de hierro, deben tener una protección contra corrosión en su superficie.

Las varillas de acero con un recubrimiento de cobre de 10 milésimas dura un promedio de 35 años en un suelo promedio; si tiene un recubrimiento de 13 milésimas dura hasta 45 años. En cambio, una varilla de acero galvanizado tiene una vida estimada de 15 años. Estos electrodos se aplican al suelo mediante percusión hasta que alcanzan la profundidad adecuada. En caso de terrenos rocosos o de tepalcates, las varillas no pueden meterse de esa manera; se doblan o solamente no pueden entrar.

Ocasionalmente se ha sabido de casos donde las varillas han sido regresadas hacia la superficie después de haber tratado de clavarlas en terrenos rocosos. Cuando la roca está a menos de 2,40 m, estos electrodos pueden meterse en diagonal hasta con un ángulo de 45 grados de la vertical. Pero, si no es este el caso, se deben enterrar horizontales en una trinchera abierta para el caso a 800 mm de profundidad por lo menos, ver figura 8.

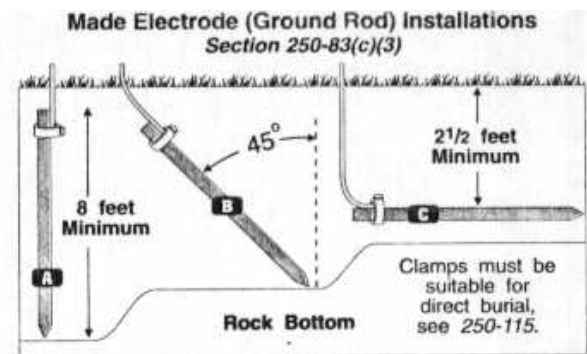


Fig. 12-26 Made Electrode (Ground Rod) Installations [Section 250-83(c)(3)].

Figura 8

Componentes de la resistencia de tierra en un electrodo de tierra

La alternativa al golpeado es perforar un agujero, instalar la varilla y rellenar nuevamente el agujero. La resistencia de contacto de una varilla está dada por la fórmula de Dwight del M.I.T.

$$R = \rho / (2 * \pi * L) * [\ln (4L / a) - 1]$$

donde:

ρ es la resistividad del terreno en ohm - cm

L es el largo de la varilla en cm

a es el diámetro de la varilla en cm

La fórmula de Dwight para el caso de varilla enterrada en doble capa de tierra:

$$R = \frac{\rho_0}{2 * \pi * L} * (\ln a_1 - \ln a_0) + \frac{\rho_1}{2 * \pi * L} * [\ln (4L) - 1 - \ln a_1]$$

Donde:

ρ_0 es la resistividad del terreno adjunto en ohm-cm

ρ_1 es la resistividad del terreno circundante en ohm-cm

L es el largo de la varilla en cm

a_0 es el diámetro de la varilla en cm

a_1 es el diámetro del terreno adjunto a la varilla en cm

ELECTRODOS DE PLACA

Los electrodos de placa no deberán tener menos de 0,2 metros cuadrados de superficie en contacto con el suelo. Y las placas de acero o hierro deberán tener por lo menos 6,4 mm de espesor. Si son de material no ferroso deberán tener por lo menos 1,52 mm de espesor.

ESTRUCTURAS METALICAS ENTERRADAS

El CEN menciona la puesta a tierra mediante sistemas de tuberías o tanques enterrados. Pero, puede ser cualquier clase de estructura metálica subterránea.

ELECTRODOS PARA PUESTA A TIERRA EN RADIO FRECUENCIA

En el caso de torres de radiodifusión, se emplean cables en configuración de estrella (radiales) para su puesta a tierra. Se ha encontrado más efectivo tener conectados los cables en un punto que tener múltiples anillos rodeando el sitio. Esos cables radiales pueden ser menores a 30 m de largo si el suelo es adecuado.

Los cables dispersan la energía de las descargas muy eficientemente. Como la corriente se divide en proporciones iguales en los cables radiales, entre más cables, menor corriente los circula. Una baja corriente es más fácil de disipar y tendrá menor impacto en la elevación del potencial de tierra del sistema.

BARRA DE EQUIPOTENCIAL

La barra equipotencial es el área donde terminan todas las conexiones a tierra provenientes de los equipos, guías, etc. Físicamente es una barra de cobre con huecos que permite soportar conexiones del tipo doble ojo. Ver figura 8.

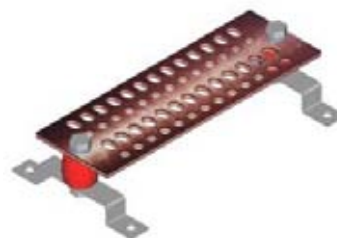


Figura 8
Barra equipotencial

En exteriores, es necesaria una barra equipotencial colocada en el punto donde las guías entren al shelter, edificio, área, etc. Esta barra debe ubicarse lo más cerca posible a la ventana de acceso de manera que permita la conexión de las líneas de transmisión que se encuentren en la parte superior de la misma.

Esta barra estará conectada a un punto de tierra del anillo exterior con un conductor # 2 AWG o mayor de cobre que posea una chaqueta de color verde, además de ir por una tubería PVC, con pintura de revestimiento color verde.

Cada conexión a la barra de tierra debe estar cubierta en los puntos de contacto con grasa antioxidante y no se debe colocar más de un conector en cada hueco de la barra. En caso de que no exista espacio disponible en la existente, se debe colocar otra barra la cual debe estar eléctricamente conectada al anillo exterior y a la barra principal mediante un conductor de cobre calibre # 2 AWG o mayor.

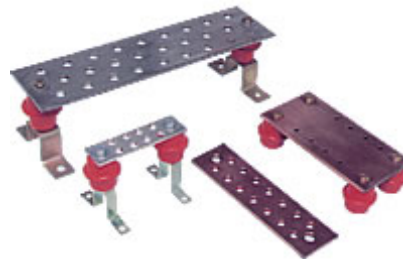


Figura 9
Barras equipotenciales

Esta barra debe estar aislada mediante accesorios que no permitan que exista continuidad eléctrica entre ella y su soporte. Las medidas de la barra externa y su distancia de los soportes deben ser las que se muestran en la figura 9.

El largo de la barra varía en función del número de conexiones que se estiman realizar y posibles expansiones, por lo general, las barras instaladas en exteriores tienen una longitud de 20' lo que permite un total de 14 conexiones (doble ojo); este tamaño puede variar dependiendo del tamaño del shelter y la cantidad de equipos que van a alojar. Las barras expuestas a la

intemperie, al igual que las conexiones a la s mismas, deben ser protegidas contra la corrosión cubriéndolas con grasa, evitando así que los agentes corrosivos la afecten. Las barras en exteriores deben estar ubicadas en función a los siguientes criterios:

- ❑ En caso de utilizar monopolios (bases tubulares) siempre debe existir una barra de tierra ubicada en la parte inferior del mismo.
- ❑ En caso de utilizar torres, deben existir barras de tierra ubicadas según:
 1. Siempre debe existir una barra de tierra en la parte superior de la torre ubicada a 3 metros del tope.
 2. Siempre debe existir una barra de tierra al final del recorrido vertical ubicada a 1 metro de la transición del recorrido horizontal.
 3. Para torres comprendidas entre los 40 y 90 metros debe existir una barra de tierra adicional ubicada en el medio del recorrido vertical.
 4. Para torres mayores a 90 metros deben existir 2 barras de tierra adicionales ubicadas de manera tal que exista una separación equidistante entre las 4 barras existentes.
 5. Siempre debe existir una barra de tierra ubicada en la ventana de acceso de la caseta.
 6. Cuando existan recorridos horizontales mayores a 45 metros deben existir barras de tierra adicionales ubicadas aproximadamente cada 25 metros.

Electrodos de puesta a tierra:

Cuando se tienen disponible un sistema metálico subterráneo de agua. Se recomienda utilizarlo perfectamente sobre cualquier otro sistema, como electrodo de tierra, siempre que tenga enterrada una longitud mínima de 15 m. En caso de no existir un sistema de distribución de agua podrá adoptarse cualquiera de las soluciones siguientes:

Electrodos de plancha:

Estarían formados por planchas de superficies no inferior a los 0.5 m x 1 m y 4 mm de espesor si son de acero, o de 1,5 mm de espesor si son de cobre. Es recomendable enterrar estas placas verticalmente.

Electrodos de canastillos:

Formados por un enrollado de alambre de cobre sección mínima número 8 AWG (8,37 mm²). Con una superficie equivalente a la de los electrodos de placa.

Electrodos de barras:

Formados por tuberías de acero galvanizados de una pulgada de diámetro y un largo mínimo de 2.5 m; o

tuberías de cobre 5/8" e igual la rgo. Los electrodos deben instalarse enterrados a una profundidad en que se asegure un nivel de humedad permanente. Al enterrarlos deberán estar totalmente limpios y en caso de ser necesario, más de uno deberá estar separado entre sí, por lo menos 6 m. La resistencia obtenida de un electrodo de tierra no debe exceder de 2 ohm. En caso que un electrodo no cumpla esta condición, deberán ponerse tanto selectrodos como sea necesario para alcanzar este valor. Se recomienda medir inmediatamente los valores de resistencia de tierra.

Conductores de puesta a tierra:

El conductor de puesta a tierra debe ser de cobre u otro material resistente a la corrosión, puede ser masticado o prensado, aislado o desnudo, no debe tener en toda su longitud ningún empalme o unión excepto si se trata de barra bus. Si el conductor no es de cobre la resistencia mecánica y la resistencia óhmica por unidad de longitud deben ser equitativamente a la de este.

Para secciones iguales o superiores al número 4 AWG se puede fijar el conductor de tierra directamente sobre la superficie en la cual va colocada, sin utilizar aisladores. No necesita tener protecciones a menos que esté expuesto a fuertes daños mecánicos. Los conductores número 6 AWG, pueden tenderse sin daños mecánicos. Para todas las secciones inferiores al número 6 AWG, los conductores deben ir protegidos por conductos. Se podrá emplear la misma canalización de los conductores de alimentación del circuito para llevar el conducto de tierra. La sección para los conductores de tierra de servicio o conductores de tierra común en instalaciones inferiores, no debe ser inferior al valor dado en la tabla 7 siguiente:

Tabla 7 Secciones nominales para conductores de protección	
Sección nominal de los conductores activos. mm ²	Sección nominal de los conductores de protección. mm ²
1.5	1.5
2.54	1.5
4	2.5
6	4
10	6
16	6
25	10
35	10
50	16
70	16
95 hasta 185	25
240 hasta 300	35
400 o más.	50

Tabla 8. Sección nominal para conductores de puesta a tierra servicio	
Sección nominal de conductor de Acometida. m/m2.	Sección nominal de conductor de ducto de tierra de protección. m/m2.
Hasta 6	4
Entre 10 y 25	10
Entre 35 y 70	16
Entre 95 y 120	35
Entre 150 y 240	50
Entre 300 y 400	70

Construcción de tierras:

Tanto la tierra de protección como de servicio, estarán formadas por electrodos y un cable de bajada, cuyo largo será tal que permita efectuar la conexión a la altura del neutro de la red.

La distancia entre los electrodos de la tierra de protección y la de servicio debe ser de 20 m; como mínimo para poder asegurar que la tensión que pueda aparecer en la primera no conduzca elevación de tensión en el neutro de la baja tensión.

El electrodo deberá ser indistintamente del tipo de canastillo o de la varilla. El electrodo de canastillo deberá ser formado por un conductor de cobre continuo sin uniones de ningún tipo y que se prolongara construyendo el conductor de bajada. El electrodo de varilla estará formado por un tubo de cobre de 3/4" con una barra interior de hierro redondo de 5/8" soldados entre sí y su largo podrá ser de 3 o 6 m. El cable de baja se conectara al electrodo mediante soldadura de bronce.

Se empleará electrodo de canastillos o de varillas según el tipo, de terreno. En suelos pedregosos o rocosos resultara más fácil la instalación del electrodo de canastillo, en cambio en terrenos arenosos, de caja vegetal profunda, arcillosos, es recomendable el empleo de varilla. Cabe consignar que el electrodo más eficaz es el de 6 m enterrado a su totalidad.

Para la instalación del electrodo de varillas se hará una perforación, utilizando las herramientas más adecuadas, de tal manera que permita hacer la perforación más profunda.

Número de electrodos:

El electrodo deberá estar a una distancia mínima de 1 m del poste y, de preferencia, en terreno no removido. Si el pavimento u otro inconveniente del terreno no lo permite, se podrá, en el caso del electrodo de varilla, enterrarlo inclinado; esto es de importancia, ya que el valor de la resistencia varía considerablemente por la presencia del poste.

Normalmente, un solo electrodo resulta insuficiente para lograr un valor de resistencia admisible (no superior a 25 ohm), lo que obliga a aumentar su número. Los electrodos adicionales a una distancia mínima de 3 m entre sí y en lo posible en línea recta, uniéndose el electrodo parcialmente a través de un cable de conexión común de cobre Nº 3 AWG. La unión de este cable con el de bajada a la toma de tierra se hará mediante una prensa conectora de preferencia, conectando ambos conductores.

Para determinar el número de electrodos adicionales, se procederá a instalar la toma - tierra y medir su resistencia. Si este valor excede del máximo de 25 Ω , se multiplicara separadamente su valor por los factores iguales a 0.6 - 0.44 y 0.36, hasta lograr una cifra igual o inferior a 25 Ω . El factor que de este valor indicara el número de electrodos adicionales:

$$60 \times 0.6 = 36 \cdot$$

$$60 \times 0.44 = 26.4 \cdot$$

$$60 \times 0.36 = 21.6 \text{ es decir, es necesario consultar 3 electrodos adicionales.}$$

De no ser posible la instalación en línea recta de los electrodos, se dispondrán formando cuadrados, rectángulos o triángulos según el caso, teniendo en cuenta que siempre se debe formar un anillo cerrado con el cable de conexión.

Las indicaciones dadas más adelante, sobre la manera de instalación de electrodos, no son absolutamente rígidas y deberán acomodarse a las exigencias del terreno, quedando a criterio su instalación y cuidando de obtener el valor requerido a un costo razonable.

El valor máximo de 25 resulta importante en el caso de las tierras de protección y en la tierra de servicio de empresas eléctricas en que el neutro de la red de baja tensión forme parte de un sistema aislado.

Como primer paso para lograr valores de tierra que no sobrepasen el valor máximo admisible en los presupuestos, se consulta la instalación de tierra con un total de 3 electrodos. Esto no significa que al instalar la tierra se utilicen obligadamente 3 electrodos, sino que se instalarán los necesarios conforme a lo más arriba indicado.

Un sistema de puesta a tierra debe ser integral.

Es decir, tener un sistema de integrado o los conocidos sistemas de tierra aislada, es tan malo como no tener un sistema de tierras, por que en el evento de una descarga atmosférica, se desarrollan tensiones inducidas prácticamente en todas las instalaciones, y es cuando surgen daños que van desde paros de

operación en los sistemas, averías en equipos, hasta daños al personal. Pero siempre se suelen buscar otras causas, puesto que se tiene algún sistema de puesta a tierra.

Es aquí donde se aprecia que es más costoso corregir los daños, que invertir en una instalación segura y garantizada. Por ello, en la práctica, se tienen los índices más altos por falla atribuibles a las descargas atmosféricas que a cualquier otra causa; provocando con ello e normescantidades de pérdidas. Sin embargo, hoy todavía se trabaja con sistemas de tierra que tienen tecnológicamente ha blando, más de 200 años de antigüedad, cuando se sabe que en la actualidad se tiene un vertiginoso cambio tecnológico cada día. Por todo ello, es de importancia capital, instrumentar un sistema que asegure que no se tengan todas estas fallas o accidentes, que impactan en mayor o menor grado sobre la productividad de las industrias.

La falta a la normativa y las variables del medio anulan a los sistemas de puesta a tierra.

Las malas prácticas o incumplimiento de normativas es el más frecuente de los problemas; sea el caso de las tierras aisladas o de sistemas incompletos donde no se ha incluido un pararrayos, o erróneamente se tiene aislado del resto de los sistemas, creyendo que ofrece mayor seguridad, o también, sea el caso de sistemas sin o con mal cálculo; con selección de calibres de cable inapropiados. A menudo también se tienen sistemas donde el medio presenta variables tales como: terreno heterogéneo, alta resistividad, cambios de temperatura, falta de humedad, falta de mantenimiento, uso excesivo de químicos, falta de terreno y creación de bajo factor de aprovechamiento (agrupamiento) o en su caso, errores de medición del sistema; son causas que limitan o anulan incluso la seguridad del sistema de puesta a tierra. Así que, ante problemas de velocidades de transmisión, por ejemplo, el último sitio donde se buscan las causas es en el sistema de puesta a tierra, más bien por eliminación de probabilidades que por certeza del problema.

¿Como se debe seleccionar un sistema de puesta a tierra?

1. **Orden de importancia.** Se debe conceder la máxima importancia a la seguridad del personal. Ante una pequeña descarga incluso pequeña existe la posibilidad de muerte, pues solo se requieren 100 milivoltios y 100 miliamperes bajo ciertas condiciones para que cualquier persona sufra un electrocución letal.
2. **Sistema integral.** El sistema debe ser Integral, es decir, se debe perseguir firmemente tener el mismo potencial de referencia en toda la planta.

Esto significa que cuando se presentara una elevación de tensión ante una descarga, consecuentemente “ toda la referencia” sería la misma para todo personal y equipo.

3. **Aplicaciones.** Del punto anterior de riva que se requieran tierras para el neutro; tierra de cero lógico, tierra para masas, tierra de pararrayos; y tierra eléctrica en tableros. De modo que aunque se mencionan distintas tierras, en realidad se trata de que todas estas necesidades imperativas de tierra, estén en la misma referencia. Pero esto tiene otra consecuencia, todos los electrodos del sistema de tierra, también deben estar interconectados; deben formar un solo sistema de tierras. Es un error tremendo creer que sea conveniente tener tierras aisladas; “ninguna” norma reconocida avala esa recomendación.
4. **Cálculo del sistema.** Un sistema de puesta a tierra que cumpla con las normas, debe ser calculado para disipar todo tipo de descargas, puesto que debe soportar descargas atmosféricas, también debe ser capaz de soportar las fallas de subestación de potencia. Adicionalmente, el sistema debe prevenir las tensiones de toque y de paso de riesgo para el personal. Los calibres de los cables de interconexión deben ser calculados para conducir con seguridad las corrientes esperadas, de acuerdo a cada aplicación. Y finalmente, la razón del título de este boletín: Se debe calcular la capacidad de corriente del sistema, tanto en nivel como en tiempo. Esto quiere decir que se debe diferenciar entre los tiempos de descarga por corto circuito atribuible exclusivamente al sistema eléctrico, y a descargas de origen atmosférico. El primero, es por conducción y tiende a ser casi la fuente de generación, con niveles muy inferiores y tiempos mucho mayores (del orden de mili segundos); en el segundo caso, es por radiación puesto que la fuente es la nube, y los niveles son muy superiores pero los tiempos mucho mas breves (del orden de 50 micro segundos)

Medición y control de las instalaciones de tierras.

Es necesario controlar la resistencia de una puesta a tierra, en el curso de su instalación y también en el futuro, para asegurarse que tal instalación quede eficiente en el tiempo. Todas las normas prescriben medir la resistencia de una instalación antes de ponerla en servicio, sucesivamente, debe ser controlada en forma periódica. En el caso de que sucedan accidentes, debe hacerse una revisión minuciosa en la instalación de tierra.

Conexiones a tierra de protección:

Deberán conectarse a tierra de protección toda parte metálica al descubierto, que forma parte de un equipo

que no transporte corriente, pero que tenga posibilidades de ser recorrida por una corriente, debe ser puesta a tierra. Se exceptuarán de esta exigencia los siguientes casos:

- ❑ Cubiertas de interruptores o disyuntores accesibles exclusivamente a personal calificado.
- ❑ Armaduras metálicas de dispositivos calentados eléctricamente, aprobados por el laboratorio de superintendencia, para el uso en dichas condiciones, siempre que esta armadura esté convenientemente aislada de tierra. Métodos portátiles que funcionen a menos de 100 w.
- ❑ Equipos eléctricos alimentados a través de transformadores de aislamiento.

Deberán conectarse a tierra de protección, los siguientes equipos no eléctricos:

- ❑ Armaduras y rieles de grúas accionadas eléctricamente.
- ❑ Los cables de tracción de ascensores eléctricos.
- ❑ Todo otro equipo similar.

Condiciones y ejecución de una conexión a tierra.

Una conexión a tierra debe ofrecer una trayectoria continua y permanente, debe tener una capacidad de transporte suficiente como para tolerar la corriente de falla más alta que pueda producir en el punto protegido y debe tener una impedancia lo suficientemente baja como para limitar los potenciales respecto a tierra dentro de límites de seguridad y facilitar el accionamiento de los elementos de protección.

Se considerarán puesta a tierra, las cajas, armarios o partes metálicas del equipo fijo, si están conectadas de esta forma, pueden ponerse a tierra por medio de una de las formas siguientes:

A través de un conductor de puesta a tierra tendido con los conductores del circuito; de este conductor puede ser desnudo, pero si es aislado, la aislación debe ser de color verde normal.

Por medio de una conexión a tierra independiente. Los equipos montados sobre estructuras metálicas conectadas a tierra, se considerarán a tierra siempre que la estructura sea estrictamente continua. Los equipos portátiles o equipos domésticos en chufles serán conectados a tierra a través de los enchufes machos de tres clavijas, de los cuales uno hará contacto con el terminal de tierra de los enchufes hembras. Se puede utilizar el conductor de tierra de servicio para conectar el bastidor, caja metálica del equipo o de medida y caja metálica de tableros adyacentes a él.

MÉTODOS PARA REDUCIR LA RESISTENCIA DE TIERRA.

Cuando la resistividad del terreno es muy elevada, y en donde los electrodos no pueden enterrarse profundamente debido a rocas se utilizan diversos métodos para mejorar las condiciones. En general todos los métodos tratan de crear una mejor conductividad en las primeras capas o cilindros de tierra que rodean al electrodo, en donde la superficie conductora es pequeña. El tratamiento también es beneficioso al independizar el valor de resistencia obtenida de las variaciones climáticas.

El artículo 250-84 del CEN permite para los sistemas con un electrodo único que consiste de una varilla, tubería o placa, que no tiene una resistencia a tierra de 25 ohms o menos, que se complementa con electrodos adicionales separados por lo menos una distancia de 1,83 m entre sí.

En la práctica, cuando encuentra que la resistencia de su electrodo a tierra no es suficientemente baja, Los métodos más comunes para mejorarla son:

- a) Usando una varilla de mayor diámetro.
- b) Usando electrodos más largos
- c) Colocando dos, tres o más electrodos en paralelo
- d) Electrodos profundos
- e) Reducción de la resistividad del suelo tratando químicamente el terreno.
- f) Agregado de sales simples.
- g) Agregado de coque.
- h) Aporte de sales "gel".
- i) Inyección de bentonita.
- j) Inyección de resinas sintéticas.

La necesidad de tratar el terreno, previamente, donde se instalará un electrodo ha sido y es todavía tema de discusión. Los métodos principales usados para mejorar la resistividad del terreno al rededor de los electrodos son:

Humedecer con agua y sales minerales (cloruro de sodio o sulfato de cobre, sulfato de magnesio), en la fosa que circula el electrodo. Es difícil afirmar hasta donde se manifiestan los beneficios de las sales introducidas en la solución y dónde donde empiezan los beneficios debido al aumento de la humedad del terreno. En la elección de las sales hay que tener presente los fenómenos de corrosión que pueden presentar la superficie del electrodo, siendo dañino y costoso, resultado perjudicial el hecho de bajar la resistencia.

Volcar en una zona la rga alrededor del electrodo, discreta cantidad de sales minerales. El agua de lluvia disuelve paulatinamente estas sales, llevándolas hacia la profundidad, lo que provoca un mejoramiento de la

resistencia del electrodo, por tiempo más o menos largo. La duración de este sistema son evidentemente más largos que el método anterior, presentando también peligro de corrosión. Rodear el dispersor de carbón vegetal triturado. Este método se puede aplicar con el electrodo de plomo. Si bien mantienen los efectos en el tiempo, presentan los mismos inconvenientes de corrosión.

En resumen por el hecho de bajar la resistencia del terreno, incurrimos en el peligro de corrosión de los electrodos por efectos de testamento previos del terreno.

Tratamiento químico del suelo

El tratamiento químico del suelo es un buen modo para mejorar la resistencia a tierra cuando no se pueden enterrar más profundamente los electrodos de tierra (a causa de roca dura subyacente, por ejemplo.) Esta más allá del objetivo de este manual recomendar los mejores químicos de tratamiento para todas las situaciones. Tiene que considerarse el posible efecto corrosivo en el electrodo. El sulfato de magnesio, sulfato de cobre, y sal de roca ordinaria son materiales no corrosivos adecuados. El sulfato de magnesio es menos corrosivo, pero la sal de roca es más barata y hace el trabajo si se aplica en una zanja excavada alrededor del electrodo ver figura 10

El tratamiento químico no es un modo permanente de mejorar su resistencia a tierra. Los químicos son deslavados gradualmente por la lluvia y drenaje natural a través del suelo. Dependiendo de la porosidad y la cantidad de lluvia, el periodo de reemplazo varía. Pueden pasar varios años antes que sea necesario otro tratamiento. El tratamiento químico también tiene la ventaja de reducir la variación estacional en la resistencia que resulta del mojado periódico y secado del suelo. (Vea las curvas de la Figura 15.) Sin embargo, solo debe considerarse este método cuando los electrodos múltiples o profundos no sean prácticos.

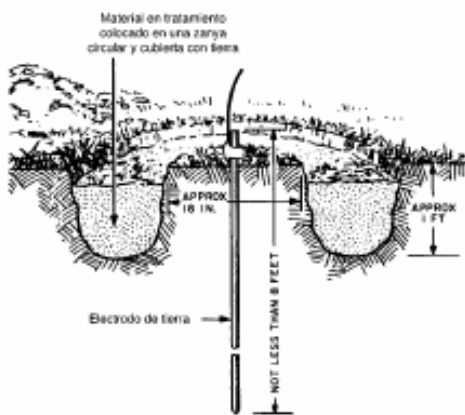


Figura 10

Método de trincheras para la preparación del terreno

Materiales aceptables de baja resistividad

Como se mencionó previamente, la tierra tamizada fina o tierra de molde normalmente es un material de relleno apropiado para rodear el electrodo enterrado. Para situaciones especiales, hay diversos materiales, como los siguientes:

Bentonita. Es una arcilla color pardo, de formación natural, que es levemente ácida, con un pH de 10,5. Puede absorber casi cinco veces su peso de agua y de este modo, expandirse hasta treinta veces su volumen seco. Su nombre químico es montmorillonita sódica. En terreno, puede absorber humedad del suelo circundante y ésta es la principal razón para usarla, ya que esta propiedad ayuda a estabilizar la impedancia del electrodo a lo largo del año. Tiene baja resistividad -aproximadamente 5 ohm-metro y no es corrosiva. Bajo condiciones extremadamente secas, la mezcla puede resquebrajarse ofreciendo a sí poco contacto con el electrodo. La Bentonita es de carácter tixotrópica y por lo tanto se encuentra en forma de gel en estado inerte. La Bentonita se usa más a menudo como material de relleno al enterrar barras profundas. Se compacta fácilmente y se adhiere fuertemente.

Marconita. Es esencialmente un concreto con ductivo en el cual un agregado carbonáceo reemplaza el agregado normal usado en la mezcla del concreto. Tiene algunas propiedades similares a la bentonita, es decir, provoca poca corrosión con ciertos metales y tiene baja resistividad. Fue desarrollada como un proceso que se inició en 1962 cuando ingenieros de Marconi descubrieron un material que conducía por movimiento de electrones más bien que de iones. Contiene una forma cristalina de carbón y el material global tiene bajo contenido de sulfato y cloruro.

Se ha declarado que hay algo de corrosión de materiales ferrosos y de cobre mientras la Marconita está en forma ligosa, pero también se ha sugerido que forma una capa protectora delgada. Cuando el concreto ha fraguado, se dice que la corrosión cesa. Idealmente, en el punto de ingreso a la estructura Marconita, el metal debe pintarse con bitumen o una pintura bitumástica para prevenir la corrosión en ese punto. El aluminio, el acero galvanizado o con una capa de estaño, no deben instalarse en Marconita.

Cuando la Marconita se mezcla con concreto, su resistividad puede bajar tanto como a 0,1 ohm-metro. Mantiene su humedad aún bajo condiciones muy secas, de modo que ha sido usada en los climas más cálidos como una alternativa a la Bentonita. Su principal aplicación en el Reino Unido es en instalaciones donde el robo o la interferencia de terceras personas se convierte en un problema, o para encerrar electrodos en perforaciones o espacios en el

interior de rocas. También es probable que los espacios se llenen parcialmente con otros materiales tales como concreto para reducir la cantidad de material pate ntado que se requiera. Normalmente se considera que la Ma rconita tiene una resistividad de 2 ohm-metro. También se usa la Ma rconita algunas veces para piso anti estático y apantallamiento electromagnético.

Yeso. Ocasionalmente, el sulfato de calcio (yeso) se usa como material de relleno, ya sea solo o mezclado con Bentonita o con el suelo natural del área. Tiene baja solubilidad, por lo tanto no se desprende fácilmente lavándolo y tiene baja resistividad (aproximadamente 5-10 ohm-metro en una solución saturada). Es virtualmente neutro, con un valor de pH entre 6,2 y 6,9.

Se presenta en la naturaleza en forma natural, de modo que su uso generalmente no provoca dificultades ambientales. Se asegura que no causa corrosión con el cobre, aunque algunas veces el pequeño contenido de SOS ha causado preocupación por su impacto en estructuras de concreto y fundaciones (cimientos). Es relativamente barato y normalmente se mezcla con el terreno para formar un relleno alrededor del electrodo de tierra.

Se asegura que ayuda a mantener una resistividad relativamente baja durante un largo período de tiempo, en áreas donde las sales existentes en la vecindad se disuelvan rápidamente por movimiento de agua. Sin embargo, el hecho de que el material no se disuelva fácilmente moderará los beneficios obtenidos, ya que no penetrará difundiendo en la tierra. Esto significa que el efecto beneficioso estará localizado digamos en una área excavada en torno a un electrodo enterrado.

Efecto del tamaño del electrodo.

Efectos por el largo del electrodo. Como se puede sospechar, enterrando un electrodo largo más dentro de la tierra, decrece materialmente su resistencia. En general, doblar la longitud de la varilla reduce la resistencia aproximadamente en un 40%.

La curva de la Figura.11 *Efecto del largo del electrodo en la resistencia a tierra*, muestra este efecto por ejemplo, observe que una jabalina enterrada dos pies tiene una resistencia de 88 ohms, mientras que la misma jabalina enterrada el doble tiene una resistencia de alrededor de 50 ohms.

Empleando la regla de reducción a 40%, $88 \times 0.4 = 35$ ohms de reducción. Una varilla de 4 pies de profundidad, por este cálculo tendría una resistencia de $88 - 35 = 53$ ohms comparándose muy cercanamente a los valores de la curva.

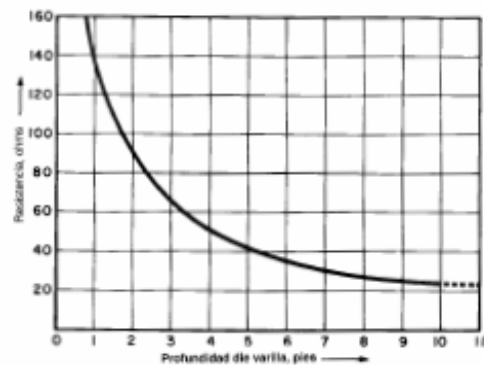
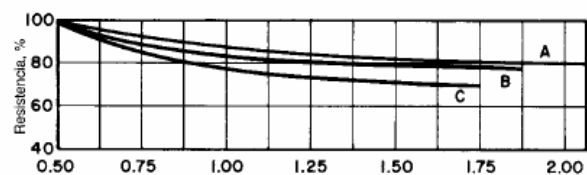


Figura 11

Efecto del largo del electrodo en la resistencia a tierra

Efectos por el diámetro del electrodo. Al que para el largo del electrodo también podría pensarse que incrementando el diámetro del mismo o disminuye la resistencia. En realidad lo hace, pero solo muy poco si los comparamos. El aumento del diámetro del electrodo que es lo que comúnmente se hace, no disminuye proporcionalmente la resistencia eléctrica del electrodo. Principalmente es el suelo que rodea a la jabalina el que determina la resistencia.

Los ensayos en este tema han demostrado que la diferencia de resistencia obtenida entre las jabalinas disponibles comercialmente es despreciable. Para la misma profundidad, doblar el diámetro de la barra copperweld o jabalina reduce la resistencia solo 10%.



A - Ensayos del Bureau of Standards

B - Promedio de ensayos Underwriters Laboratories of Chicago

C - Promedio de ensayos Underwriters Laboratories of Pittsburgh

Figura 12

Efecto del diámetro del electrodo en la resistencia a tierra

La figura 12 *Efecto del diámetro del electrodo en la resistencia a tierra* muestra esta relación. Por ejemplo, una jabalina de 5/8 de pulgada de diámetro tiene una resistencia de 6.33 ohms, si aumentamos su diámetro a 1-1/4 pulgada la resistencia disminuye solo a 5.6 ohms. Es decir un 10% mientras que el peso el cual determina el precio es el doble. Por esta razón, normalmente solo considere incrementar el diámetro de la varilla si tiene que enterarla en terrenos duros. Por lo tanto la determinación del diámetro de la jabalina depende de la resistencia mecánica del terreno.

Es importante que la jabalina tenga buena resistencia mecánica para lograr un fácil hincado sin problemas de pandeo y una eficaz protección contra la corrosión para tener una gran duración. Las jabalinas tipo copperweld tienen una resistencia a la rotura de 50 kg./mm² y una gruesa capa de cobre. Como dato ilustrativo en la mayoría de los terrenos se pueden hincar sin problema jabalinas de 1/2" x 3 mts., para terrenos más duros es aconsejable 5/8" o 3/4" dependiendo del mismo.

Uso de electrodos múltiples. Cuando enterramos los electrodos bien espaciados en la tierra, estos proporcionan caminos paralelos. Son en efecto, dos resistencias en paralelo. No obstante, la regla para dos resistencias en la paralelo no se aplica exactamente; esto significa que la resistencia resultante no es la mitad de la resistencia de un electrodo individual, esto suponiendo que sean del mismo diámetro y largo. Realmente, la reducción de dos electrodos de igual resistencia es próxima al 40%. Si se emplean tres electrodos la reducción es cercana al 60%, y si se utilizan cuatro será alrededor del 66% tal como se observa en la figura a continuación.

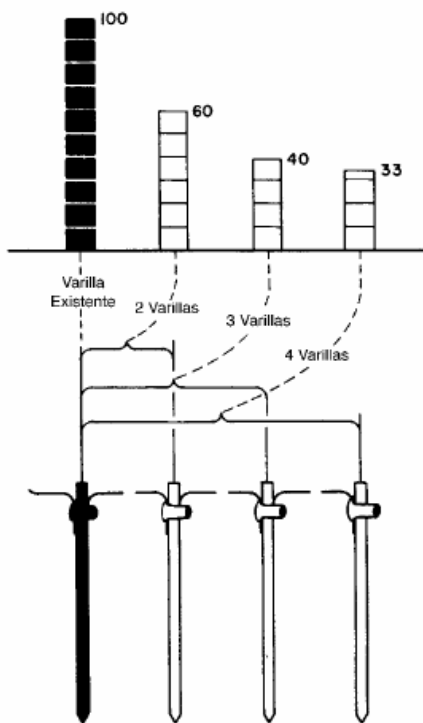


Figura 13

Resultados obtenidos del uso de electrodos múltiples

Cuando se emplean múltiples electrodos, estos deben espaciarse más que la longitud de su inmersión. Existen razones teóricas para esto, pero solo necesita referirse a las curvas tales como las de la Figura 13. Por ejemplo, si tiene dos electrodos en paralelo y un

espaciamiento de 10 pies, la resistencia se disminuye aproximadamente en un 40%. Si el espaciamiento se incrementa al doble la reducción es aproximadamente 50%.

Cómo elegir el punto más oportuno para enterrar dispersores:

Se debe elegir los lugares que presenten menor resistividad. El terreno lluvioso es el mejor, buscando preferentemente capas de humus profundas, preferir zonas vegetadas, las que mantienen muy bien la humedad. En terrenos ondulados es preferible enterrar los dispersores en zonas de depresión. Preferir zonas de embalses de aguas de lluvia o de desagües, se pueden crear desagües artificiales hacia los lugares donde se encuentran enterrados los dispersores. Un buen electrodo de tierra de baja resistencia depende de un terreno de baja resistividad en un punto en el que se puedan enterrar los electrodos. Existen dos maneras para seleccionar el lugar.

1. Enterrar varillas en varios lugares a las profundidades que se requieran y probar su resistencia mientras se entierran.
2. Medir la resistividad del terreno antes de enterrar las varillas de tierra.

Luego calcular el número y la longitud de las varillas requeridas. Para obtener un electrodo de baja resistencia en un lugar desfavorable, disponga líneas rectas separadas entre sí 10 pies, que cubran el área. Entierre estas cas separadas entre sí 10 pies, pero a una profundidad no mayor de 6 pulgadas, a lo largo de una línea a-b -c-d, como se muestra en la figura 20. Mida la resistencia R entre las estacas b y c, usando el método descrito para resistividad del terreno.

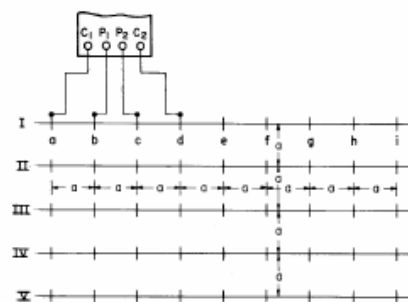


Figura 14

Método para determinar el mejor lugar de un electrodo de tierra

El lugar que dé la lectura más baja en el probador de tierra MEGGER es el más deseable. Luego cambie las estacas a lo largo de la línea en cuestión a los puntos b-c-d-e, c-d-e-f y así sucesivamente (vea la figura 20) y pruebe hasta que se haya cubierto la línea completa. En seguida, pase a la siguiente línea y repita el

proceso hasta haber cubierto el área seleccionada. El lugar que dé el valor más bajo para R tiene la resistencia específica menor para el terreno a la profundidad seleccionada de 10 pies. Ese punto le dará el lugar, más conveniente deseado, para el mejor electrodo de tierra. Si usted desea resultados afectados por la resistividad promedio del terreno a una profundidad de 20 pies, repita el sondeo con líneas separadas entre sí 20 pies y con estacas espaciadas entre sí 20 pies. Tales sondeos no llevan mucho tiempo y se amortizarán en el aseguramiento de un buen sistema de tierras.

ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA.

Los electrodos de puesta a tierra estarán formados por materiales metálicos en forma de varillas, cables, chapas, perfiles, que presenten una elevada resistencia a la corrosión por sí mismos, o mediante una protección adicional. En este último caso se tendrá especial cuidado de no dañar el recubrimiento de protección durante el hincado. Si se utilizasen otros materiales habrá de justificarse su empleo. Los electrodos podrán disponerse de las siguientes formas:

- Jabalinas hincadas en el terreno, constituidas por tubos, barras u otros perfiles, que podrán estar formados por elementos empalmables.
- Varillas, barras o cables enterrados, dispuestos en forma radial, mallada, anular.
- Placas o chapas enterradas.

DIMENSIONES MÍNIMAS DE LOS ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA

- Las dimensiones de las jabalinas se ajustarán a las especificaciones siguientes:
 - ☐ Las varillas de cobre o acero recubierta de cobre, no serán de un diámetro inferior a 14 mm.
 - ☐ Los tubos de cobre o acero recubiertos de cobre no serán de un diámetro inferior a 30 mm ni de un espesor de pared inferior a 3 mm.
 - ☐ Los perfiles de acero no serán de un espesor inferior a 5 mm ni de una sección inferior a 350 mm².
- Los conductores enterrados, sean de varilla, cable o planchuela, deberán ser de cobre o de acero recubierto de cobre y deberán tener una sección mínima de 35 mm². El espesor mínimo de las planchuelas y el diámetro mínimo de los alambres de los cables no será inferior a 2 mm en el caso de cobre, y 3 mm en el caso de acero recubierto de cobre.
- Las placas o chapas deberán ser de cobre o de acero recubierto de cobre y tendrán un espesor mínimo de 2 mm.
- En el caso de suelos en los que pueda producirse una corrosión particularmente importante, solo se admitirá el uso de materiales de cobre.

- Para el cálculo de la sección de los electrodos se remite a lo indicado en el capítulo de "Líneas de Tierra".

INSTALACIONES DE ELECTRODOS

En la elección del tipo de electrodos, así como su forma de colocación y de su emplazamiento, se tendrán presentes las características generales de la instalación eléctrica, del terreno, el riesgo potencial para las personas y los bienes.

Se procurará utilizar las capas de tierra más conductoras, haciéndose la colocación de electrodos con el mayor cuidado posible en cuanto a la compactación del terreno. Se deberá tener presente la influencia de las heladas para determinar la profundidad de la instalación teniendo esta un mínimo de 25 cm de profundidad.

PROCEDIMIENTO GENERAL

Como se ha establecido el procedimiento de cálculo que se realice debe contener lo establecido en la Guía IEEE-80 o equivalente, por lo que en términos generales deberá contemplar como mínimo los siguientes pasos:

- Investigación de las características de resistividad y homogeneidad del suelo.
- Determinación, teniendo especialmente en cuenta la información suministrada por el Distribuidor a estos efectos, de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente de eliminación del defecto de acuerdo al sistema de protecciones que prevea.
- Diseño preliminar de la instalación de tierra.
- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.
- Cálculo de las tensiones de paso y toque si corresponde en el exterior de la instalación.
- Cálculo de las tensiones de paso y de toque en el interior de la instalación.
- Comprobar que las tensiones de paso y toque calculadas en 5 y 6 son inferiores a los valores máximos admisibles de acuerdo a los tiempos determinados en 2.
- Investigación de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de cualquier punto potencialmente peligroso y estudio de las formas de eliminación o reducción.
- Corrección y ajuste del diseño inicial hasta obtener el definitivo.
- Dimensionado definitivo de la instalación de tierra en función de la intensidad que circula en el defecto y de su tiempo de duración.
- Realización de la memoria de cálculo, planos y diagramas que deberán quedar contenidas en la Memoria del Proyecto.



CAPITULO 2

FABRICANTE DE SISTEMAS DE CANALIZACION POR BANDEJAS PORTACABLES



BANDEJAS PORTACABLES Y ACCESORIOS DE MATERIAL:

ACERO GALVANIZADO
ACERO PREGALVANIZADO
ALUMINIO
ACERO INOXIDABLE

FONDO DE TIPO:

ESCALERA
VENTILADO
RANURADO
SÓLIDO
CORRUGADO
MAYA

Solicite su manual de sistemas de canalización por bandejas portacables

CONTENIDO CAPITULO 2

Moldes para conexiones exotérmicas

Proceso de soldadura exotérmica en sistemas GEDIWELD	Capítulo 2 Sección 1 - 1
Como realizar soldadura exotérmica	Capítulo 2 Sección 1 - 1
Soldadura exotérmica	Capítulo 2 Sección 1 - 2
Proceso de la soldadura exotérmica	Capítulo 2 Sección 1 - 2
Inspección	Capítulo 2 Sección 1 - 2
Tamaño	Capítulo 2 Sección 1 - 2
Color	Capítulo 2 Sección 1 - 2
Acabado superficial	Capítulo 2 Sección 1 - 2
Porosidad	Capítulo 2 Sección 1 - 2
Polvo de soldadura	Capítulo 2 Sección 1 - 3
Moldes para soldadura exotérmica	Capítulo 2 Sección 1 - 3
Ventajas Técnicas	Capítulo 2 Sección 1 - 3
Aplicaciones de la soldadura exotérmica	Capítulo 2 Sección 1 - 3
Materiales aplicables	Capítulo 2 Sección 1 - 3
Instrucciones generales de seguridad	Capítulo 2 Sección 1 - 3
Preparación del Conductor	Capítulo 2 Sección 1 - 4
Preparación de las superficies de acero	Capítulo 2 Sección 1 - 4
Preparación del molde de grafito	Capítulo 2 Sección 1 - 4
Preparación de las barras de puesta a tierra	Capítulo 2 Sección 1 - 4
Conexiones a tuberías o tanques	Capítulo 2 Sección 1 - 4

Moldes Gediweld

Cable a Cable	Capítulo 2 Sección 2 - 1
Conexión lineal por los extremos tipo CC-LH	Capítulo 2 Sección 2 - 1
Conexión con derivación en TEE tipo CC-DH	Capítulo 2 Sección 2 - 1
Conexión con derivación en EQUIS tipo CC-XPB	Capítulo 2 Sección 2 - 2
Conexión pasante sobrepuesto en EQUIS tipo CC-XSH	Capítulo 2 Sección 2 - 2
Conexión pasante sobrepuesto con derivación tipo CC-PSD	Capítulo 2 Sección 2 - 3
Conexión pasante sobrepuesto paralelo tipo CC-PPS	Capítulo 2 Sección 2 - 3
Cable a Barra Copperweld	Capítulo 2 Sección 2 - 4
Conexión con derivación a tope tipo CP-HCJ	Capítulo 2 Sección 2 - 4
Conexión en derivación TEE a tope tipo CP-HCT	Capítulo 2 Sección 2 - 4
Conexión sobrepuesta en EQUIS tipo CP-HCL	Capítulo 2 Sección 2 - 5
Conexión pasante paralela sobrepuesta tipo CP-VSD	Capítulo 2 Sección 2 - 5
Conexión entre extremos de barras tipo PP-EE	Capítulo 2 Sección 2 - 5
Cable a Superficie	Capítulo 2 Sección 2 - 6
Conexión con derivación a ras tipo CS-SCA	Capítulo 2 Sección 2 - 6
Conexión con derivación elevada tipo CS-SCE	Capítulo 2 Sección 2 - 6
Conexión pasante elevada a superficie tipo CS-SPE	Capítulo 2 Sección 2 - 6
Conexión vertical inclinada tipo CS-SCI	Capítulo 2 Sección 2 - 6
Conexión pasante a superficie vertical tipo CS-SEV	Capítulo 2 Sección 2 - 6
Conexión con derivación a superficie vertical tipo CS-SEB	Capítulo 2 Sección 2 - 6
Cable a Cabilla	Capítulo 2 Sección 2 - 7
Conexión con derivación tipo CV-DS	Capítulo 2 Sección 2 - 7
Conexión horizontal pasante elevada en EQUIS tipo CV-PH	Capítulo 2 Sección 2 - 7
Conexión pasante paralela tipo CV-PP	Capítulo 2 Sección 2 - 7
Conexión vertical con derivación tipo CV-DP	Capítulo 2 Sección 2 - 8
Conexión vertical sobrepuesta en EQUIS tipo CV-PV	Capítulo 2 Sección 2 - 8

CONTENIDO CAPITULO 2

Conexión en TEE a tope tipo CV-TH	Capítulo 2 Sección 2 - 8
Cable a Barra de cobre tipo pletina	Capítulo 2 Sección 2 - 9
Conexión horizontal pasante por el extremo tipo CB-PH	Capítulo 2 Sección 2 - 9
Conexión vertical pasante por el extremo tipo CB-PV	Capítulo 2 Sección 2 - 9
Conexión vertical con derivación por el canto tipo CB-DV	Capítulo 2 Sección 2 - 9
Conexión horizontal con derivación por el canto tipo CB-DV	Capítulo 2 Sección 2 - 9
Conexión a terminal sobrepuesto tipo CB-TS	Capítulo 2 Sección 2 - 10
Conexión a terminal por el canto tipo BC-TP	Capítulo 2 Sección 2 - 10
Placas para puesta a tierra	Capítulo 2 Sección 2 - 11
Soldadura para rieles ferroviarios	Capítulo 2 Sección 2 - 12
Moldes para conexión cable a riel	Capítulo 2 Sección 2 - 13
Conexión con derivación vertical tipo CS-DV	Capítulo 2 Sección 2 - 13
Conexión con derivación vertical tipo CR-TD	Capítulo 2 Sección 2 - 13
Conexión con derivación vertical tipo CR-TI	Capítulo 2 Sección 2 - 13
Conexión con derivación vertical tipo CR-TP	Capítulo 2 Sección 2 - 13

Cartuchos para conexiones GEDIWELD

<i>Polvo para soldadura exotérmica</i>	Capítulo 2 Sección 3 - 1
Generalidades	Capítulo 2 Sección 3 - 1
Combinaciones	Capítulo 2 Sección 3 - 1
Inspección	Capítulo 2 Sección 3 - 1
Porosidad	Capítulo 2 Sección 3 - 2
Tamaño	Capítulo 2 Sección 3 - 2
Acabado superficial	Capítulo 2 Sección 3 - 2
Ventajas	Capítulo 2 Sección 3 - 2
Presentación	Capítulo 2 Sección 3 - 2

Accesorios para soldadura exotérmica

Accesorios para soldadura exotérmica	Capítulo 2 Sección 4 - 1
Caja de herramientas para soldadura	Capítulo 2 Sección 4 - 1
Lentes de seguridad	Capítulo 2 Sección 4 - 1
Guantes	Capítulo 2 Sección 4 - 1
Raspador curvo	Capítulo 2 Sección 4 - 1
Capillo carda	Capítulo 2 Sección 4 - 1
Brocha	Capítulo 2 Sección 4 - 1
Alicate universal	Capítulo 2 Sección 4 - 1
Alicate de presión	Capítulo 2 Sección 4 - 1
Pinza de electricista	Capítulo 2 Sección 4 - 1
Martillo	Capítulo 2 Sección 4 - 1
Lima	Capítulo 2 Sección 4 - 1
Destornillador	Capítulo 2 Sección 4 - 1
Cepillo de cerdas naturales	Capítulo 2 Sección 4 - 1
Cepillo de alambre	Capítulo 2 Sección 4 - 2
Cepillo doble en "V"	Capítulo 2 Sección 4 - 2
Raspador	Capítulo 2 Sección 4 - 2
Palillos Ignitores	Capítulo 2 Sección 4 - 2
Disco metálico	Capítulo 2 Sección 4 - 2
Masilla de empaque	Capítulo 2 Sección 4 - 2
Galvanizado en frío	Capítulo 2 Sección 4 - 2

CONTENIDO CAPITULO 2

Thinner para galvanizado en frío	Capítulo 2 Sección 4 - 2
Grapa para alinear barras copperweld	Capítulo 2 Sección 4 - 2
Alicate para sujetar cables	Capítulo 2 Sección 4 - 2
Alicate para moldes pequeños	Capítulo 2 Sección 4 - 2
Alicate para moldes medianos	Capítulo 2 Sección 4 - 3
Alicate para moldes grandes	Capítulo 2 Sección 4 - 3
Alicate de cadena vertical	Capítulo 2 Sección 4 - 3
Alicate de cadena horizontal	Capítulo 2 Sección 4 - 3
Alicates magnéticos	Capítulo 2 Sección 4 - 3
Alicate con soporte para molde	Capítulo 2 Sección 4 - 3
Jabalina copperweld	Capítulo 2 Sección 4 - 3
Tomacable para barra copperweld	Capítulo 2 Sección 4 - 3
Conector para derivación KS (Cobre)	Capítulo 2 Sección 4 - 3
Conector para derivación KSU (Bimetálico)	Capítulo 2 Sección 4 - 3
Conector para unir cable a tubo	Capítulo 2 Sección 4 - 4
Aislador de Resina	Capítulo 2 Sección 4 - 4
Espárrago para aisladores	Capítulo 2 Sección 4 - 4
Conector tipo L (Tipo zapato)	Capítulo 2 Sección 4 - 4
Conector de derivación C	Capítulo 2 Sección 4 - 4
Terminal anillo no aislado	Capítulo 2 Sección 4 - 4
Terminal anillo aplicaciones especiales	Capítulo 2 Sección 4 - 5
Terminal de dos huecos	Capítulo 2 Sección 4 - 5
Conector largo no aislado	Capítulo 2 Sección 4 - 5
Conector corto no aislado	Capítulo 2 Sección 4 - 6
Trenzas flexibles de cobre	Capítulo 2 Sección 4 - 6
Tuercas de bronce silicio	Capítulo 2 Sección 4 - 6
Arandela de presión de bronce silicio	Capítulo 2 Sección 4 - 6
Arandela plana bronce silicio	Capítulo 2 Sección 4 - 6
Tornillo bronce silicio	Capítulo 2 Sección 4 - 6

Combinaciones de moldes

Combinaciones de moldes	Capítulo 2 Sección 5 - 1
Conexión horizontal por los extremos	Capítulo 2 Sección 5 - 1
Conexiones en Tee	Capítulo 2 Sección 5 - 1
Conexiones en Equis o Cruzadas	Capítulo 2 Sección 5 - 2
Conexión a tope en equis sobre barra copperweld	Capítulo 2 Sección 5 - 2
Conexión a tope en Tee sobre barra copperweld	Capítulo 2 Sección 5 - 3

Recomendaciones para solventar problemas en las conexiones GEDIWELD

Recomendaciones para solucionar problemas	Capítulo 2 Sección 6 - 1
---	--------------------------

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS
EXOTHERMIC CONNECTION PROCESS

COMO REALIZAR SOLDADURAS EXOTERMICAS

Paso 1 Si el cable dispone de aislamiento, eliminarlo en una longitud de 15 cm. Utilizando la herramienta apropiada, cepillar las partes metálicas a soldar para eliminar todo resto de óxido o suciedad



Paso 2 Antes de realizar la primera soldadura, es imprescindible precalentar el molde con una llama durante unos minutos. De esta forma, se eliminará cualquier humedad existente en el molde y se evitarán las soldaduras porosas.



Paso 3 Abrir el molde separando los mangos del alicate. Para la colocación de los cables, barras u otros elementos a soldar dentro del molde, sigan el instructivo de cada caso y/o consulte al personal técnico de GEDISA.



Paso 4 Cerrar el alicate del molde y bloquearlo en dicha posición para evitar fugas de metal fundido durante el proceso de soldadura. Colocar el disco metálico adecuado con la parte cónica hacia abajo en el fondo de la tolva de forma que pueda obturar el orificio de colada.



Paso 5 Abrir el cartucho recomendado para el tipo de conexión a realizar y vaciar el contenido de polvo para soldadura en el crisol o cámara de reacción del molde.



Paso 6 Cerrar la tapa del molde. Accionar el fósforo ignitor e introducirlo a la cámara de reacción del molde. Esperar unos momentos mientras se desarrolla la reacción provocada por la reducción del óxido de cobre por el aluminio.



Paso 7 Esperar unos segundos mientras transcurre la reacción exotérmica dentro del molde



Paso 8 De un tiempo antes de proceder a abrir el molde. Abrir completamente para poder extraer la soldadura. Durante esta operación tenga un especial cuidado en no dañar el molde de grafito.



Paso 9 Elimine la escoria de la tolva, del orificio de colada y la tapa del molde con el rascador de moldes. Limpiar los restos de suciedad de la cámara de soldadura con una brocha. Si el molde se mantiene todavía caliente, puede hacer una nueva soldadura sin precalentarlo.



PROCESO DE SOLDADURA EXOTERMICA

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS EXOTHERMIC CONNECTION PROCESS

SOLDADURA EXOTÉRMICA.

Los materiales que componen los productos de soldaduras e ignición son mezclas de diversas granulomemas. Después de la ignición se produce una reacción exotérmica que resultan en metales fundidos con temperatura superior a 2200 C(4000F) y en consecuencia la liberación de humo localizado. Estos materiales no son explosivos.

La temperatura de ignición es superior a 450 C (850F), para el palillo de ignición y de 900 C(1650F) para el polvo de soldadura. Puesta en marcha la ignición el proceso se completa en torno a 30 seg. Este tiempo necesario para que se complete la reacción y para que el material fundido se solidifique. Es importante destacar que las normativas IEC y IEEE regulan a que todas las conexiones de los sistemas de puesta a tierra deben ser realizadas mediante soldadura exotérmica.

PROCESO DE LA SOLDADURA EXOTÉRMICA

El proceso de la soldadura exotérmica es un método de hacer conexiones eléctricas de cobre a cobre o de cobre a acero u otro metal sin requerir ninguna fuente exterior de calor o de energía.

En este proceso, se enciende el polvo granular metálico en un molde de alta temperatura. Este proceso de ignición de las partículas (reacción exotérmica) produce una temperatura superior a 1,400 grados centígrados y en consecuencia la liberación de humo localizado. El metal líquido de cobre fluye en la cavidad de la soldadura, llenando cualquier espacio disponible. Puesta en marcha la ignición el proceso se completa en torno de 30 segundos.



La soldadura deberá entonces enfriar y solidificar. Se retira el molde y estará listo para la siguiente soldadura. Las conexiones de soldadura exotérmica producen una unión o conexión permanente superior en funcionamiento comparado con cualquier conector mecánico o conector tipo compresión superficie con superficie.



INSPECCIÓN:

La conexión exotérmica terminada debe tener una apariencia sólida con relación al tamaño, acabado superficial, coloración y porosidad. Se explicará a continuación cada uno de estos ítems con más detalles.

Para inspeccionar conexiones exotérmicas realizadas sobre barras de puesta a tierra y/o superficies de acero, se aplican leves golpes de martillo sobre ellas (se recomienda de uno a tres golpes de martillo). Los golpes deben darse directamente sobre la mayor masa de la conexión, de tal modo que no causen daño en el cable. El criterio del inspector es importante, especialmente cuando verifique conexiones menores, observándose el número e intensidad de los golpes.

TAMAÑO:

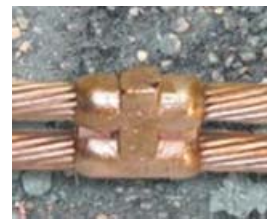
La conexión exotérmica deberá tener suficiente relleno para cubrir completamente los conductores. Una falla en la cobertura puede indicar utilización de un cartucho menor al requerido como una pérdida excesiva. Los filetes de pérdida a lo largo de conductores conformados por siete hilos pueden controlarse con pasta de sellado Z30 (EXOSOLDA). Sin embargo, pérdidas excesivas en las uniones del molde y en las aberturas de los conductores son frecuentemente, el resultado de utilizaciones prolongadas del molde.

COLOR:

Para obtener un mejor color de la conexión exotérmica, una vez terminada la misma, proceda refregándola con un cepillo de cerdas leves. El color normal debe ir de oro a bronce.

ACABADO SUPERFICIAL:

La superficie de la conexión debe estar razonablemente lisa y libre de depósitos mayores de escoria que pueden tener 12,4 mm o más de diámetro y 1,5 mm o más de profundidad bajo la superficie. El depósito mayor de escoria no debe confundirse con la escoria normal que se presenta en el tope de todas las conexiones exotérmicas.



POROSIDAD:

La conexión debe estar libre de porosidades mayores debido a la escoria. Pueden tolerarse pequeños orificios. Una masa esponjosa o de grandes orificios y profundos no deben tolerarse. Éstos indican generalmente:

- ☐ Molde o conductor húmedo.
- ☐ Aislante en los hilos del conductor.
- ☐ Alquitrán o grasa de cables resistentes a los agentes atmosféricos (intemperie) en los hilos.

Moldes y conductores secos así como la utilización de solventes pueden eliminar la mayoría de las porosidades. Las conexiones para superficies galvanizadas algunas veces exhiben porosidades debido al zinc que se evapora de la superficie galvanizada. Esta condición podrá minimizarse o eliminarse retirando la parte del zinc de la superficie galvanizada. Sin embargo, es normal la existencia de ligeros poros en conexiones a superficies galvanizadas, especialmente en soldaduras hechas con moldes fríos.

PROCESO DE SOLDADURA EXOTERMICA

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS EXOTHERMIC CONNECTION PROCESS

POLVO DE SOLDADURA:

El polvo de soldadura se compone de una mezcla exotérmica de óxido de cobre y aluminio. El metal obtenido tiene como mínimo una tensión de ruptura de 26,8 kg/mm². Este valor se basa en muestras de 12,7 mm de diámetro, sin fallas.



VENTAJAS TÉCNICAS

Este proceso es una soldadura molecular cuyo material utilizado tiene el mismo punto de fusión del cobre. Estando lista la soldadura, la sección transversal de la conexión es dos veces mayor que la de los conductores que están siendo unidos, obteniéndose los siguientes resultados:

1. El material utilizado para la realización de la conexión tiene una durabilidad igual a los otros materiales conectados.
2. Las conexiones no son dañadas cuando aparecen altas irrupciones o picos de corriente. Pruebas demuestran que circulando corrientes elevadas como las de cortocircuito, el conductor se funde y no la conexión.
3. No se deteriora con el tiempo
4. Las conexiones no se aflojan ni sufren corrosión en la parte de la soldadura, independientemente del ambiente en que se aplican.
5. No presentan problemas de insuficiencia de superficie de contacto o puntos de concentración de presiones. La conexión exotérmica se transforma en parte integrante del conductor.
6. Las conexiones exotérmicas poseen capacidad de conducción de corriente igual o superior a la de los conductores.
7. Soporta averías eléctricas repetidas
8. Como la reacción se completa en pocos segundos, la cantidad total del calor aplicada a los conductores o superficie es inferior a la aplicada en otros métodos de soldadura. Este aspecto es importante especialmente en la conexión de conductores aislados o tubos de pared fina
9. Bajo costo de mano de obra
10. No requiere habilidad especial
11. La calidad puede ser revisada visualmente

APLICACIONES DE LA SOLDADURA EXOTERMICA

La soldadura exotérmica tiene gran variedad de usos Y aplicaciones tanto en el área eléctrica así como en otras actividades.

En el área eléctrica su principal aplicación esta en la interconexión de conductores y se circunscribe a las conexiones entre:

- ☐ Cable a cable
- ☐ Cable a barra copperweld para puesta a tierra

- ☐ Cable a barras rectangulares de cobre o aluminio
- ☐ Cable a superficies metálicas
- ☐ Cable a rieles ferroviarios
- ☐ Cable a cabillas utilizadas en la construcción
- ☐ Barra a barra rectangular de cobre o aluminio
- ☐ Barra copperweld a barra copperweld
- ☐ Barra rectangular a superficie metálica
- ☐ Otra aplicación en la industria ferroviaria eléctrica, es la soldadura de los conductores del circuito eléctrico de retorno a los rieles.
- ☐ Conexiones mediante soldadura exotérmica para empalmar el "tercer riel" en las líneas de tránsito ferroviario pesado.
- ☐ Las conexiones mediante soldadura exotérmica también se utilizan para conexiones subterráneas aisladas de alto voltaje.
- ☐ Las Conexiones mediante soldadura exotérmica también se emplean en aplicaciones industriales para soldar barras de cobre o de aluminio.

MATERIALES APLICABLES

Conexiones de soldadura exotérmicas no exonerarán ni extenderán en resistencia sobre la vida de la instalación.

Según lo recomendado por las regulaciones del IEC y del IEEE, todos los sistemas de conexiones de puesta a tierra deberán concebirse con soldadura exotérmica. Las conexiones deberán incluir sin limitarse a ello, empalmes de cable a cable, o en formas de T's, X's, etc.; cables a electrodos de puesta a tierra, cables a superficies de acero y hierro; barras a superficies de acero.

Aparte del cobre, la soldadura exotérmica también es aplicable a los siguientes materiales:

- ☐ Acero
- ☐ Acero inoxidable
- ☐ Rieles de acero
- ☐ Monel
- ☐ Acero Revestido de Cobre
- ☐ Hierro Fundido

INSTRUCCIONES GENERALES DE SEGURIDAD

Para realizar una soldadura exotérmica perfecta y con seguridad, solicitamos que se cumplan las siguientes instrucciones:

1. Utilice los implementos de seguridad adecuados: ropa apropiada, lentes de seguridad y guantes cuando realice soldadura exotérmica.
2. Solamente use materiales y equipos GEDIWELD para efectuar conexiones exotérmicas.
3. Sólo efectúe las conexiones con el molde diseñado para esa determinada aplicación, para lo cual utilice los especificados impresos en la placa del molde.
4. No utilice moldes rotos o desgastados que podrían tener fugas de metal de soldadura fundido.
5. Asegúrese que el material que esta siendo soldado tiene las acometidas adecuadamente en el molde y que el molde cerrará herméticamente alrededor de ellos.

PROCESO DE SOLDADURA EXOTERMICA

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS EXOTERMIC CONNECTION PROCESS

1. No efectúe modificaciones o alteraciones en los moldes o sus accesorios sin la debida autorización de GEDISA.
2. Evite respirar las concentraciones de humo, pueden ser nocivas para su salud.
3. Evite el contacto con los materiales calientes, tales como moldes o conexiones recién hechas.
4. Tome precauciones de incendio en el área de la soldadura.
5. Provea ventilación adecuada en los locales donde el flujo de aire es insuficiente para evitar que los operadores respiren el humo.
6. Verifique que se esté utilizando el molde correcto y que el conjunto esté bien montado.
7. Avise a los empleados que trabajan en las proximidades que están en área de soldadura.
8. Retire o proteja los materiales contra peligro de incendio en las áreas próximas a soldaduras.
9. Evite humedad y contaminación en el molde y en los materiales que se soldaran.
10. El contacto de metal fundido con humedad o contaminantes puede provocar salpicaduras de material candente fuera de molde.
16. Los materiales de soldadura e ignición son mezclas exotérmicas y reaccionan produciendo materiales fundidos calientes con temperaturas superiores a 2200° C y la liberación correspondiente del humo localizado.
17. En caso de incendio, utilizar agua o CO2 para el control de los contenedores que se estén quemando. El agua en grandes cantidades ayudará al control de un incendio donde los materiales exotérmicos se viesen involucrados. El agua debe ser aplicada a distancia.
18. Capacite adecuadamente al operador en el uso de los materiales.
19. El no acatamiento de los procedimientos indicados pueden producir soldaduras inadecuadas, daños al material que se este soldando o puede crear situaciones de riesgo para el operario.
20. Cumpliendo las recomendaciones y procedimientos de soldadura se evitarán riesgos o incendios causados por salpicaduras de material fundido.

Pueden existir aplicaciones o condiciones que requieran consideraciones especiales. Las siguientes son ejemplos, y no se pretende que sea un listado completo de éstas aplicaciones/condiciones.

PREPARACION DEL CONDUCTOR

1. El cable debe estar limpio y seco.
2. Los conductores que estén impregnados de aceite o grasa deben limpiarse. Pueden limpiarse quemándolos con una antorcha o soplete.
3. Después de quemado el aceite o la grasa, debe removerse el residuo mediante un cepillo de alambre.
4. Emplear una llama o soplete para secar los conductores que puedan estar húmedos o mojados.
5. En caso de que los conductores estén deformes, enderezarlos antes colocarlos y cerrar el molde. Conductores deformes, doblados o sin redondez mantendrá al molde abierto, ocasionando fugas.
6. El cable corroído debe limpiarse. Para limpiar el cable use un cepillo metálico.

1. Es importante que los extremos de los cables estén limpios. Esto puede lograrse el mejor haciendo un nuevo corte en la punta del cable.
2. Quite el aislamiento del cable con la herramienta adecuada.
3. Para conductores flexibles utilice mangas. se recomiendan estas mangas de envoltura para cables menores a 300 MCM.

PREPARACIÓN DE LAS SUPERFICIES DE ACERO

1. La superficie deberá estar libre de óxido.
2. Debe estar perfectamente seca y plana.
3. Cualquier capa de óxido, pintura, grasa o suciedad deberá limpiarse mediante un disco de esmeril de grano fino preferentemente.
4. La humedad se eliminará con un soplete de llama.
5. Las superficies galvanizadas se limpiarán sin necesidad de eliminar la capa de zinc. No obstante, es muy posible que se tenga que reponer el recubrimiento de zinc en la superficie expuesta del acero, mediante la aplicación de productos de galvanizado frío, tales como el GALPRO comercializado por gedisa.
6. Bajo algunas condiciones de temperatura y humedad la superficie a ser soldada condensará causando porosidad en las soldaduras. Esto puede eliminarse calentando previamente la superficie con un soplete o llama.

PREPARACIÓN DEL MOLDE DE GRAFITO

La humedad en el molde provocará una soldadura porosa; por tanto deberá estar completamente seco en el momento de realizar cualquier soldadura. Antes de realizar la primera soldadura, se calentará el molde hasta que su temperatura no pueda soportarse al tacto, con una lámpara de soldar o quemando un cartucho o parte del mismo, en este caso, deberá realizarse con cuidado de no dañar la tenaza.

Para las soldaduras sucesivas, el calor desarrollado entre cada soldadura, mantendrá el molde a la temperatura correcta. Si el intervalo entre ellas provocase el descenso de esa temperatura, deberá reiniciarse el proceso.

PREPARACIÓN DE LAS BARRAS DE PUESTA A TIERRA

El extremo o tope de la barra tipo copperweld sobre la que se realice la soldadura, deberá estar perfectamente limpio, seco y exento de deformaciones al igual que lo indicado para los cables.

CONEXIONES A TUBERÍAS O TANQUES

Cuando suelde tuberías considerar lo siguiente:

Efectos que la soldadura puede tener sobre miembros estructurales y tuberías que tengan paredes delgadas. Evaluar previamente antes de una operación las tuberías presurizadas o que porten materiales inflamables o explosivos, a objeto de evitar los riesgos en el caso de una fusión a través del metal de la soldadura fundido caliente que entra en contacto con cualquier material inflamable o explosivo.

MOLDES PARA SOLDADURAS EXOTERMICAS

La reacción exotérmica de cobre, se lleva a cabo en un molde especialmente diseñado y fabricado en grafito de alta calidad, en la figura se pueden observar las partes que conforman este molde.

PROCESO DE SOLDADURA EXOTERMICA

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS EXOTHERMIC CONNECTION PROCESS



El molde esta compuesto por las siguientes partes:

- ☐ Placa de características e identificación fabricante
- ☐ Tapa del molde abisagrada
- ☐ Crisol o cámara de reacción para almacenar los materiales que reaccionan.
- ☐ Conducto o tobera de colada que conecta el crisol o cámara de reacción con la cavidad de soldado.
- ☐ Cavidad de soldado o cámara de soldadura donde se alojaran los conductores o materiales a soldar.
- ☐ Orificios para la colocación de los alicates de manipulación del molde.
- ☐ Guías de acople del molde

El molde esta planteado para permite un libre flujo del metal fundido a todas las secciones del crisol. De igual forma el crisol esta diseñado para permitir una remoción sencilla del molde de la unión terminada para incrementar su vida útil. Esta vida útil del molde tiene un promedio de unas 50 operaciones dependiendo de los cuidados y el mantenimiento que reciba.

En un molde el máximo esfuerzo mecánico se localiza en los orificios por donde se colocan los cables, debido a que, en cada unión, se utilizan conductores que se consideran redondos, se golpean las esquinas con las puntas del conductor, etc.

En muchas ocasiones, el operador utiliza conductores o cables reciclados de cobre con alto grado de oxidación o impurezas para sus sistemas de puesta a tierra. Debido a la oxidación tan avanzada, en la mayoría de los casos no es posible llevar a cabo una buena limpieza. Por lo que el uso de los moldes normales bajo estas circunstancias nos daría resultados no muy satisfactorios. Para estos casos, se recomienda el uso de moldes para servicio pesado o rudo, los cuales utilizan un cartucho de soldadura metálica con mayor contenido que el empleado en el molde normal para una misma aplicación.

El calor de la reacción con estos moldes no se incrementa pero si se prolonga por un período mayor, permitiendo que se quemen todos los vestigios de oxidación que no fueron removidos. La unión que se obtiene es por supuesto de mayor tamaño que la de un molde normal.

Se puede tener la impresión que la corriente de falla teórica calculada para el sistema de puesta a tierra pueda ser un poco más elevada de la calculada y por ende opte por emplear moldes para servicio pesado en lugar de los normales de forma de conseguir una masa mayor de metal en la conexión. Esto no es necesario, las pruebas en laboratorios han demostrado que se funde el conductor y no la conexión realizada con moldes normales, por lo tanto esta aplicación solo incrementaría el costo de la misma.

Tampoco debe especularse que el uso de un molde normal como un molde para servicio pesado es posible simplemente manipulando cartuchos de soldadura exotérmica más grandes.

Para incrementar la vida útil de los moldes, se pueden instalar desde la fábrica, platos de refuerzo en los orificios destinados al ingreso de los conductores o cables. Estos pueden ser suministrados en todos los moldes para cables de 70 mm² y mayores.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD:

Se han de cumplir todos los reglamentos y códigos oficiales aplicables al sitio de trabajo. Utilice siempre equipos de seguridad adecuados, tales como protección ocular, casco y guantes apropiados para el trabajo que vaya a desempeñar.



¡ADVERTENCIA!

Estos productos sólo se pueden utilizar según se indica y recomienda en las hojas de instrucciones (en www.gedisa.com.ve esta a su disposición hojas de instrucciones). La instalación, uso o mala aplicación podrían generar daños materiales o corporales.

Estos productos sólo deben utilizarse de acuerdo con las descripciones en las ilustraciones o instructivos que les acompañan. El incumplimiento de estas normativas puede producir fallos en el funcionamiento del producto, daños materiales o a personas. Los productos GEDIWELD están garantizados para su funcionamiento desde el mismo momento de su envío y de estar libres de defectos por material o mano de obra. Las instrucciones deben acatarse totalmente para garantizar un adecuado y seguro desempeño.

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS

EXOTHERMIC WELDING MOLD

NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Conductor A mm ² AWG/MCM	Conductor B mm ² AWG/MCM	Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE CABLE
PTCLH025025	CLH025025	25 4	25 4	25	2	Z-200	 CC-LH CONEXIÓN LINEAL HORIZONTAL END TO END
PTCLH035035	CLH035035	35 2	35 2	32	2	Z-200	
PTCLH050050	CLH050050	50 1/0	50 1/0	45	2	Z-200	
PTCLH070070	CLH070070	70 2/0	70 2/0	65	2	Z-200	
PTCLH095095	CLH095095	95 3/0	95 3/0	90	3	Z-201	
PTCLH100100	CLH100100	100 4/0	100 4/0	90	3	Z-201	
PTCLH120120	CLH120120	120 250	120 250	115	3	Z-201	
PTCLH150150	CLH150150	150 300	150 300	115	3	Z-201	
PTCLH185185	CLH185185	185 350	185 350	150	3	Z-201	
PTCLH240240	CLH240240	240 500	240 500	200	3	Z-201	
PTCLH300300	CLH300300	380 750	380 750	2X150	4	Z-202	
PTCLH500500	CLH500500	500 1000	500 1000	2X200	4	Z-202	
NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Conductor A mm ² AWG/MCM	Conductor B mm ² AWG/MCM	Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE CABLE
PTCTH025025	CTH025025	25 4	25 4	25	2	Z-200	
PTCTH035035	CTH035035	35 2	35 2	32	2	Z-200	
PTCTH035025	CTH035025	35 2	25 4	32	2	Z-200	
PTCTH050050	CTH050050	50 1/0	50 1/0	90	3	Z-201	
PTCTH050035	CTH050035	50 1/0	35 2	45	2	Z-200	
PTCTH050025	CTH050025	50 1/0	25 4	45	2	Z-200	
PTCTH070070	CTH070070	70 2/0	70 2/0	90	3	Z-201	
PTCTH070050	CTH070050	70 2/0	50 1/0	90	3	Z-201	
PTCTH070035	CTH070035	70 2/0	35 2	45	2	Z-200	
PTCTH070025	CTH070025	70 2/0	25 4	45	2	Z-200	
PTCTH095095	CTH095095	95 3/0	95 3/0	115	3	Z-201	
PTCTH095070	CTH095070	95 3/0	70 2/0	90	3	Z-201	
PTCTH095050	CTH095050	95 3/0	50 1/0	90	3	Z-201	
PTCTH095035	CTH095035	95 3/0	35 2	45	2	Z-200	
PTCTH095025	CTH095025	95 3/0	25 4	45	2	Z-200	
PTCTH100100	CTH100100	100 4/0	100 4/0	150	2	Z-200	
PTCTH100095	CTH100095	100 4/0	95 3/0	115	2	Z-200	
PTCTH100070	CTH100070	100 4/0	70 2/0	90	2	Z-200	
PTCTH100050	CTH100050	100 4/0	50 1/0	90	2	Z-200	
PTCTH100035	CTH100035	100 4/0	35 2	90	2	Z-200	
PTCTH100025	CTH100025	100 4/0	25 4	90	2	Z-200	
PTCTH120120	CTH120120	120 250	120 250	250	3	Z-201	
PTCTH120100	CTH120100	120 250	100 4/0	150	3	Z-201	
PTCTH120095	CTH120095	120 250	95 3/0	150	3	Z-201	
PTCTH120070	CTH120070	120 250	70 2/0	90	3	Z-201	
PTCTH120050	CTH120050	120 250	50 1/0	90	3	Z-201	
PTCTH120035	CTH120035	120 250	35 2	90	3	Z-201	
PTCTH120025	CTH120025	120 250	25 4	90	3	Z-201	
PTCTH150150	CTH150150	150 300	150 300	200	3	Z-201	
PTCTH150120	CTH150120	150 300	120 250	150	3	Z-201	 Empleado para realizar conexiones horizontales de un cable pasante a un cable de derivación en forma perpendicular CC-TH CONEXIÓN CON DERIVACION EN TEE HORIZONTAL CABLE TAP TO CABLE RUN
PTCTH150100	CTH150100	150 300	100 4/0	150	3	Z-201	
PTCTH150095	CTH150095	150 300	95 3/0	150	3	Z-201	
PTCTH150070	CTH150070	150 300	70 2/0	90	3	Z-201	
PTCTH150050	CTH150050	150 300	50 1/0	90	3	Z-201	
PTCTH150035	CTH150035	150 300	35 2	90	3	Z-201	
PTCTH150025	CTH150025	150 300	25 4	90	3	Z-201	
PTCTH185185	CTH185185	185 350	185 350	200	3	Z-201	
PTCTH185150	CTH185150	185 350	150 300	200	3	Z-201	
PTCTH185120	CTH185120	185 350	120 250	200	3	Z-201	
PTCTH185100	CTH185100	185 350	100 4/0	150	3	Z-201	
PTCTH185095	CTH185095	185 350	95 3/0	150	3	Z-201	
PTCTH185070	CTH185070	185 350	70 2/0	90	3	Z-201	
PTCTH185050	CTH185050	185 350	50 1/0	90	3	Z-201	
PTCTH185035	CTH185035	185 350	35 2	90	3	Z-201	
PTCTH185025	CTH185025	185 350	25 4	90	3	Z-201	
PTCTH240240	CTH240240	240 500	240 500	2X150	3	Z-201	
PTCTH240120	CTH240120	240 500	120 250	200	3	Z-201	
PTCTH240100	CTH240100	240 500	100 4/0	150	3	Z-201	
PTCTH240095	CTH240095	240 500	95 3/0	90	3	Z-201	
PTCTH240070	CTH240070	240 500	70 2/0	90	3	Z-201	
PTCTH240050	CTH240050	240 500	50 1/0	90	3	Z-201	

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS

EXOTHERMIC WELDING MOLD

NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Conductor A		Conductor B		Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE CABLE
		mm ²	AWG/MCM	mm ²	AWG/MCM				
PTXPH025025	CXPH025025	25	4	25	4	32	2	Z-200	 Empleado para realizar conexiones horizontales de un cable pasante a dos cables en derivación perpendicular formando una cruz CC-XPH CONEXIÓN CON DERIVACION EN EQUIS HORIZONTAL CABLE CROSS
PTXPH035035	CXPH035035	35	2	35	2	65	2	Z-200	
PTXPH035025	CXPH035025	35	2	25	4	65	2	Z-200	
PTXPH050050	CXPH050050	50	1/0	50	1/0	90	3	Z-201	
PTXPH050035	CXPH050035	50	1/0	35	2	90	3	Z-201	
PTXPH050025	CXPH050025	50	1/0	25	4	90	3	Z-201	
PTXPH070070	CXPH070070	70	2/0	70	2/0	115	3	Z-201	
PTXPH070050	CXPH070050	70	2/0	50	1/0	115	3	Z-201	
PTXPH070035	CXPH070035	70	2/0	35	2	115	3	Z-201	
PTXPH095095	CXPH095095	95	3/0	95	3/0	150	3	Z-201	
PTXPH095070	CXPH095070	95	3/0	70	2/0	150	3	Z-201	
PTXPH095050	CXPH095050	95	3/0	50	1/0	115	3	Z-201	
PTXPH095035	CXPH095035	95	3/0	35	2	115	3	Z-201	
PTXPH100100	CXPH100100	100	4/0	100	4/0	200	3	Z-201	
PTXPH100095	CXPH100095	100	4/0	95	3/0	200	3	Z-201	
PTXPH100070	CXPH100070	100	4/0	70	2/0	150	3	Z-201	
PTXPH100050	CXPH100050	100	4/0	50	1/0	150	3	Z-201	
PTXPH100035	CXPH100035	100	4/0	35	2	115	3	Z-201	
PTXPH120095	CXPH120095	120	250	120	250	200	3	Z-201	
PTXPH120100	CXPH120100	120	250	100	4/0	200	3	Z-201	
PTXPH120095	CXPH120095	120	250	95	3/0	200	3	Z-201	
PTXPH120070	CXPH120070	120	250	70	2/0	150	3	Z-201	
PTXPH120050	CXPH120050	120	250	50	1/0	150	3	Z-201	
PTXPH120035	CXPH120035	120	250	35	2	115	3	Z-201	
PTXPH150150	CXPH150150	150	300	150	300	250	3	Z-201	
PTXPH150120	CXPH150120	150	300	120	250	250	3	Z-201	
PTXPH150095	CXPH150095	150	300	95	3/0	200	3	Z-201	
PTXPH150070	CXPH150070	150	300	70	2/0	150	3	Z-201	
PTXPH150050	CXPH150050	150	300	50	1/0	150	3	Z-201	
PTXPH150035	CXPH150035	150	300	35	2	115	3	Z-201	
PTXPH185185	CXPH185185	185	350	185	350	250	3	Z-201	
PTXPH185120	CXPH185120	185	350	120	250	250	3	Z-201	
PTXPH1851100	CXPH1851100	185	350	100	4/0	200	3	Z-201	
NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Conductor A		Conductor B		Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE CABLE
		mm ²	AWG/MCM	mm ²	AWG/MCM				
PTXSH025025	CXSH025025	25	4	25	4	45	2	Z-200	 Empleado para realizar conexiones horizontales de un cable pasante a otro cable pasante en forma de cruz. Uno de los cables pasantes se encuentra por encima del otro. CC-XSH CONEXIÓN PASANTE EN EQUIS CABLE TAP TO CABLE RUN CONNECTION
PTXSH035035	CXSH035035	35	2	35	2	90	3	Z-201	
PTXSH050050	CXSH050050	50	1/0	50	1/0	150	8	Z-201	
PTXSH050035	CXSH050035	50	1/0	35	2	115	8	Z-201	
PTXSH050025	CXSH050025	50	1/0	25	4	115	8	Z-201	
PTXSH070070	CXSH070070	70	2/0	70	2/0	200	8	Z-201	
PTXSH070050	CXSH070050	70	2/0	50	1/0	200	8	Z-201	
PTXSH070035	CXSH070035	70	2/0	35	2	150	8	Z-201	
PTXSH095095	CXSH095095	95	3/0	95	3/0	250	8	Z-201	
PTXSH095070	CXSH095070	95	3/0	70	2/0	200	8	Z-201	
PTXSH095050	CXSH095050	95	3/0	50	1/0	200	8	Z-201	
PTXSH095035	CXSH095035	95	3/0	35	2	150	8	Z-201	
PTXSH100100	CXSH100100	100	4/0	100	4/0	250	8	Z-201	
PTXSH100095	CXSH100095	100	4/0	95	3/0	250	8	Z-201	
PTXSH100070	CXSH100070	100	4/0	70	2/0	200	8	Z-201	
PTXSH100050	CXSH100050	100	4/0	50	1/0	200	8	Z-201	
PTXSH100035	CXSH100035	100	4/0	35	2	150	8	Z-201	
PTXSH100025	CXSH100025	100	4/0	25	4	150	8	Z-201	
PTXSH120095	CXSH120095	120	250	120	250	2X150	8	Z-201	
PTXSH120100	CXSH120100	120	250	100	4/0	2X150	8	Z-201	
PTXSH120095	CXSH120095	120	250	95	3/0	2X150	8	Z-201	
PTXSH120070	CXSH120070	120	250	70	2/0	250	8	Z-201	
PTXSH120050	CXSH120050	120	250	50	1/0	250	8	Z-201	
PTXSH120035	CXSH120035	120	250	35	2	150	8	Z-201	
PTXSH150150	CXSH150150	150	300	150	300	2X200	10	Z-201	
PTXSH150120	CXSH150120	150	300	120	250	2X200	10	Z-201	
PTXSH150095	CXSH150095	150	300	95	3/0	2X150	8	Z-201	
PTXSH150070	CXSH150070	150	300	70	2/0	250	8	Z-201	
PTXSH150050	CXSH150050	150	300	50	1/0	250	8	Z-201	
PTXSH150035	CXSH150035	150	300	35	2	150	8	Z-201	

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS

EXOTHERMIC WELDING MOLD

NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Conductor A mm ² AWG/MCM		Conductor B mm ² AWG/MCM		Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE CABLE
PTPSD025025	CPSD025025	25	4	25	4	25	2	Z-200	 Empleado para realizar conexiones horizontales de un cable pasante a un cable paralelo en derivación. El cable de derivación se encuentra por encima del cable pasante CC-PSD CONEXIÓN PASANTE CON DERIVACION HORIZONTAL PARALLEL TAP
PTPSD035035	CPSD035035	35	2	35	2	45	2	Z-200	
PTPSD035025	CPSD035025	35	2	25	4	45	2	Z-200	
PTPSD050050	CPSD050050	50	1/0	50	1/0	90	3	Z-201	
PTPSD050035	CPSD050035	50	1/0	35	2	45	2	Z-200	
PTPSD050025	CPSD050025	50	1/0	25	4	45	2	Z-200	
PTPSD070070	CPSD070070	70	2/0	70	2/0	115	3	Z-201	
PTPSD070050	CPSD070050	70	2/0	50	1/0	115	3	Z-201	
PTPSD070035	CPSD070035	70	2/0	35	2	90	3	Z-201	
PTPSD070025	CPSD070025	70	2/0	25	4	90	3	Z-200	
PTPSD095095	CPSD095095	95	3/0	95	3/0	150	3	Z-201	
PTPSD095070	CPSD095070	95	3/0	70	2/0	150	3	Z-201	
PTPSD095050	CPSD095050	95	3/0	50	1/0	115	3	Z-201	
PTPSD095035	CPSD095035	95	3/0	35	2	115	3	Z-201	
PTPSD095025	CPSD095025	95	3/0	25	4	115	3	Z-201	
PTPSD100100	CPSD100100	100	4/0	100	4/0		3	Z-201	
PTPSD100095	CPSD100095	100	4/0	95	3/0		3	Z-201	
PTPSD100070	CPSD100070	100	4/0	70	2/0		3	Z-201	
PTPSD100050	CPSD100050	100	4/0	50	1/0		3	Z-201	
PTPSD100035	CPSD100035	100	4/0	35	2	115	3	Z-201	
PTPSD120095	CPSD120095	120	250	120	250	250	3	Z-201	
NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Conductor A mm ² AWG/MCM		Conductor B mm ² AWG/MCM		Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE CABLE
PTPPS025025	CPPS025025	25	4	25	4	32	2	Z-200	 Empleado para realizar conexiones horizontales de cables pasante en paralelo. Los cables se encuentran uno por encima del otro CC-PPS CONEXIÓN PASANTE DOBLE HORIZONTAL PARALLEL THRU CABLES
PTPPS035035	CPPS035035	35	2	35	2	65	2	Z-200	
PTPPS035025	CPPS035025	35	2	25	4	65	2	Z-200	
PTPPS050050	CPPS050050	50	1/0	50	1/0	90	3	Z-201	
PTPPS050035	CPPS050035	50	1/0	35	2	65	2	Z-200	
PTPPS050025	CPPS050025	50	1/0	25	4	65	2	Z-200	
PTPPS070070	CPPS070070	70	2/0	70	2/0	115	3	Z-201	
PTPPS070050	CPPS070050	70	2/0	50	1/0	115	3	Z-201	
PTPPS070035	CPPS070035	70	2/0	35	2	90	3	Z-201	
PTPPS070025	CPPS070025	70	2/0	25	4	90	3	Z-200	
PTPPS095095	CPPS095095	95	3/0	95	3/0	150	3	Z-201	
PTPPS095070	CPPS095070	95	3/0	70	2/0	150	3	Z-201	
PTPPS095050	CPPS095050	95	3/0	50	1/0	115	3	Z-201	
PTPPS095035	CPPS095035	95	3/0	35	2	115	3	Z-201	
PTPPS095025	CPPS095025	95	3/0	25	4	115	3	Z-201	
PTPPS100100	CPPS100100	100	4/0	100	4/0	200	3	Z-201	
PTPPS100095	CPPS100095	100	4/0	95	3/0	200	3	Z-201	
PTPPS100070	CPPS100070	100	4/0	70	2/0	150	3	Z-201	
PTPPS100050	CPPS100050	100	4/0	50	1/0	150	3	Z-201	
PTPPS100035	CPPS100035	100	4/0	35	2	150	3	Z-201	
PTPPS100025	CPPS100025	100	4/0	25	4	150	3	Z-201	
PTPPS120095	CPPS120095	120	250	120	250	250	3	Z-201	
PTPPS120100	CPPS120100	120	250	100	4/0	200	3	Z-201	
PTPPS120095	CPPS120095	120	250	95	3/0	200	3	Z-201	
PTPPS120070	CPPS120070	120	250	70	2/0	150	3	Z-201	
PTPPS120050	CPPS120050	120	250	50	1/0	150	3	Z-201	
PTPPS120035	CPPS120035	120	250	35	2	150	3	Z-201	
PTPPS150150	CPPS150150	150	300	150	300	2X150	3	Z-201	
PTPPS150120	CPPS150120	150	300	120	250	250	3	Z-201	
PTPPS150100	CPPS150100	150	300	100	4/0	200	3	Z-201	
PTPPS150095	CPPS150095	150	300	95	3/0	200	3	Z-201	
PTPPS150070	CPPS150070	150	300	70	2/0	150	3	Z-201	
PTPPS150050	CPPS150050	150	300	50	1/0	150	3	Z-201	
PTPPS150035	CPPS150035	150	300	35	2	150	3	Z-201	
PTPPS185185	CPPS185185	185	350	185	350	2X150	3	Z-201	
PTPPS185150	CPPS185150	185	350	150	300	2X150	3	Z-201	
PTPPS185120	CPPS185120	185	350	120	250	250	3	Z-201	
PTPPS185100	CPPS185100	185	350	100	4/0	200	3	Z-201	
PTPPS185095	CPPS185095	185	350	95	3/0	200	3	Z-201	
PTPPS185070	CPPS185070	185	350	70	2/0	150	3	Z-201	
PTPPS185050	CPPS185050	185	350	50	1/0	150	3	Z-201	
PTPPS185035	CPPS185035	185	350	35	2	150	3	Z-201	

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS

EXOTHERMIC WELDING MOLD

NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Copperweld Diametro / Diameter Pulg. / in mm	Conductor mm ² AWG/MCM	Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE A COPPERWELD
PTHCJ012150	HCJ012150	1/2 12,98	150 300	90	3	Z-201	 Empleado para realizar conexiones horizontales de cables que derivan de barras tipo copperweld o pica por el tope CP-HCJ CONEXIÓN CON DERIVACION A TOPE HORIZONTAL CABLE TERMINAL TO GROUND ROD
PTHCJ012120	HCJ012120	1/2 12,98	120 250	90	3	Z-201	
PTHCJ012100	HCJ012100	1/2 12,98	100 4/0	90	3	Z-201	
PTHCJ012095	HCJ012095	1/2 12,98	95 3/0	90	3	Z-201	
PTHCJ012070	HCJ012070	1/2 12,98	70 2/0	90	3	Z-201	
PTHCJ012050	HCJ012050	1/2 12,98	50 1/0	90	2	Z-201	
PTHCJ012035	HCJ012035	1/2 12,98	35 2	65	2	Z-201	
PTHCJ012025	HCJ012025	1/2 12,98	25 4	65	2	Z-201	
PTHCJ058240	HCJ058240	5/8 14,45	240 500	150	3	Z-201	
PTHCJ058185	HCJ058185	5/8 14,45	185 350	115	3	Z-201	
PTHCJ058150	HCJ058150	5/8 14,45	150 300	115	3	Z-201	
PTHCJ058120	HCJ058120	5/8 14,45	120 250	90	3	Z-201	
PTHCJ058100	HCJ058100	5/8 14,45	100 4/0	90	3	Z-201	
PTHCJ058095	HCJ058095	5/8 14,45	95 3/0	90	3	Z-201	
PTHCJ058070	HCJ058070	5/8 14,45	70 2/0	90	3	Z-201	
PTHCJ058050	HCJ058050	5/8 14,45	50 1/0	90	3	Z-201	
PTHCJ058035	HCJ058035	5/8 14,45	35 2	65	2	Z-201	
PTHCJ058025	HCJ058025	5/8 14,45	25 4	65	2	Z-201	
PTHCJ034240	HCJ034240	3/4 17,47	240 500	150	3	Z-201	
PTHCJ034185	HCJ034185	3/4 17,47	185 350	115	3	Z-201	
PTHCJ034150	HCJ034150	3/4 17,47	150 300	115	3	Z-201	
PTHCJ034120	HCJ034120	3/4 17,47	120 250	90	3	Z-201	
PTHCJ034100	HCJ034100	3/4 17,47	100 4/0	90	3	Z-201	
PTHCJ034095	HCJ034095	3/4 17,47	95 3/0	90	3	Z-201	
PTHCJ034070	HCJ034070	3/4 17,47	70 2/0	90	3	Z-201	
PTHCJ034050	HCJ034050	3/4 17,47	50 1/0	90	3	Z-201	
PTHCJ034035	HCJ034035	3/4 17,47	35 2	90	3	Z-201	
PTHCJ034025	HCJ034025	3/4 17,47	25 4	90	3	Z-201	
PTHCJ001240	HCJ001240	1 23,46	240 500	150	3	Z-201	
PTHCJ001150	HCJ001150	1 23,46	150 300	200	3	Z-201	
PTHCJ001120	HCJ001120	1 23,46	120 250	150	3	Z-201	
NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Copperweld Diametro / Diameter Pulg. / in mm	Conductor mm ² AWG/MCM	Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE A COPPERWELD
PTHCT012150	HCT012150	1/2 12,98	150 300	200	3	Z-201	 Empleado para realizar conexiones horizontales de cables pasantes en barras tipo copperweld o pica por el tope CP-HCT CONEXIÓN CON DERIVACION A TOPE HORIZONTAL CABLE TO GROUND ROD
PTHCT012120	HCT012120	1/2 12,98	120 250	150	3	Z-201	
PTHCT012100	HCT012100	1/2 12,98	100 4/0	115	3	Z-201	
PTHCT012095	HCT012095	1/2 12,98	95 3/0	115	3	Z-201	
PTHCT012070	HCT012070	1/2 12,98	70 2/0	90	3	Z-201	
PTHCT012050	HCT012050	1/2 12,98	50 1/0	90	3	Z-201	
PTHCT012035	HCT012035	1/2 12,98	35 2	90	2	Z-201	
PTHCT012025	HCT012025	1/2 12,98	25 4	90	2	Z-201	
PTHCT058240	HCT058240	5/8 14,45	240 500	250	3	Z-201	
PTHCT058185	HCT058185	5/8 14,45	185 350	200	3	Z-201	
PTHCT058150	HCT058150	5/8 14,45	150 300	200	3	Z-201	
PTHCT058120	HCT058120	5/8 14,45	120 250	150	3	Z-201	
PTHCT058100	HCT058100	5/8 14,45	100 4/0	150	3	Z-201	
PTHCT058095	HCT058095	5/8 14,45	95 3/0	115	3	Z-201	
PTHCT058070	HCT058070	5/8 14,45	70 2/0	115	3	Z-201	
PTHCT058050	HCT058050	5/8 14,45	50 1/0	90	3	Z-201	
PTHCT058035	HCT058035	5/8 14,45	35 2	90	2	Z-201	
PTHCT058025	HCT058025	5/8 14,45	25 4	90	2	Z-201	
PTHCT034380	HCT034380	3/4 17,47	380 750	250	3	Z-201	
PTHCT034240	HCT034240	3/4 17,47	240 500	250	3	Z-201	
PTHCT034185	HCT034185	3/4 17,47	185 350	200	3	Z-201	
PTHCT034150	HCT034150	3/4 17,47	150 300	200	3	Z-201	
PTHCT034120	HCT034120	3/4 17,47	120 250	150	3	Z-201	
PTHCT034100	HCT034100	3/4 17,47	100 4/0	115	3	Z-201	
PTHCT034095	HCT034095	3/4 17,47	95 3/0	115	3	Z-201	
PTHCT034070	HCT034070	3/4 17,47	70 2/0	115	3	Z-201	
PTHCT034050	HCT034050	3/4 17,47	50 1/0	115	3	Z-201	
PTHCT034035	HCT034035	3/4 17,47	35 2	90	3	Z-201	
PTHCT034025	HCT034025	3/4 17,47	25 4	90	3	Z-201	
PTHCT001240	HCT001240	1 23,46	240 500	250	3	Z-201	
PTHCT001120	HCT001120	1 23,46	120 250	200	3	Z-201	

CONEXIONES ELECTRICAS **GEDIWELD**

MOLDES PARA SOLDADURA EXOTERMICA

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS

EXOTHERMIC WELDING MOLD

NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Copperweld Diametro / Diameter Pulg. / in mm	Conductor mm ² AWG/MCM	Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE A COPPERWELD
PTHCL012150	HCL012150	1/2 12,98	150 300	200	5	Z-201	 Empleado para realizar conexiones horizontales de cables pasantes en barras tipo copperweld o pica por un lado en forma tangente CP-HCL CONEXIÓN PASANTE POR TOPE HORIZONTAL THRU CABLE TO GROUND ROD
PTHCL012120	HCL012120	1/2 12,98	120 250	150	5	Z-201	
PTHCL012100	HCL012100	1/2 12,98	100 4/0	150	5	Z-201	
PTHCL012095	HCL012095	1/2 12,98	95 3/0	150	5	Z-201	
PTHCL012070	HCL012070	1/2 12,98	70 2/0	115	5	Z-201	
PTHCL012050	HCL012050	1/2 12,98	50 1/0	115	5	Z-201	
PTHCL012035	HCL012035	1/2 12,98	35 2	90	5	Z-201	
PTHCL012025	HCL012025	1/2 12,98	25 4	90	5	Z-201	
PTHCL058240	HCL058240	5/8 14,45	240 500	2X200	5	Z-201	
PTHCL058185	HCL058185	5/8 14,45	185 350	250	5	Z-201	
PTHCL058150	HCL058150	5/8 14,45	150 300	200	5	Z-201	
PTHCL058120	HCL058120	5/8 14,45	120 250	150	5	Z-201	
PTHCL058100	HCL058100	5/8 14,45	100 4/0	150	5	Z-201	
PTHCL058095	HCL058095	5/8 14,45	95 3/0	150	5	Z-201	
PTHCL058070	HCL058070	5/8 14,45	70 2/0	115	5	Z-201	
PTHCL058050	HCL058050	5/8 14,45	50 1/0	115	5	Z-201	
PTHCL058035	HCL058035	5/8 14,45	35 2	90	5	Z-201	
PTHCL058025	HCL058025	5/8 14,45	25 4	90	5	Z-201	
PTHCL034380	HCL034380	3/4 17,47	380 750	3X200	5	Z-201	
PTHCL034240	HCL034240	3/4 17,47	240 500	500	5	Z-201	
PTHCL034185	HCL034185	3/4 17,47	185 350	2X150	5	Z-201	
PTHCL034150	HCL034150	3/4 17,47	150 300	250	5	Z-201	
PTHCL034120	HCL034120	3/4 17,47	120 250	200	5	Z-201	
PTHCL034100	HCL034100	3/4 17,47	100 4/0	150	5	Z-201	
PTHCL034095	HCL034095	3/4 17,47	95 3/0	150	5	Z-201	
PTHCL034070	HCL034070	3/4 17,47	70 2/0	115	5	Z-201	
PTHCL034050	HCL034050	3/4 17,47	50 1/0	115	5	Z-201	
PTHCL034035	HCL034035	3/4 17,47	35 2	90	5	Z-201	
PTHCL034025	HCL034025	3/4 17,47	25 4	90	5	Z-201	
NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Copperweld Diametro / Diameter Pulg. / in mm	Conductor mm ² AWG/MCM	Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE A COPPERWELD
PTHXS058070	HXS058070	5/8 14,45	70 2/0	150	4A	Z-201	 CP-HXS CONEXIÓN CON DERIVACION ELEVADA CABLE TAP TO CABLE RUN CONNECTION
PTHXS058050	HXS058050	5/8 14,45	50 1/0	200	4A	Z-201	
PTHXS058035	HXS058035	5/8 14,45	35 2	250	4A	Z-201	
PTHXS034070	HXS034070	3/4 17,47	70 2/0	150	4A	Z-201	
PTHXS034050	HXS034050	3/4 17,47	50 1/0	200	4A	Z-201	
PTHXS034035	HXS034035	3/4 17,47	35 2	250	4A	Z-201	
NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Copperweld Diametro / Diameter Pulg. / in mm	Conductor mm ² AWG/MCM	Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE A COPPERWELD
PTHCX058070	HXC058070	5/8 14,45	70 2/0	150	4A	Z-201	 CP-HCX CONEXIÓN CON DERIVACION ELEVADA CABLE TAP TO CABLE RUN CONNECTION
PTHCX058050	HXC058050	5/8 14,45	50 1/0	200	4A	Z-201	
PTHCX058035	HXC058035	5/8 14,45	35 2	250	4A	Z-201	
PTHCX034070	HXC034070	3/4 17,47	70 2/0	150	4A	Z-201	
PTHCX034050	HXC034050	3/4 17,47	50 1/0	200	4A	Z-201	
PTHCX034035	HXC034035	3/4 17,47	35 2	250	4A	Z-201	
NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Copperweld Diametro / Diameter Pulg. / in mm	Copperweld Diametro / Diameter Pulg. / in mm	Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE A COPPERWELD
PTHHV012012	HHV12	1/2 12,98	1/2 12,98	150	3A	Z-201	 PP-EE CONEXIÓN CON DERIVACION ELEVADA CABLE TAP TO CABLE RUN CONNECTION
PTHHV058058	HHV58	5/8 14,45	5/8 14,45	200	3A	Z-201	
PTHHV034034	HHV34	3/4 17,47	3/4 17,47	2X150	3A	Z-201	
PTHHV010010	HHV10	1 23,46	1 23,46	2X250	4A	Z-202	

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS
EXOTHERMIC WELDING MOLD

NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Superficie Surface	Conductor mm ² AWG/MCM	Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE A SUPERFICIE
PTSCA000120	SCA120		120 250	115	3	Z-201	 CS-SCA CONEXIÓN HORIZONTAL ADOSADA A SUPERFICIE CABLE TO HORIZONTAL STEEL SURFACE
PTSCA000100	SCA100		100 4/0	115	3	Z-201	
PTSCA000095	SCA095		95 3/0	115	3	Z-201	
PTSCA000070	SCA070		70 2/0	90	3	Z-201	
PTSCA000050	SCA050		50 1/0	90	3	Z-201	
PTSCA000035	SCA035		35 2	45	1	N/A	
PTSCA000025	SCA025		25 4	45	1	N/A	
PTSCA000016	SCA016		16 6	45	1	N/A	
NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Superficie Surface	Conductor mm ² AWG/MCM	Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE A SUPERFICIE
PTSCE000120	SCE120		120 250	115	3	Z-201	 CS-SCE CONEXIÓN HORIZONTAL ELEVADA A SUPERFICIE CABLE TO HORIZONTAL STEEL SURFACE
PTSCE000100	SCE100		100 4/0	115	3	Z-201	
PTSCE000095	SCE095		95 3/0	115	3	Z-201	
PTSCE000070	SCE070		70 2/0	90	3	Z-201	
PTSCE000050	SCE050		50 1/0	90	3	Z-201	
PTSCE000035	SCE035		35 2	45	3	N/A	
PTSCE000025	SCE025		25 4	45	3	N/A	
PTSCE000016	SCE016		16 6	45	3	N/A	
NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Superficie Surface	Conductor mm ² AWG/MCM	Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE A SUPERFICIE
PTSPE000150	SPE150		150 300	200	3	Z-201	 CS-SPE CONEXIÓN PASANTE ELEVADA A SUPERFICIE CABLE TAP TO CABLE RUN CONNECTION
PTSPE000120	SPE120		120 250	150	3	Z-201	
PTSPE000100	SPE100		100 4/0	150	3	Z-201	
PTSPE000095	SPE095		95 3/0	115	3	Z-201	
PTSPE000070	SPE070		70 2/0	115	3	Z-201	
PTSPE000050	SPE050		50 1/0	90	3	Z-201	
PTSPE000035	SPE035		35 2	45	3	N/A	
PTSPE000025	SPE025		25 4	45	3	N/A	
PTSPE000016	SPE016		16 6	45	3	N/A	
NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Superficie Surface	Conductor mm ² AWG/MCM	Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE A SUPERFICIE
PTSCI000150	SCI150		150 300	150	3	Z-201	 CS-SCI CONEXIÓN VERTICAL INCLINADA A SUPERFICIE ANGULAR CABLE DROP TO VERTICAL SURFACE
PTSCI000120	SCI120		120 250	115	3	Z-201	
PTSCI000100	SCI100		100 4/0	115	3	Z-201	
PTSCI000095	SCI095		95 3/0	115	3	Z-201	
PTSCI000070	SCI070		70 2/0	90	3	Z-201	
PTSCI000050	SCI050		50 1/0	90	3	Z-201	
PTSCI000035	SCI035		35 2	45	2	Z-200	
PTSCI000025	SCI025		25 4	45	2	Z-200	
PTSCI000016	SCI016		16 6	45	2	Z-200	
NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Superficie Surface	Conductor mm ² AWG/MCM	Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE A SUPERFICIE
PTSEV000150	SEV150		150 300	500	9	Z-201	 CS-SEV CONEXIÓN VERTICAL PASANTE A SUPERFICIE CABLE TAP TO CABLE RUN CONNECTION
PTSEV000120	SEV120		120 250	250	9	Z-201	
PTSEV000100	SEV100		100 4/0	250	9	Z-201	
PTSEV000095	SEV095		95 3/0	250	9	Z-201	
PTSEV000070	SEV070		70 2/0	200	9	Z-201	
PTSEV000050	SEV050		50 1/0	200	9	Z-201	
PTSEV000035	SEV035		35 2	115	3	Z-201	
PTSEV000025	SEV025		25 4	90	3	Z-201	
PTSEV000016	SEV016		16 6	90	3	Z-201	
NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Superficie Surface	Conductor mm ² AWG/MCM	Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE A SUPERFICIE
PTSEB000150	SEB150		150 300	200	3	Z-201	 CS-SEB CONEXIÓN VERTICAL A SUPERFICIE CABLE TAP TO CABLE RUN CONNECTION
PTSEB000120	SEB120		120 250	200	3	Z-201	
PTSEB000100	SEB100		100 4/0	150	3	Z-201	
PTSEB000095	SEB095		95 3/0	150	3	Z-201	
PTSEB000070	SEB070		70 2/0	115	3	Z-201	
PTSEB000050	SEB050		50 1/0	115	3	Z-201	
PTSEB000035	SEB035		35 2	65	3	Z-201	
PTSEB000025	SEB025		25 4	65	3	Z-201	
PTSEB000016	SEB016		16 6	65	3	Z-201	

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS

EXOTHERMIC WELDING MOLD

NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Cabilla / Rebar Diametro / Diameter Pulg. / in mm	Conductor mm ² AWG/MCM	Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE A CABILLA
PTVHD058100	CVHD058100	5/8 15,88	100 4/0	115	3	Z-201	 CV-HD CONEXIÓN HORIZONTAL EN PARALELO HORIZONTAL CABLE TAP TO HORIZONTAL REBAR
PTVHD058070	CVHD058070	5/8 15,88	70 2/0	90	3	Z-201	
PTVHD058035	CVHD058035	5/8 15,88	35 2	45	3	Z-201	
PTVHD058025	CVHD058025	5/8 15,88	25 4	32	3	Z-201	
PTVHD034100	CVHD034100	3/4 19,05	100 4/0	115	3	Z-201	
PTVHD034070	CVHD034070	3/4 19,05	70 2/0	90	6	Z-201	
PTVHD034035	CVHD034035	3/4 19,05	35 2	45	1	Z-201	
PTVHD034025	CVHD034025	3/4 19,05	25 4	32	1	Z-201	
NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Cabilla / Rebar Diametro / Diameter Pulg. / in mm	Conductor mm ² AWG/MCM	Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE A CABILLA
PTVHX058100	CVHX058100	5/8 15,88	100 4/0	150	8	Z-201	 CV-HX CONEXIÓN HORIZONTAL EN CRUZ HORIZONTAL CABLE TO HORIZONTAL REBAR
PTVHX058070	CVHX058070	5/8 15,88	70 2/0	115	8	Z-201	
PTVHX058035	CVHX058035	5/8 15,88	35 2	90	3	Z-201	
PTVHX058025	CVHX058025	5/8 15,88	25 4	65	2	Z-201	
PTVHX034100	CVHX034100	3/4 19,05	100 4/0	150	3	Z-201	
PTVHX034070	CVHX034070	3/4 19,05	70 2/0	115	3	Z-201	
PTVHX034035	CVHX034035	3/4 19,05	35 2	90	3	Z-201	
PTVHX034025	CVHX034025	3/4 19,05	25 4	65	3	Z-201	
NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Cabilla / Rebar Diametro / Diameter Pulg. / in mm	Conductor mm ² AWG/MCM	Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE A CABILLA
PTVVP058100	CVVP058100	5/8 15,88	100 4/0	150	3	Z-201	 CV-VP CONEXIÓN VERTICAL PARALELA PASANTE VERTICAL THRU CABLE TO VERTICAL REBAR
PTVVP058070	CVVP058070	5/8 15,88	70 2/0	115	3	Z-201	
PTVVP058035	CVVP058035	5/8 15,88	35 2	90	3	Z-201	
PTVVP058025	CVVP058025	5/8 15,88	25 4	65	3	Z-201	
PTVVP034100	CVVP034100	3/4 19,05	100 4/0	150	3	Z-201	
PTVVP034070	CVVP034070	3/4 19,05	70 2/0	115	3	Z-201	
PTVVP034035	CVVP034035	3/4 19,05	35 2	90	3	Z-201	
PTVVP034025	CVVP034025	3/4 19,05	25 4	65	3	Z-201	
NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Cabilla / Rebar Diametro / Diameter Pulg. / in mm	Conductor mm ² AWG/MCM	Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE A CABILLA
PTVVD058100	CVVD058100	5/8 15,88	100 4/0	115	3	Z-201	 CV-VD CONEXIÓN VERTICAL EN DERIVACION PARALELA VERTICAL CABLE TAP TO VERTICAL REBAR
PTVVD058070	CVVD058070	5/8 15,88	70 2/0	90	3	Z-201	
PTVVD058035	CVVD058035	5/8 15,88	35 2	45	3	Z-201	
PTVVD058025	CVVD058025	5/8 15,88	25 4	32	3	Z-201	
PTVVD034100	CVVD034100	3/4 19,05	100 4/0	115	3	Z-201	
PTVVD034070	CVVD034070	3/4 19,05	70 2/0	90	3	Z-201	
PTVVD034035	CVVD034035	3/4 19,05	35 2	45	3	Z-201	
PTVVD034025	CVVD034025	3/4 19,05	25 4	32	3	Z-201	
NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Cabilla / Rebar Diametro / Diameter Pulg. / in mm	Conductor mm ² AWG/MCM	Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE A CABILLA
PTVVX058100	CVVX058100	5/8 15,88	100 4/0	150	3	Z-201	 CV-VX CONEXIÓN VERTICAL PASANTE EN CRUZ HORIZONTAL THRU CABLE TO VERTICAL REBAR
PTVVX058070	CVVX058070	5/8 15,88	70 2/0	115	3	Z-201	
PTVVX058035	CVVX058035	5/8 15,88	35 2	90	3	Z-201	
PTVVX058025	CVVX058025	5/8 15,88	25 4	90	3	Z-201	
PTVVX034100	CVVX034100	3/4 19,05	100 4/0	150	3	Z-201	
PTVVX034070	CVVX034070	3/4 19,05	70 2/0	115	3	Z-201	
PTVVX034035	CVVX034035	3/4 19,05	35 2	90	3	Z-201	
PTVVX034025	CVVX034025	3/4 19,05	25 4	90	3	Z-201	
NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Cabilla / Rebar Diametro / Diameter Pulg. / in mm	Conductor mm ² AWG/MCM	Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE A CABILLA
PTVVT058100	CVVT058100	5/8 15,88	100 4/0	150	3	Z-201	 CV-VT CONEXIÓN VERTICAL CON DERIVACION EN TEE HORIZONTAL CABLE TAP TO VERTICAL REBAR
PTVVT058070	CVVT058070	5/8 15,88	70 2/0	115	3	Z-201	
PTVVT058035	CVVT058035	5/8 15,88	35 2	65	3	Z-201	
PTVVT058025	CVVT058025	5/8 15,88	25 4	65	3	Z-201	
PTVVT034100	CVVT034100	3/4 19,05	100 4/0	150	3	Z-201	
PTVVT034070	CVVT034070	3/4 19,05	70 2/0	115	3	Z-201	
PTVVT034035	CVVT034035	3/4 19,05	35 2	65	3	Z-201	
PTVVT034025	CVVT034025	3/4 19,05	25 4	65	3	Z-201	

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS

EXOTHERMIC WELDING MOLD

NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Barra de cobre Bus	Conductor B mm ² AWG/MCM	Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE A BARRA
PTBPHA05050	CBPHA05050	30X5 o mas ancho	50 1/0	90	3	Z-201	 CB-PH CONEXIÓN HORIZONTAL CABLE PASANTE A BARRA HORIZONTAL BUS TAP TO HORIZONTAL CABLE RUN
PTBPHA05070	CBPHA05070	30X5 o mas ancho	70 2/0	90	3	Z-201	
PTBPHA05100	CBPHA05100	30X5 o mas ancho	100 4/0	90	3	Z-201	
PTBPHA05120	CBPHA05120	30X5 o mas ancho	120 250	115	3	Z-201	
PTBPHA05150	CBPHA05150	30X5 o mas ancho	150 300	115	3	Z-201	
PTBPHA05185	CBPHA05185	30X5 o mas ancho	185 350	150	3	Z-201	
PTBPHA05240	CBPHA05240	30X5 o mas ancho	240 500	200	3	Z-201	
PTBPHA10050	CBPHA10050	30X10 o mas ancho	50 1/0	90	3	Z-201	
PTBPHA10070	CBPHA10070	30X10 o mas ancho	70 2/0	90	3	Z-201	
PTBPHA10100	CBPHA10100	30X10 o mas ancho	100 4/0	115	3	Z-201	
PTBPHA10120	CBPHA10120	30X10 o mas ancho	120 250	150	3	Z-201	
PTBPHA10150	CBPHA10150	30X10 o mas ancho	150 300	150	3	Z-201	
PTBPHA10185	CBPHA10185	30X10 o mas ancho	185 350	200	3	Z-201	
PTBPHA10240	CBPHA10240	30X10 o mas ancho	240 500	250	3	Z-201	
NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Barra de cobre Bus	Conductor mm ² AWG/MCM	Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE A BARRA
PTBPVA05050	CBPVA05050	30X5 o mas ancho	50 1/0	90	3	Z-201	 CB-PV CONEXIÓN VERTICAL CABLE PASANTE A BARRA VERTICAL BUS TAP TO VERTICAL CABLE RUN
PTBPVA05070	CBPVA05070	30X5 o mas ancho	70 2/0	90	3	Z-201	
PTBPVA05100	CBPVA05100	30X5 o mas ancho	100 4/0	90	3	Z-201	
PTBPVA05120	CBPVA05120	30X5 o mas ancho	120 250	115	3	Z-201	
PTBPVA05150	CBPVA05150	30X5 o mas ancho	150 300	115	3	Z-201	
PTBPVA05185	CBPVA05185	30X5 o mas ancho	185 350	150	3	Z-201	
PTBPVA05240	CBPVA05240	30X5 o mas ancho	240 500	200	3	Z-201	
PTBPVA10050	CBPVA10050	30X10 o mas ancho	50 1/0	90	3	Z-201	
PTBPVA10070	CBPVA10070	30X10 o mas ancho	70 2/0	90	3	Z-201	
PTBPVA10100	CBPVA10100	30X10 o mas ancho	100 4/0	115	3	Z-201	
PTBPVA10120	CBPVA10120	30X10 o mas ancho	120 250	150	3	Z-201	
PTBPVA10150	CBPVA10150	30X10 o mas ancho	150 300	150	3	Z-201	
PTBPVA10185	CBPVA10185	30X10 o mas ancho	185 350	200	3	Z-201	
PTBPVA10240	CBPVA10240	30X10 o mas ancho	240 500	250	3	Z-201	
NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Barra de cobre Bus	Conductor mm ² AWG/MCM	Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE A BARRA
PTBPHA05050	CBPHA05050	30X5 o mas ancho	50 1/0	90	3	Z-201	 CB-DV CONEXIÓN VERTICAL CABLE A BARRA HORIZONTAL BUS RUN TO VERTICAL CABLE TAP
PTBPHA05070	CBPHA05070	30X5 o mas ancho	70 2/0	90	3	Z-201	
PTBPHA05100	CBPHA05100	30X5 o mas ancho	100 4/0	90	3	Z-201	
PTBPHA05120	CBPHA05120	30X5 o mas ancho	120 250	115	3	Z-201	
PTBPHA05150	CBPHA05150	30X5 o mas ancho	150 300	115	3	Z-201	
PTBPHA05185	CBPHA05185	30X5 o mas ancho	185 350	150	3	Z-201	
PTBPHA05240	CBPHA05240	30X5 o mas ancho	240 500	200	3	Z-201	
PTBPHA10050	CBPHA10050	30X10 o mas ancho	50 1/0	90	3	Z-201	
PTBPHA10070	CBPHA10070	30X10 o mas ancho	70 2/0	90	3	Z-201	
PTBPHA10100	CBPHA10100	30X10 o mas ancho	100 4/0	115	3	Z-201	
PTBPHA10120	CBPHA10120	30X10 o mas ancho	120 250	150	3	Z-201	
PTBPHA10150	CBPHA10150	30X10 o mas ancho	150 300	150	3	Z-201	
PTBPHA10185	CBPHA10185	30X10 o mas ancho	185 350	200	3	Z-201	
PTBPHA10240	CBPHA10240	30X10 o mas ancho	240 500	250	3	Z-201	
NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Barra de cobre Bus	Conductor B mm ² AWG/MCM	Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE A BARRA
PTBPHA05050	CBPHA05050	30X5 o mas ancho	50 1/0	90	3	Z-201	 CB-DH CONEXIÓN HORIZONTAL CABLE A BARRA HORIZONTAL BUS RUN TO HORIZONTAL CABLE TAP
PTBPHA05070	CBPHA05070	30X5 o mas ancho	70 2/0	90	3	Z-201	
PTBPHA05100	CBPHA05100	30X5 o mas ancho	100 4/0	90	3	Z-201	
PTBPHA05120	CBPHA05120	30X5 o mas ancho	120 250	115	3	Z-201	
PTBPHA05150	CBPHA05150	30X5 o mas ancho	150 300	115	3	Z-201	
PTBPHA05185	CBPHA05185	30X5 o mas ancho	185 350	150	3	Z-201	
PTBPHA05240	CBPHA05240	30X5 o mas ancho	240 500	200	3	Z-201	
PTBPHA10050	CBPHA10050	30X10 o mas ancho	50 1/0	90	3	Z-201	
PTBPHA10070	CBPHA10070	30X10 o mas ancho	70 2/0	90	3	Z-201	
PTBPHA10095	CBPHA10095	30X10 o mas ancho	95 3/0	115	3	Z-201	
PTBPHA10100	CBPHA10100	30X10 o mas ancho	100 4/0	115	3	Z-201	
PTBPHA10120	CBPHA10120	30X10 o mas ancho	120 250	150	3	Z-201	
PTBPHA10150	CBPHA10150	30X10 o mas ancho	150 300	150	3	Z-201	
PTBPHA10185	CBPHA10185	30X10 o mas ancho	185 350	200	3	Z-201	
PTBPHA10240	CBPHA10240	30X10 o mas ancho	240 500	250	3	Z-201	

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS
EXOTHERMIC WELDING MOLD

SOLDADURA EXOTERMICA EN RIELES FERROVIARIOS

Para comprender los requerimientos en materia de soldadura exotermica sobre rieles o perfiles para uso ferroviario, nos dedicaremos a desarrollar tanto los americanos como los europeos tales como: los rieles ligeros y los rieles ferroviarios o vignole.

RIELES LIGEROS

Los rieles ligeros son aquellos cuyo peso no excede de los 40 Kg/mt. (85Lb/Yd), su principal finalidad es de servir como soporte al desplazamiento de carros de ferrocarril dentro las industrias, maquinarias que no tienen un excesivo peso, ni transportan cargas muy pesadas. Algunos ejemplos son los Ferrocarriles mineros, maquinaria para la industria cementera, cerámica, grúas viajeras. El estándar mas habitual en América es la norma A.S.C.E. (American Society of Civil Engineers).

Todos los perfiles ligeros americanos son, en su mayoría, laminados según las especificaciones técnicas de la norma ASTM A1/1992. A continuacion les presentamos la tabla 1.

TABLA 1 CARACTERISTICAS PERFILES AMERICANOS										
Norma ASTM A1/2000	PESO		HONGO A		ALTURA H		BASE B		ALMA S	
	Kg/m	Lb/Yd	mm	Pulg	mm	Pulg	mm	Pulg	mm	Pulg
ASCE 18	9.00	18.00	32.10	1-9/32"	63.50	2-17/32"	63.50	2-17/32"	5.90	9/32"
ASCE 20	9.92	20.00	34.10	1-11/32"	66.70	2-5/8"	66.70	2-5/8"	6.40	1/4"
ASCE 25	12.40	25.00	38.10	1-1/2"	69.85	2-3/4"	69.85	2-3/4"	7.54	19/64"
ASCE 30	14.88	30.00	42.86	1-11/16"	79.37	3-1/8"	79.37	3-1/8"	8.33	21/64"
ASCE 40	19.84	40.00	47.62	1-7/8"	88.9	3-1/2"	88.9	3-1/2"	9.92	25/64"
ASCE 45	22.00	45.00	50.80	2-1/32"	93.66	3-11/16"	93.66	3-11/16"	10.72	7/16"
ASCE 60 (TR30)	29.76	60.00	60.32	2-3/8"	107.95	4-1/4"	107.95	4-1/4"	12.30	31/64"
ASCE 80 (TR40)	39.68	80.00	63.50	2-1/2"	127.00	5"	127.00	5"	13.89	35/64"
ASCE 85	42.17	85.00	65.09	2-9/16"	131.76	5-3/16"	131.76	5-3/16"	14.29	9/16"

TABLA 2 CARACTERISTICAS PERFILES EUROPEOS										
Norma DIN 5901	PESO		HONGO A		ALTURA H		BASE B		ALMA S	
	Kg/m	Lb/Yd	mm	Pulg	mm	Pulg	mm	Pulg	mm	Pulg
S-7	6.75	13.60	25.00	1"	65.00	2-5/8"	50.00	2"	5.00	1/4"
S-10	10.00	20.15	32.00	1-5/16"	70.00	2-13/16"	58.00	2-5/16"	6.00	9/32"
S-12	12.00	24.19	34.00	1-11/32"	80.00	3-13/16"	65.00	2-9/16"	7.00	5/16"
S-14	14.00	28.22	38.00	1-1/2"	80.00	3-13/16"	70.00	2-13/16"	9.00	3/8"
S-18	18.30	36.89	43.00	1-11/16"	93.00	3-13/16"	82.00	3-1/4"	10.00	7/16"
S-20	19.80	39.91	44.00	1-3/4"	100.00	3-31/32"	82.00	3-1/4"	10.00	7/16"
S-30	29.76	60.00	60.32	2-3/8"	107.95	4-1/4"	107.95	4-1/4"	12.3	31/64"

Las tablas anteriores es una recopilacion de dimensiones de fabricantes de acuerdo a las normativas imperantes o que rigen la fabricacion de perfiles o rieles para los tendidos de vias ferreas. Como se puede apreciar hemos suministrado dimensiones asociadas a codificacion internacional que le puede permitir obtener las características del riel al cual se le desea realizar soldaduras exotermicas de conductores.

Las tablas anteriores no se limitan al uso o aplicacion de los rieles, sino tambien a estan basadas en las normativas vigentes en america y europa.

?Que debemos hacer cuando no disponemos de la información del riel ferroviario?

Los moldes GEDIWELD están fabricados para ajustarse el contorno del perfil o riel ferroviario. Si por alguna circunstancia se desconoce o se tiene duda del tipo y tamaño del riel, para este caso se deberán proporcionar las cuatro dimensiones que se indican en el esquema a continuacion, de forma de permitir una adecuada identificación del riel.

Es importante tener presente que las dimensiones suministradas deberán tener una exactitud de mas o menos 2 mm o su equivalente 1/16"

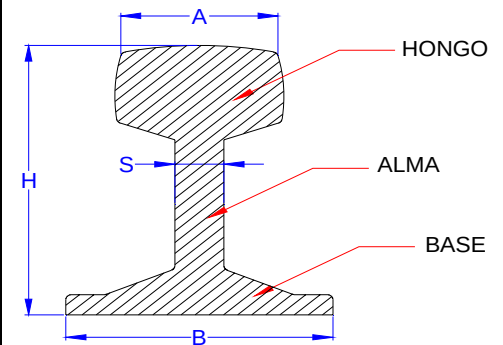


FIGURA PARA IDENTIFICACIÓN DE RIEL

La siguiente información es requerida cuando se ordenan moldes de conexión a riel:

1. Tamaño del riel.
2. Tipo de riel o número de sección.
3. Posición (si es invertida)
4. Tipo de conexión lado derecho, lado izquierdo y de paso.
5. Tipo y tamaño del conductor.

Si se desconocen los puntos 1 y 2 antes mencionados, se deben de proporcionar las dimensiones que se indican en la caja de identificación de riel.

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS
EXOTHERMIC WELDING MOLD

SOLDADURA EXOTERMICA EN RIELES FERROVIARIOS

RIELES FERROVIARIOS O VIGNOLE

Los rieles vignole se utilizan en diferentes aplicaciones como ferrocarriles de pasajeros, carga y movimiento masivo de pasajeros como el metro, los rieles ligeros o livianos (menores a 42kg/m - 85Lb/Yd) son usados principalmente en aplicaciones mineras, industriales y para puentes grúa.

La norma ASTM A1/1992 se aplica a todos los rieles de acero con una masa mayor o igual a 60Lb/Yd (29.76 Kg/m) para uso en tendidos ferroviarios o aplicaciones industriales.

TABLA 3
CARACTERISTICAS PERFILES AMERICANOS

Norma ASTM A1/2000	PESO		HONGO A		ALTURA H		BASE B		ALMA S	
	Kg/m	Lb/Yd	mm	Pulg	mm	Pulg	mm	Pulg	mm	Pulg
90 ARA-A (TR45)	44.65	90.00	65.09	2-9/16"	142.88	5-5/8"	130.18	5-1/8"	14.29	9/16"
100 ARA-A	49.80	100.39	69.85	2-3/4"	152.40	6"	139.70	5-1/2"	14.29	9/16"
100 ARA-B	49.88	100.56	67.47	2-21/32"	143.27	5-41/64"	130.57	5-9/64"	14.29	9/16"
100 RE (TR50)	50.35	101.50	68.26	2-11/16"	152.40	6"	136.53	5-3/8"	14.29	9/16"

La norma AREMA 2001 se aplica a todos los rieles de acero con una masa de 15Lb/Yd. (56.89Kg/m) o mayor, para usos en tendidos ferroviarios.

TABLA 4
CARACTERISTICAS PERFILES AMERICANOS

Norma AREMA 2004	PESO		HONGO A		ALTURA H		BASE B		ALMA S	
	Kg/m	Lb/Yd	mm	Pulg	mm	Pulg	mm	Pulg	mm	Pulg
115 RE (TR57)	56.89	114.68	69.06	2-23/32"	168.28	6-5/8"	139.70	5-1/2"	15.88	5/8"
119 RE	58.87	118.67	67.47	2-21/32"	173.04	6-13/16"	139.70	5-1/2"	15.88	5/8"
132 RE	65.31	131.66	76.20	3"	180.98	7-1/16"	152.40	6"	17.46	11/16"
133 RE	66.10	133.25	76.20	3"	179.39	7-5/16"	152.40	6"	17.46	11/16"
136 RE (TR68)	67.41	135.88	74.61	2-15/16"	185.74	7-5/16"	152.40	6"	17.46	11/16"
141 RE (TR70)	69.79	140.68	77.79	3-1/16"	118.91	7-5/16"	152.40	6"	17.46	11/16"

TABLA 5
CARACTERISTICAS PERFILES EUROPEOS

Norma DIN 5901	PESO		HONGO A		ALTURA H		BASE B		ALMA S	
	Kg/m	Lb/Yd	mm	Pulg	mm	Pulg	mm	Pulg	mm	Pulg
UNE 25-122-86 (RN45)	44.79	90.29	66.00	2-5/8"	142.00	5-5/8"	130.00	5-1/8"	16.50	11/16"
UIC 869/00 (UIC 54)	54.77	110.41	72.20	2-7/8"	159.00	6-1/4"	140.00	5-9/16"	16.00	11/16"
UIC 60	60.34	121.64	74.30	2-15/16"	172.00	6-13/16"	150.00	5-15/16"	16.50	11/16"



CONEXIONES A RIEL FERROVIARIO



ALICATES DISEÑADOS PARA REALIZAR
CONEXIONES A RIELES FERROVIARIOS



ILUSTRACION DE FORMA DE APLICACION
DE MOLDES Y ACCESORIOS EN CONEXIONES
A RIELES FERROVIARIOS

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS

EXOTHERMIC WELDING MOLD

NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Riel Rail	Conductor B mm ² AWG/MCM		Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE A RIEL
PTRPR000070 PTRPR000100	CRPR000070 CRPR000100		70 100	2/0 4/0	45 65	3 3		 CR-PR PUENTE DE CONEXION A RIEL BOND TO BASE RAIL
NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Riel Rail	Conductor B mm ² AWG/MCM		Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE A RIEL
PTRTD000240 PTRTD000185 PTRTD000150 PTRTD000120 PTRTD000100 PTRTD000095 PTRTD000070 PTRTD000050	CRTD000240 CRTD000185 CRTD000150 CRTD000120 CRTD000100 CRTD000095 CRTD000070 CRTD000050	Derecho / Right Derecho / Right Derecho / Right Derecho / Right Derecho / Right Derecho / Right Derecho / Right Derecho / Right	240 185 150 120 100 95 70 50	500 350 300 250 4/0 3/0 2/0 1/0	250 250 250 200 150 150 115 115	4 3 3 3 3 3 3 3	Z-202 Z-201 Z-201 Z-201 Z-201 Z-201 Z-201 Z-201	 CR-TD CONEXIÓN DERECHA DE CABLE A RIEL HORIZONTAL CABLE TO RAIL TAP
NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Riel Rail	Conductor B mm ² AWG/MCM		Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE A RIEL
PTRTI000240 PTRTI000185 PTRTI000150 PTRTI000120 PTRTI000100 PTRTI000095 PTRTI000070 PTRTI000050	CRTI000240 CRTI000185 CRTI000150 CRTI000120 CRTI000100 CRTI000095 CRTI000070 CRTI000050	Izquierdo / Left Izquierdo / Left Izquierdo / Left Izquierdo / Left Izquierdo / Left Izquierdo / Left Izquierdo / Left Izquierdo / Left	240 185 150 120 100 95 70 50	500 350 300 250 4/0 3/0 2/0 1/0	250 250 250 200 150 150 115 115	4 3 3 3 3 3 3 3	Z-202 Z-201 Z-201 Z-201 Z-201 Z-201 Z-201 Z-201	 CR-TI CONEXIÓN IZQUIERDA DE CABLE A RIEL HORIZONTAL CABLE TO RAIL TAP
NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	Riel Rail	Conductor B mm ² AWG/MCM		Cartucho Cart. size	Grupo grup	Alicate Clamp	CONEXIÓN CABLE A RIEL
PTRTP000240 PTRTP000185 PTRTP000150 PTRTP000120 PTRTP000100 PTRTP000095 PTRTP000070 PTRTP000050	CRTP000240 CRTP000185 CRTP000150 CRTP000120 CRTP000100 CRTP000095 CRTP000070 CRTP000050		240 185 150 120 100 95 70 50	500 350 300 250 4/0 3/0 2/0 1/0	250 200 150 150 115 115 115 115	5 5 5 5 5 5 5 5	Z-201 Z-201 Z-201 Z-201 Z-201 Z-201 Z-201 Z-201	 CR-TP CONEXIÓN PASANTE DE CABLE A RIEL HORIZONTAL THRU CABLE TO RAIL

CONEXIONES ELECTRICAS **GEDIWELD**

POLVO PARA SOLDADURA EXOTERMICA

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS

WELD METAL

NUMERO DE CATALOGO	MODELO MODEL	COMBINACIONES	ENCENDIDO IGNEX
PTCE000015	CE-15		PTPIE00100
PTCE000025	CE-25		PTPIE00100
PTCE000032	CE-32	CE-15 + CE-15	PTPIE00100
PTCE000045	CE-45	CE-32 + CE-15	PTPIE00100
PTCE000065	CE-65	CE-45 + CE-25	PTPIE00100
PTCE000090	CE-90	CE-45 + CE-45	PTPIE00100
PTCE000115	CE-115	CE-90 + CE-45	PTPIE00100
PTCE000150	CE-150	CE-90 + CE-65	PTPIE00100
PTCE000200	CE-200	CE-115 + CE-90	PTPIE00100
PTCE000250	CE-250	CE-150 + CE-115	PTPIE00100
PTCE000500	CE-500	CE-250 + CE-250	PTPIE00100

CARTUCHOS EXOTERMICOS

GENERALIDADES.

Los cartuchos para realizar la soldadura exotérmica del sistema GEDIWELD son fabricados en Brasil por la prestigiosa marca EXOSOLDA. Los materiales de soldadura e ignición son mezclas exotérmicas y reaccionan produciendo materiales fundidos calientes con temperaturas superiores a 2200° C y la liberación correspondiente del humo localizado. Estos materiales no son explosivos. El polvo de soldadura se compone de una mezcla exotérmica de óxido de cobre y aluminio. El metal obtenido tiene, como mínimo, una tensión de ruptura de 26,8 kg/mm². Este valor se basa en muestras de 12,7 mm de diámetro, sin fallas.

El procedimiento de soldadura exotérmica del sistema GEDIWELD es el método mas sencillo y eficiente de realizar una soldadura entre materiales bien sean de cobre o materiales de cobre con acero. No se requiere fuente de poder alguna, ya que la soldadura se efectúa mediante la alta temperatura que genera la reacción de aluminio y óxidos de cobre. La reacción exotérmica se lleva a cabo en el interior de un molde de grafito ideado para este fin, que puede ser reutilizado hasta para 50 conexiones o mas, siempre y cuando se le de un cuidado adecuado. La reacción se lleva a cabo en unos segundos y consecuentemente la cantidad de calor aplicada a las piezas es considerablemente menor a la aplicada en métodos de soldadura convencionales, esto es de suma importancia cuando se solda un conductor que posee aislamiento o cuando se desea soldar sobre una tubería que puede tener una pared delgada.

Es ideal para el uso en campo ya que es ligero, portátil y no requiere de fuentes de energía externas. Es un método que puede ser denominado relativamente fácil y se obtiene una conexión eléctricamente eficiente. Cuando la soldadura y el molde están totalmente libres de humedad se obtiene una soldadura monolítica sin poros, por lo que consideramos que nuestro nuevo empaque, además de ser práctico, presenta grandes ventajas desde el punto de vista técnico. Como la soldadura exotérmica es una unión molecular y tiene el mismo punto de fusión que el cobre. Gracias a estos factores y también al hecho de que la soldadura tiene una sección mayor que la del cable, se puede garantizar:

1. La conexión no se verá afectada por sobrecargas de corriente. Pruebas han demostrado que el cable conductor se funde antes que la soldadura.
2. Las conexiones so podrán aflojarse
3. Las conexiones no podrán corroerse.
4. Las conexiones se convierten en parte integral del conductor.
5. Las conexiones poseen una capacidad de corriente superior a la del conductor.

COMBINACIONES.

Cuando al momento de una aplicación no se tenga a la mano disponibilidad de un determinado tamaño de cartucho, esto no significa que no se pueda realizar el trabajo por falta en inventario de un determinado modelo de cartucho, para estos casos muy frecuentes en campo, puede optar por realizar una combinación con los contenidos de cartuchos más pequeños disponibles que puedan sumar entre ellos el peso aproximado del cartucho requerido. De no contar con cartuchos más pequeños que nos den esta combinación, también es posible realizarlo mediante una porción de un cartucho más grande para conseguir el peso aproximado en gramos que se requiere.

Para facilitar la labor de las combinaciones, adjunto presentamos una tabla donde se observan las posibles combinaciones de cartuchos para cargas que van desde 32 hasta 500, esto tiene la finalidad de servirle de guía rápida.

INSPECCIÓN.

La conexión exotérmica terminada debe tener una apariencia sólida con relación al tamaño, acabado superficial, coloración y porosidad. Se explicará a continuación cada uno de estos tópicos. Las conexiones exotérmicas en barras tipo copperweld de puesta a tierra y superficies de acero pueden inspeccionarse por un golpe de martillo leve sobre ellas (se sugiere de uno a tres golpes de martillo de herrero). Los golpes deben darse directamente sobre la mayor masa de la conexión, de tal modo que no causen daño en el cable. El criterio del inspector es importante, especialmente cuando verifique conexiones menores, observándose el número e intensidad de los golpes.



NOTA IMPORTANTE:

NO APISONE EL POLVO PARA SOLDADURA UNA VEZ QUE SE HAYA COLOCADO DENTRO DEL MOLDE.

Para mayores detalles de las normas que regulan las soldaduras exotérmicas recomendamos consultar el CEN en los artículos 250-113 y 250-115.

RECUERDE! ES MUY IMPORTANTE TENER SIEMPRE PRESENTE QUE LOS CARTUCHOS SOLO SE ACTIVAN CON EL PALILLO IGNITOR. NO UTILCE YESQUEROS O LLAMAS.

CONEXIONES ELECTRICAS **GEDIWELD**

POLVO PARA SOLDADURA EXOTERMICA

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS

WELD METAL



Para la ignición de los cartuchos, utilice un palillo ignitor código GEDISA PTPIE00100 modelo IGNEX por cada cartucho, el cual se debe encender con un fósforo o llama, una vez encendido el palillo ignitor introdúzcalo rápidamente dentro del molde.



RECUERDE!

Para obtener un mejor color de la conexión, una vez terminada la reacción exotérmica y pasado un tiempo prudente para su enfriamiento, proceda a cepillarla con un cepillo de cerdas suaves. Normalmente el color obtenido debe ir de oro a bronce.

POROSIDAD.

La conexión debe estar libre de grandes porosidades debido a la escoria. Pueden tolerarse pequeños orificios. Una masa esponjosa o de orificios grandes y profundos no deben aceptarse. Éstos indican generalmente: 1) Molde o conductor húmedo. 2) Aislante en los hilos del conductor. 3) Alquitrán o grasa de cables resistentes a los agentes atmosféricos (intemperie) en los hilos. Moldes y conductores secos así como la utilización de solventes pueden eliminar la mayoría de las porosidades. Las conexiones para superficies galvanizadas algunas veces exhiben porosidades debido al zinc que se evapora de la superficie galvanizada. Esta condición podrá minimizarse o eliminarse retirando la parte del zinc de la superficie galvanizada. Sin embargo, es normal la existencia de ligeros poros en conexiones a superficies galvanizadas, especialmente en soldaduras hechas con moldes fríos.

TAMAÑO.

La conexión exotérmica deberá tener suficiente relleno para cubrir completamente los conductores. Una falla en la cobertura indica tanto la utilización de un cartucho menor como una pérdida excesiva. Los filetes de pérdida a lo largo de cables formados por siete hilos pueden controlarse con pasta de selladura Z30. Sin embargo, pérdida excesiva en las uniones del molde y en las aberturas de los conductores es frecuentemente el resultado de utilizaciones prolongadas del molde. El promedio de vida del molde es de 50 conexiones.

ACABADO SUPERFICIAL.

La superficie de la conexión debe estar razonablemente lisa y libre de depósitos mayores de escoria que pueden tener 12,4 mm o más de diámetro y 1,5 mm o más de profundidad bajo la superficie. El depósito mayor de escoria no debe confundirse con la escoria normal que se presenta en el tope de todas las conexiones exotérmicas.

VENTAJAS.

El sistema de soldadura exotérmica que agrupa GEDIWELD presenta varias ventajas sobre los ya conocidos:

- ☐ No requiere de ningún polvo de ignición.
- ☐ Al no requerir polvo ignitor, no se tiene que espolvorear en la parte superior de la soldadura metálica ningún polvo ignitor, por lo que no se requiere este paso.
- ☐ Debido a su presentación en sobres, no tiene que golpear el fondo de los cartuchos para asegurarse que todo el polvo de ignición ha sido removido.
- ☐ No tiene que preocuparse de dos componentes.
- ☐ No tiene que preocuparse de envases que puedan destaparse y verter su contenido o parte del mismo, quedando de esta forma incompleta la carga.
- ☐ Dependiendo del fabricante el polvo que pueda ser vertido accidentalmente puede estar expuesto a una ignición a través de una llama o chispa.
- ☐ El polvo exotérmico de la marca exosolda solo puede ser encendido a través del accionamiento de un palillo ignitor específico para tal fin, con esto evitamos posibles accidentes por mala aplicación. El polvo exotérmico de la marca exosolda no puede ser encendido a través del empleo de llamas o yesqueros.

PRESENTACION.

La soldadura metálica EXOSOLDA se empaqueta en envases resistentes al paso de la humedad de manera hermética, asegurando una protección al 100% contra la penetración de humedad al interior del envase, logrando que el polvo de soldadura llegue en buenas condiciones, siempre seco y listo para utilizarse con una ignición inmediata. Esto también hace que el polvo exotérmico tenga una mayor vida de almacenamiento y permite eliminar los poros en la conexión. Esto también permite garantizar el contenido de cada sobre por un tiempo de almacenaje de dos años contados a partir de la fecha de su empaque.

El polvo consta de óxido de aluminio, cobre y hierro, no contiene fósforo ni ninguna sustancia explosiva. Para verter el contenido de cada cartucho al molde se recomienda agitarlo previamente varias veces de forma de obtener una mezcla homogénea del contenido. Luego rasgue por uno de sus vértices para vaciar su contenido. El tamaño y peso en gramos de los cartuchos están marcados en cada empaque de manera individual. El sellado del envase aseguran que no se tenga pérdida de soldadura durante el transporte. Por lo tanto el peso de cada carga, que se verifica en planta, es el mismo que se vierte en el molde de grafito en cada conexión hecha en campo.

CONEXIONES ELECTRICAS GEDIWELD

ACCESORIOS PARA SOLDADURA EXOTERMICA

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS

EXOTHERMIC WELDING ACCESSORIES

CAJA HERRAMIENTAS PARA SOLDADURA / WELDING TOOLKIT

La caja contiene: 1 lente de seguridad, 1 par de guantes, 1 raspador curvo, 1 carda, 1 brocha, 1 alicate universal, 1 pinza de electricista, 1 alicate de presión, 1 martillo, 1 lima, 1 destornillador plano y otro de cruz, 1 cepillo de alambre, un cepillo en V, 1 cepillo de cerdas naturales, 1 raspador de moldes grande y otro pequeño, una caja de palillos ignitores, un set de discos metálicos y 1 Kgs de masilla para sellado de moldes.



CODIGO	MODELO
PTCDH001050	CDH-Z50

LENTE DE SEGURIDAD / SAFETY GLASSES

GEDISA recomienda que la seguridad sea primero cuando este realizando labores de soldadura exotérmica, así como en cualquier otra actividad. Para protección de la visión durante las operaciones de soldadura exotérmica o limpieza de los moldes, conductores, barras o superficies.



CODIGO	MODELO
PTLSI00100	LSI-100

GUANTES / GLOVES

GEDISA recomienda que la seguridad sea primero cuando este realizando labores de soldadura exotérmica, así como en cualquier otra actividad. Para protección de las manos durante las operaciones con soldadura exotérmica o en actividades de limpieza de moldes.



CODIGO	MODELO
PTGCT00100	GCT-100

RASPADOR CURVO / CURVE RASP

El raspador curvo de acero templado permite remover la oxidación y escamas en superficies de acero y hierro, la hoja es cambiabile.



CODIGO	MODELO
PTRC00081	RC-Z81
PTHR00082	HR-Z82

CEPILLO CARDA / CARD CLOTH BRUSH

Es recomendado para la limpieza de cables de gran calibre y barras de cobre. Están conformados por pequeñas cerdas.



CODIGO	MODELO
PTCLC00083	CLC-Z83

BROCHA / PAINT BRUSH

Es recomendado para la limpieza de los moldes una vez han sido raspados por los elementos adecuados, para terminar de extraer suciedad de menor tamaño.



CODIGO	MODELO
PTBLM00100	BLM-100

ALICATE UNIVERSAL / UNIVERSAL PLIERS

Alicate de acero, empleado para sujetar, torcer, y cortar el alambre o cable de cobre de diferentes calibres, mangos aislados.



CODIGO	MODELO
PTALU000200	ALU-200

ALICATE DE PRESION / LOCKING PLIERS

Alicate de acero, empleado para sujetar con bloqueo mecánico. Recomendado para sujetar firmemente cables y otros objetos.



CODIGO	MODELO
PTALP00201	ALP-201

PINZA DE ELECTRICISTA / ELECTRICIAN CLAMP

Pinza de acero, empleada para sujetar, torcer, y cortar el alambre o cable de cobre de diferentes calibres.



CODIGO	MODELO
PTPDE00203	PDE-203

MARTILLO / HAMMER

Es recomendado para operaciones de clavado de barras copperweld o aplicaciones de inspección donde se requieran impactos.



CODIGO	MODELO
PTMDM00300	MDM-300

LIMA / METALCLEANING RASP

Lima o escofina media caña recomendada para realizar desbastes de superficies.



CODIGO	MODELO
PTLMC00100	LMC-100

DESTORNILLADORES / SCREWDRIVER

Juego de dos destornilladores o desarmadores compuesto por uno plano y otro e estrias.



CODIGO	MODELO
PTDPM00100	DPM-100
PTDEM00100	DEM-100

CEPILLO DE CERDAS NATURAL / NATURAL BISTLE BRUSH

Cepillo para uso general. Ideal para la limpieza interna del molde, gracias a sus cerdas suaves pueden emplearse sin que remueva material de grafito o deforme al molde durante la limpieza.



CODIGO	MODELO
PTCLC00084	CLC-Z84

CONEXIONES ELECTRICAS **GEDIWELD**

ACCESORIOS PARA SOLDADURA EXOTERMICA

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS

EXOTHERMIC WELDING ACCESSORIES

CEPILLO DE ALAMBRE / WIRE BRUSH

Cepillo para limpieza de conductores, superficies o metales, también es aplicado para pulir la soldadura una vez terminada. Normalmente el color obtenido debe ir de oro a bronce. No usar en moldes.



CODIGO	MODELO
PTCLC00085	CLC-Z85

CEPILLO DOBLE EN "V" / V SHAPE BRUSH

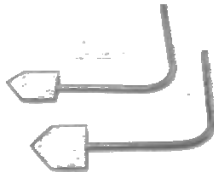
Es recomendado para la limpieza de cables Y superficies con alta oxidación. La forma en V permite su utilización en una gran variedad de tamaños de cables. No usar en moldes



CODIGO	MODELO
PTCLV00086	CLV-Z86

RASPADOR / SLAG REMOVAL TOOL

Permiten limpiar en el interior del molde las cavidades donde se ha podido alojar escoria luego del proceso de fusión.



CODIGO	MODELO
PTCLM00090	Z-90
PTCLM00091	Z-91

PALILLOS IGNITORES / IGNITOR

Para la ignición de los cartuchos, utilice un palillo ignitor por cada cartucho, el cual se debe encender con un fósforo o llama, una vez encendido el palillo ignitor introdúzcalo rápidamente dentro del molde.



CODIGO	MODELO
PTPIE00100	IGNEX

DISCO METALICO / DISK WELD METAL

Para ser colocado con la parte cónica hacia abajo en el fondo de la tolva de forma que pueda obturar el orificio de colada y separe la tolva de la cavidad de soldadura.



CODIGO	MODELO
PTDPM00018	DPM-Z18 18mm
PTDPM00025	DPM-Z25 25mm

MASILLA DE EMPAQUE / MOLD SEALER

El material de empaque se utiliza para prevenir escape de metal fundido al exterior del molde. Cuando los orificios del molde se ensanchan debido al desgaste natural por uso continuo del molde, el material de empaque puede ser utilizado para prolongar la vida útil del molde. También es utilizado alrededor de los cables trenzados para prevenir fugas. Viene en paquetes de 1 kilogramo.



CODIGO	MODELO
PTSPM00030	SPM-Z30

GALVANIZADO EN FRIO / REGALVANIZING COMPOUNDS

Es un compuesto líquido que al secar forma una película, con 95% de zinc metálico puro, que se une fuertemente al hierro, acero o aluminio para proporcionar protección contra la corrosión. Disponible en galones



CODIGO	MODELO
XP9507370	PR 7370

THINNER PARA GALVANIZADO EN FRIO / PAINT THINER

Solvente líquido a base de hidrocarburos empleado para la limpieza de las superficies en las que se aplicara el galvanizado en frío.



CODIGO	MODELO
XP9509179	91-79

ALICATES PARA ALINEAR BARRAS COPPERWELD / CABLE CLAMP ASSEMBLY

Es usado para sostener barras tipo copperweld mientras se realiza la soldadura dentro del molde. Estos alicates evitan que las barras no se safen del molde al momento de la fusión.



CODIGO	MODELO
PTAAB00004	AAB-Z04

ALICATES PARA SUJETAR CABLES / CABLE CLAMP ASSEMBLY

Es recomendado para sostener cables en posición correcta mientras se realiza la soldadura dentro del molde cuando los cables están bajo tensión. Estos alicates están concebidos para prevenir que los cables se salgan del molde al momento de la fusión.



CODIGO	MODELO
PTASC00005	ASC-Z05

ALICATES PARA MOLDES PEQUEÑOS / SMALL HANDLE CLAMP

Se usan en moldes del grupo 2 para conexiones que emplean zapatas o barras de cobre rectangulares. Están provistos de cuatro barras cilíndricas calibradas que ingresan al molde, las dos superiores están dotadas con sistema de prisioneros ajustables para sujetar al molde.



CODIGO	MODELO
PTAMG00200	AMG-Z200

ALICATES PARA MOLDES MEDIANOS / MEDIUM HANDLE CLAMP

Se usan en moldes del grupo 3, 5, 8 y 9 para conexiones que emplean zapatas o barras de cobre rectangulares. Están provistos de cuatro barras cilíndricas calibradas que ingresan al molde, las dos superiores están dotadas con sistema de prisioneros ajustables para sujetar al molde.



CODIGO	MODELO
PTAMG00201	AMG-Z201

CONEXIONES ELECTRICAS GEDIWELD

ACCESORIOS PARA SOLDADURA EXOTERMICA

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS

EXOTHERMIC WELDING ACCESSORIES

ALICATES PARA MOLDES GRANDES / BIG HANDLE CLAMP

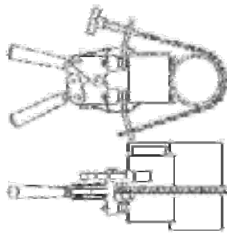
Se usan en moldes del grupo 4, 10, 11 y 12 para conexiones que emplean zapatas o barras de cobre rectangulares. Están provistos de cuatro barras cilíndricas calibradas que ingresan al molde, las dos superiores están dotadas con sistema de prisioneros ajustables para sujetar al molde.



CODIGO	MODELO
PTAMG00202	AMG-Z202

ALICATES DE CADENA VERTICAL / VERTICAL CHAIN CLAMP

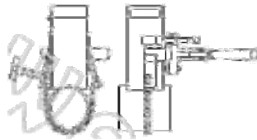
Es recomendado para sostener los moldes en posición vertical cuando se requiera realizar soldaduras a tuberías de hasta 4" Para tuberías de 10" de diámetro se requiere una cadena de mayor longitud.



CODIGO	MODELO
PTAMG00206	AMG-Z206
PTAMG00207	AMG-Z207

ALICATES DE CADENA HORIZONTAL / HORIZONTAL CHAIN CLAMP

Es recomendado para sostener los moldes en posición horizontal cuando se requiera realizar soldaduras a tuberías de hasta 4" Para tuberías de 10" de diámetro se requiere una cadena de mayor longitud.



CODIGO	MODELO
PTAMG00208	AMG-Z208

ALICATES MAGNETICOS / MAGNETIC CLAMP

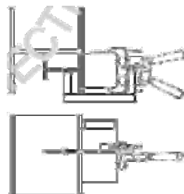
Es recomendado para sostener los moldes en posición horizontal o vertical cuando se requiera realizar soldaduras a tuberías de hasta 4" Para tuberías de 10" de diámetro se requiere una cadena de mayor longitud.



CODIGO	MODELO
PTAMG00209	AMG-Z209

ALICATE CON SOPORTE PARA MOLDE / MOLD SUPPORT CLAMP

Es recomendado para sostener los moldes en posición horizontal o vertical cuando se requiera realizar soldaduras a tuberías de hasta 4" Para tuberías de 10" de diámetro se requiere una cadena de mayor longitud.



CODIGO	MODELO
PTAMG00210	AMG-Z210

TOMACABLE PARA BARRA COPPERWELD / GROUND ROD CLAMP

Permite hacer una conexión eléctrica y mecánica firme entre el cable de tierra y la barra de puesta a tierra.



CODIGO	MODELO	JABALINA
AV99V0003	Conector 5/8	5/8"
AV99V0004	Conector 3/4	3/4"

CONECTOR PARA DERIVACIÓN KS (COBRE) / COPPER CLAMP

Empleado para hacer conexiones y derivaciones para cables de tierra.



CODIGO	MODELO	CABLE
TE16ID010	KS15	10-8 AWG
TE16ID016	KS17	8-6 AWG
TE16ID025	KS20	8-4 AWG
TE16ID035	KS23	6-2 AWG
TE16ID050	KS25	4-1/0 AWG
TE16ID070	KS26	2-2/0 AWG
TE16ID095	KS27	1-3/0 AWG
TE16ID120	KS29	1-250 MCM
TE16ID150	KS31	1/0-350 MCM
TE16ID500	KS34	2/0-500 MCM
TE16ID510	KS44	300-1000 MCM

CONECTOR PARA DERIVACIÓN KSU (BIMETÁLICO) / BIMETALIC CLAMP

Empleado para hacer conexiones y derivaciones para cables de tierra.



CODIGO	MODELO	CABLE
TE16IH017	CONEC. KSU17	8-6 AWG
TE16IH020	CONEC. KSU20	8-4 AWG
TE16IH022	CONEC. KSU22	10-2 AWG
TE16IH023	CONEC. KSU23	6-2 AWG
TE16IH025	CONEC. KSU25	4-1/0 AWG
TE16IH026	CONEC. KSU26	2-2/0 AWG
TE16IH027	CONEC. KSU27	1-3/0 AWG
TE16IH029	CONEC. KSU29	1-250 MCM
TE16IH031	CONEC. KSU31	1/0-350 MCM
TE16IH034	CONEC. KSU34	2/0-500 MCM

CONECTOR TIPO L / TYPE L FIXIN CONNECTOR

Provee conexión de un amplio rango de cables a placas de tableros, superficies y a bloques de terminales.



CODIGO	MODELO	CABLE
TE17ID070	L-70	12-6AWG
TE17ID125	L-125	4-2/0AWG
TE17ID250	L-250	2/0-250MCM
TE17ID400	L-400	4/0-500MCM
TE17ID650	L-650	500-1000MCM

CONEXIONES ELECTRICAS GEDIWELD

ACCESORIOS PARA SOLDADURA EXOTERMICA

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS

EXOTHERMIC WELDING ACCESSORIES

AISLADOR DE RESINA / SPACING INSULATOR

Elaborado en resina de poliéster con fibra de vidrio, empleado para soportar y sujetar conductores eléctricos.



CODIGO	MODELO	MEDIDAS	ROSCA
AI01A0001	EL25S	25X30	M8
AI01A0007	EL35S	32X42	M8
AI01A0008	EL35A	35X32	M8
AI01A0009	EL40A	40X40	M8
AI01A0011	EL45	45X50	M8
AI01A0012	EL51A	51X36	M8

ESPÁRRAGOS PARA AISLADORES / FIXING STUD

Tortillería conformada por espárrago, tuerca hexagonal, arandela plana y de presión que facilitan la instalación y fijación de los aisladores.



CODIGO	MODELO
AI01B0002	M8XL- 30MM-P/EL35S
AI01B0003	M8XL- 40MM-P/EL35A
AI01B0004	M8XL- 50MM-P/EL40-51

CONECTOR DE DERIVACIÓN C / SLEEVE CONECTOR

Empleado para hacer empalmes, conexiones y derivaciones para cables de tierra.



CODIGO	MODELO	PASANTE	DERIVACIÓN
TE13C06C06	C6-C6	10 AWG	10 AWG
TE13C10C10	C10-C10	8 AWG	8 AWG
TE13C120C120	C120-C120	4/0 AWG	4/0 AWG
TE13C15C12	C150-C120	300 MCM	4/0 AWG
TE13C16C16	C16-C16	6 AWG	6 AWG
TE13C18C95	C185-C95	4 AWG	8 AWG
TE13C25C10	C25-C10	4 AWG	4 AWG
TE13C25C25	C25-C25	2 AWG	4 AWG
TE13C35C16	C35-C16	2 AWG	6 AWG
TE13C35C35	C35-C35	2 AWG	2 AWG
TE13C50C25	C50-C25	1/0 AWG	4 AWG
TE13C50C50	C50-C50	1/0 AWG	1/0 AWG
TE13C70C35	C70-C35	2/0 AWG	2 AWG
TE13C70C70	C70-C70	2/0 AWG	2/0 AWG
TE13C95C35	C95-C35	3/0 AWG	2 AWG
TE13C95C70	C95-C70	3/0 AWG	2/0 AWG
TE13C95C95	C95-C95	3/0 AWG	3/0 AWG
TE14C12C12	C120-C120-ST	250 MCM	250 MCM
TE14C50C50	C50-C50-ST	1/0 AWG	1/0 AWG

TERMINAL ANILLO NO AISLADO / COPPER TUBE CRIMPING LUGS

Hecho de tubo de cobre electrolítico, provee máxima conductividad eléctrica y alta resistencia a los esfuerzos mecánicos.



CODIGO	MODELO	CABLE	TORNILLO
TE10A03M10	A3-M10	6AWG	3/8"
TE10A03M12	A3-M12	6AWG	1/2"
TE10A05M10	A5-M10	4AWG	3/8"
TE10A05M12	A5-M12	4AWG	1/2"
TE10A07M08	A7-M8	2AWG	5/16"
TE10A07M10	A7-M10	2AWG	3/8"
TE10A09M08	A9-M8	2AWG	5/16"
TE10A09M10	A9-M10	2AWG	3/8"
TE10A09M12	A9-M12	2AWG	1/2"
TE10A10M08	A10-M8	2AWG	5/16"
TE10A10M10	A10-M10	2AWG	3/8"
TE10A10M12	A10-M12	2AWG	1/2"
TE10A12M08	A12-M8	1/0-2/0 AWG	5/16"
TE10A12M10	A12-M10	1/0-2/0 AWG	3/8"
TE10A12M12	A12-M12	1/0-2/0 AWG	1/2"
TE10A12M66	A12-M10/19	1/0-2/0 AWG	3/8"
TE10A17M08	A17-M8	3/0-3/0 AWG	5/16"
TE10A17M10	A17-M10	3/0-3/0 AWG	3/8"
TE10A17M12	A17-M12	3/0-3/0 AWG	1/2"
TE10A17M14	A17-M14	3/0-3/0 AWG	9/16"
TE10A17M19	A17-M10/19	3/0-3/0 AWG	3/8"
TE10A20M08	A20-M8	4/0-250 MCM	5/16"
TE10A20M10	A20-M10	4/0-250 MCM	3/8"
TE10A20M12	A20-M12	4/0-250 MCM	1/2"
TE10A20M14	A20-M14	4/0-250 MCM	9/16"
TE10A20M16	A20-M16	4/0-250 MCM	5/8"
TE10A24M08	A24-M8	3/0-250 MCM	5/16"
TE10A24M10	A24-M10	3/0-250 MCM	3/8"
TE10A24M12	A24-M12	3/0-250 MCM	1/2"
TE10A24M14	A24-M14	3/0-250 MCM	9/16"
TE10A29M08	A29-M8	300-300 MCM	5/16"
TE10A29M10	A29-M10	300-300 MCM	3/8"
TE10A29M12	A29-M12	300-300 MCM	1/2"
TE10A29M14	A29-M14	300-300 MCM	9/16"
TE10A35M12	A35-M12	350-400 MCM	1/2"
TE10A35M14	A35-M14	350-400 MCM	9/16"
TE10A35M16	A35-M16	350-400 MCM	5/8"
TE10A37M10	A37-M10	400-400 MCM	3/8"
TE10A37M12	A37-M12	400-400 MCM	1/2"
TE10A37M16	A37-M16	400-400 MCM	5/8"
TE10A40M10	A40-M10	450-500 MCM	3/8"
TE10A40M12	A40-M12	450-500 MCM	1/2"
TE10A40M14	A40-M14	450-500 MCM	9/16"
TE10A40M16	A40-M16	450-500 MCM	5/8"
TE10A48M10	A48-M10	350-500 MCM	3/8"
TE10A48M12	A48-M12	350-500 MCM	1/2"
TE10A48M14	A48-M14	350-500 MCM	9/16"
TE10A48M16	A48-M16	350-500 MCM	5/8"
TE10A60M12	A60-M12	500-600 MCM	1/2"
TE10A60M16	A60-M16	500-600 MCM	5/8"
TE10A80M16	A80-M16	600-750 MCM	5/8"

CONEXIONES ELECTRICAS GEDIWELD

ACCESORIOS PARA SOLDADURA EXOTERMICA

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS

EXOTHERMIC WELDING ACCESSORIES

TERMINAL ANILLO APLICACIONES ESPECIALES / HEAVY DUTY COPPER TUBE TERMINALS

Hecho de tubo de cobre electrolítico, provee máxima conductividad eléctrica y alta resistencia a los esfuerzos mecánicos.



CODIGO	MODELO	CABLE	TORNILLO
TE12A14M12	2A14-M12	2/0 AWG	1/2"
TE12A14M14	2A14-M14	2/0 AWG	9/16"
TE12A19M12	2A19-M12	3/0 AWG	1/2"
TE12A24M12	2A24-M12	4/0 AWG	1/2"
TE12A24M16	2A24-M16	4/0 AWG	5/8"
TE12A30M12	2A30-M12	300 MCM	1/2"
TE12A37M12	2A37-M12	350 MCM	1/2"
TE12A48M12	2A48-M12	400 MCM	1/2"
TE12A48M14	2A48-M14	400 MCM	9/16"
TE12A48M16	2A48-M16	400MCM	5/8"
TE12A60M12	2A60-M12	500 MCM	1/2"
TE12A60M14	2A60-M14	500 MCM	9/16"
TE12A80M14	2A80-M14	600 MCM	9/16"
TE12A80M16	2A80-M16	600 MCM	5/8"

CONECTOR LARGO NO AISLADO / THROUGH CONNECTORS

Conector para empalme punta a punta, para uso en baja tensión, hechos de tubo de cobre electrolítico.



CODIGO	MODELO	CABLE
TE15L013M	L3 -M	6AWG
TE15L015M	L5 -M	4AWG
TE15L017M	L7 -M	2AWG
TE15L100M	L10-M	1AWG
TE15L140M	L14-M	1/0AWG
TE15L190M	L19-M	2/0AWG
TE15L240M	L24-M	3/0AWG
TE15L300M	L30-M	4/0AWG
TE15L370M	L37-M	300MCM
TE15L480M	L48-M	350MCM
TE15L600M	L60-M	400MCM
TE15L800M	L80-M	600MCM
TE15L990M	L100M	800MCM

CONECTOR CORTO NO AISLADO / PARALLEL CONNECTORS

Conector para empalmes paralelos, para uso en baja tensión, hechos de tubo de cobre electrolítico.



CODIGO	MODELO	CONDUCTOR
TE17L03P03	L3- P	6-AWG
TE17L05P05	L5- P	4-AWG
TE17L07P07	L7- P	2-AWG
TE17L10P10	L10-P	1/0AWG

TUERCA BRONCE SILICIO / NUT

Empleado para apretar tornillos, están elaboradas en aleación de bronce silicio, proveyendo resistencia a la corrosión combinada con resistencia mecánica.



CODIGO	MODELO	MEDIDA
PTTDS00014	TDS014	1/4
PTTDS00516	TDS516	5/16
PTTDS00038	TDS038	3/8
PTTDS00012	TDS012	1/2

ARANDELA DE PRESION BRONCE SILICIO / PRESSURE WASHER

Anillo hendido que se coloca debajo de la tuerca para impedir que esta se afloje, están elaboradas en aleación de bronce silicio, proveyendo resistencia a la corrosión combinada con resistencia mecánica.



CODIGO	MODELO	MEDIDA
PTTDS00014	TDS014	1/4
PTTDS00516	TDS516	5/16
PTTDS00038	TDS038	3/8
PTTDS00012	TDS012	1/2

ARANDELA PLANA BRONCE SILICIO / WASHER

Pieza circular, fina y perforada, se usa para mantener apretados una tuerca o un tornillo, están elaboradas en aleación de bronce – silicio, proveyendo resistencia a la corrosión combinada con resistencia mecánica.



CODIGO	MODELO	MEDIDA
PTTDS00014	TDS014	1/4
PTTDS00516	TDS516	5/16
PTTDS00038	TDS038	3/8
PTTDS00012	TDS012	1/2

TORNILLO BRONCE SILICIO / SCREW

Empleado para la unión desmontable de distintas piezas, están elaboradas en aleación de bronce – silicio, proveyendo resistencia a la corrosión combinada con resistencia mecánica.



CODIGO	MODELO		
PTTDS00014	TDS014	1/4	1
PTTDS00516	TDS516	5/16	1
PTTDS00038	TDS038	3/8	1
PTTDS00012	TDS012	1/2	1

CONEXIONES ELECTRICAS **GEDIWELD**

ACCESORIOS PARA SOLDADURA EXOTERMICA

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS

EXOTHERMIC WELDING ACCESSORIES

TERMINALES DE 2 HUECOS / TWO HOLE FIXING TERMINALS

Hecho de tubo de cobre electrolítico, provee máxima conductividad eléctrica y alta resistencia a los esfuerzos mecánicos.



CODIGO	MODELO
TE2609310	TERM.M/TENSION 2A80- 2M12 400MM2
TE2630210	TERM.M/TENSION CA25- 2M12 25MM2
TE2630870	TERM.M/TENSION CA50R- 2M12 50MM2
TE2631510	TERM.M/TENSION CA70S- 2M12 70MM2
TE2633290	TERM.M/TENSION CA150S-2M12 160MM2
TE2633845	TERM.M/TENSION CA240R-2M12 240MM2
TE2633850	TERM.M/TENSION CA240R-2M14 240MM2

TRENZAS FLEXIBLES DE COBRE / FLEXIBLE COPPER BRAID

Trenzas flexibles hechas a partir de cobre electrolítico, permiten mantener la conductividad eléctrica cuando se presentan articulaciones, etc.



CODIGO	MODELO	CORRIENTE
TE11FL1015	FL10-150- 60	75AMP
TE11FL1020	FL10-200- 60	75AMP
TE11FL1025	FL10-250- 60	75AMP
TE11FL1615	FL16-150-100	110AMP
TE11FL1620	FL16-200-100	110AMP
TE11FL1625	FL16-250-100	110AMP
TE11FL1632	FL16-320-100	110AMP
TE11FL1635	FL16-350-100	110AMP
TE11FL2520	FL25-200-130	150AMP
TE11FL2525	FL25-250-130	150AMP
TE11FL650ST	FL16-150ST-100	110AMP

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS MOLD COMBINATIONS

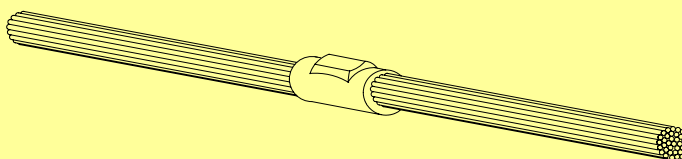
COMBINACIONES DE MOLDES

Cuando nos encontramos en obra o en el campo de aplicación, muchas veces no contamos con los moldes requeridos a la mano. No obstante, esto no significa que no podamos realizar una determinada aplicación con la combinación de otros moldes que si tengamos a disposición en ese momento.

A continuación daremos algunas recomendaciones o pautas para realizar empalmes con soldadura exotérmica empleando combinaciones de otros moldes que seguro le serán de mucha ayuda:

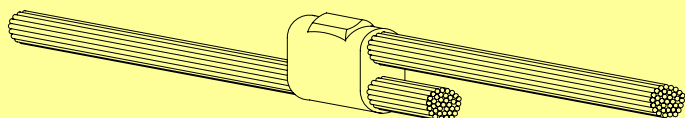
CONEXIÓN HORIZONTAL POR LOS EXTREMOS.

Supongamos que se requiere empalmar cables 2/0 AWG, para realizar una conexión cable a cable por sus extremos en forma horizontal, se emplea el molde GEDIWELD tipo CCH70-2 código GEDISA PTCLH070070 y un solo cartucho.

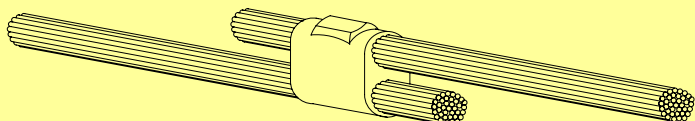


De no tener este molde al momento de la instalación puede recurrir a las siguientes alternativas:

Si dispone de un molde GEDIWELD tipo PSD7070-3 código GEDISA PTPSD070070 para soldadura horizontal de un cable pasante a un cable paralelo en derivación, con este molde solo tiene que dejar que el cable del lado pasante que va paralelo al que deriva sobresalga unos 30 mm y el que deriva colocarlo tal como esta concebido, esta aplicación requiere un cartucho de polvo exotérmico. Esto puede verse en la figura de abajo.

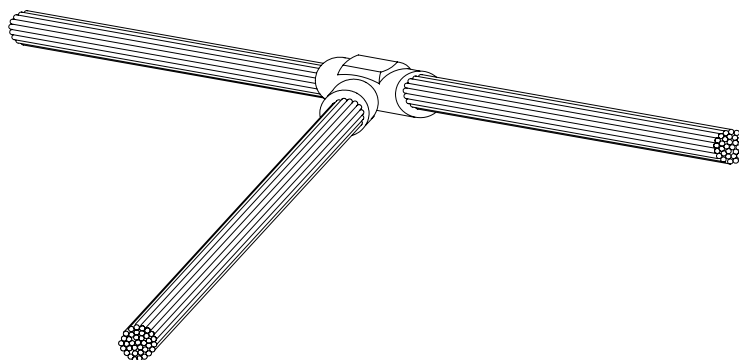


También es posible realizar la misma aplicación si se dispone de un molde GEDIWELD tipo PPS7070-3 código GEDISA PTPPS070070 para soldadura horizontal de dos cables paralelos pasantes. En este caso, solo tiene que dejar a cada cable que sobresalga un poco del molde tanto el de la parte superior como inferior unos 30 mm a cada lado del molde. Tal como se aprecia en la figura de abajo.



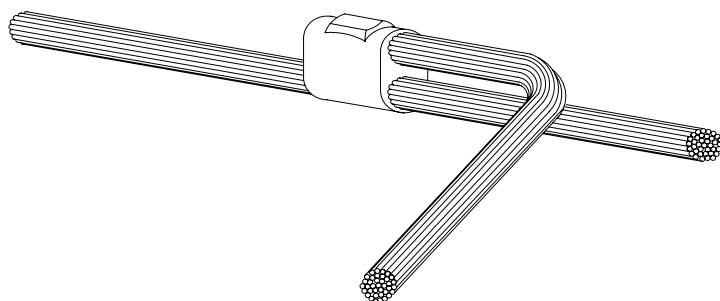
CONEXIONES EN TEE.

Supongamos que se requiere empalmar dos cables 2/0 AWG en una conexión cable a cable en forma de TEE tipo horizontal. Para este tipo de conexión se emplea normalmente el molde GEDIWELD tipo CDH7070-3 código GEDISA PTCTH070070 y un cartucho de polvo para soldadura exotérmica adecuado para esta aplicación.

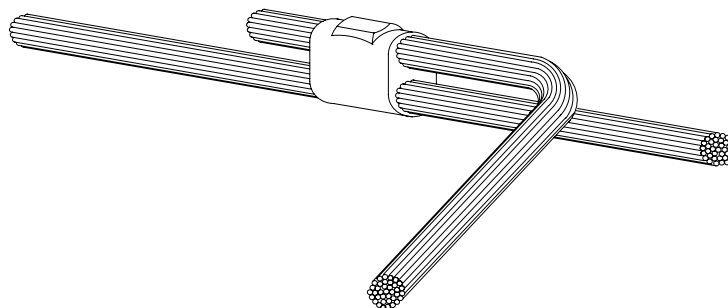


Si por alguna circunstancia no se dispone de este molde al momento de realizar la instalación, se puede recurrir a las siguientes alternativas:

En caso de disponer de un molde GEDIWELD tipo PSD7070-3 código GEDISA PTPSD070070 para soldadura horizontal de un cable pasante a un cable paralelo en derivación, solo tiene que doblar el cable del lado de derivación en ángulo de 90 grados y luego colocarlo tal como esta concebido. Esto puede verse en la figura de abajo.



También es posible realizar la misma aplicación si se dispone de un molde GEDIWELD tipo PPS7070-3 código GEDISA PTPPS070070 para soldadura horizontal de dos cables paralelos pasantes, solo tiene que doblar el cable de derivación en ángulo de 90 grados y luego colocarlo dejando que sobresalga un poco del molde alrededor de unos 30 mm. Tal como se aprecia en la figura de abajo.

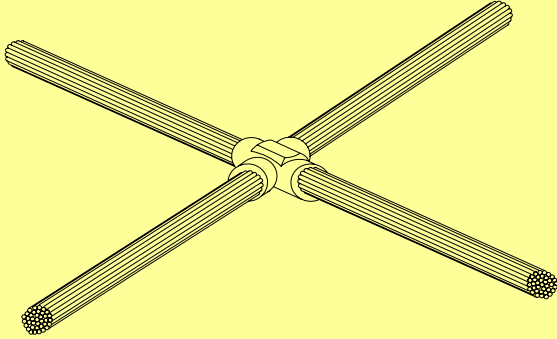


GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS

MOLD COMBINATIONS

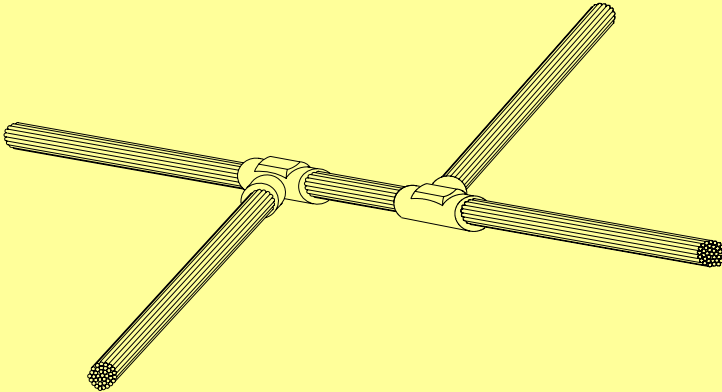
CONEXIONES EN EQUIS O CRUZADAS.

Supongamos que se requiere empalmar cables 2/0 AWG en un empalme cable a cable en forma de EQUIS tipo horizontal, para ello se emplea el molde GEDIWELD tipo XPH7070-3 código GEDISA PTXPH070070 y un solo cartucho destinado a esta aplicación.

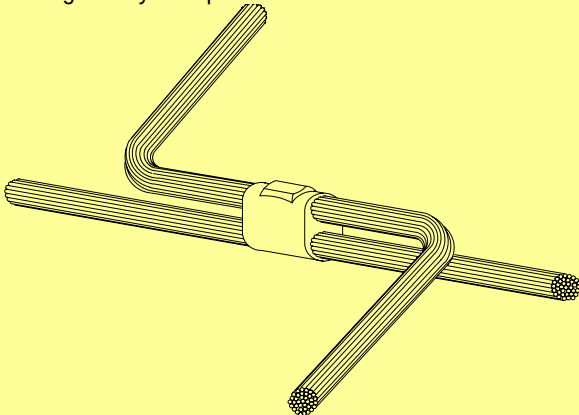


No obstante, de no tener este molde al momento de la instalación puede recurrir a las siguientes alternativas:

Utilice un molde para conexión en TEE tipo CDH7070-3 código GEDISA PTCTH070070, para obtener un empalme en EQUIS solo tiene que realizar dos veces la operación de hacer una soldadura con el molde de TEE sobre el mismo conductor pasante, una orientada hacia cada lado del cable pasante, para ello requerirá de dos cartuchos iguales y un mismo molde. Tal como se observa en la figura de abajo.

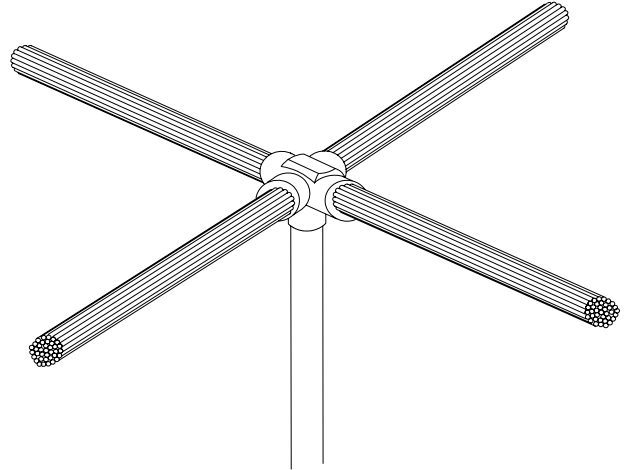


También es posible realizarla con un molde GEDIWELD tipo PPS7070-3 código GEDISA PTPPS070070 para soldadura horizontal de dos cables paralelos pasantes, solo doble cada cable de derivación en ángulo de 90 grados y colóquelo en cada entrada al molde.



CONEXIÓN A TOPE EN EQUIS SOBRE BARRA COPPERWELD.

Supongamos que se requiere conectar cables 2/0 AWG a una barra copperweld o jabalina de diámetro 5/8" en forma de EQUIS tipo horizontal, para esta aplicación se cuenta con el molde GEDIWELD tipo HTX5870-4A código GEDISA PTHTX058070 y su correspondiente cartucho.

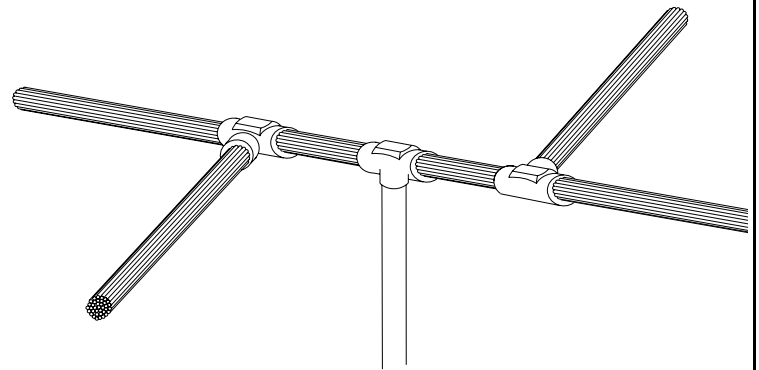


No obstante, de no tener este molde al momento de la instalación puede recurrir a las siguientes alternativas:

Para esta aplicación requerirá utilizar dos tipos de moldes, un molde para conexión de cable pasante a tope de barras copperweld GEDIWELD tipo HCH5870-3 código GEDISA PTHCH058070 con su cartucho adecuado, de igual forma, emplee el molde para empalme de cable a cable en TEE horizontal tipo CDH7070-3 código GEDISA PTCTH070070.

Comience por realizar el empalme de cable pasante a barra copperweld o jabalina y luego para obtener una conexión en EQUIS efectúe dos veces la operación de hacer una soldadura con el molde para TEE horizontal sobre el mismo conductor pasante, preferiblemente a cada lado de la ya soldadura realizada sobre la barra copperweld, teniendo presente que van orientadas hacia cada lado del cable pasante, para ello requerirá de dos cartuchos iguales y un mismo molde en el caso de las TEE.

Toda la operación en definitiva precisa de dos moldes y tres cartuchos de polvo de soldadura exotérmica adecuada para cada molde. El resultado se puede apreciar en la figura a continuación.

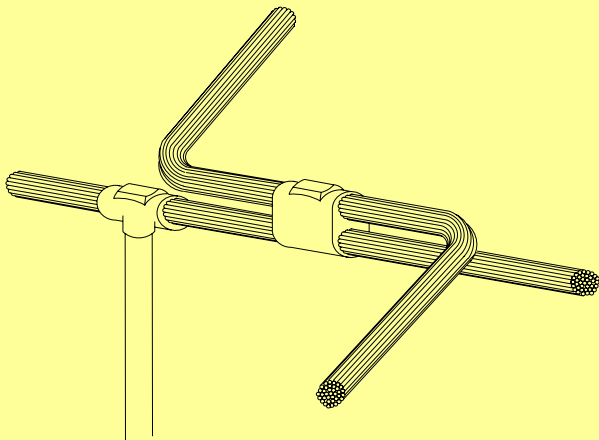


GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS

MOLD COMBINATIONS

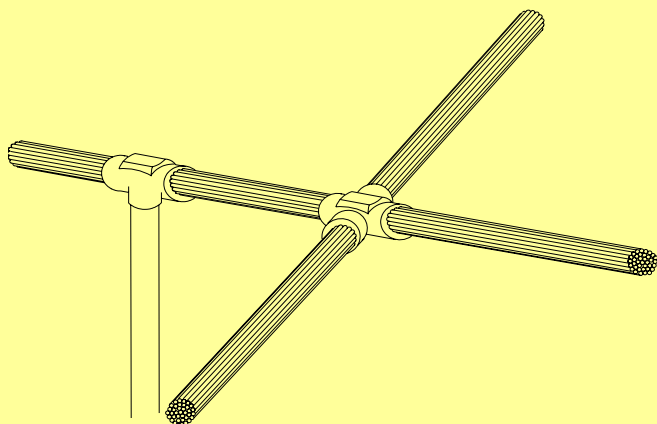
Otra manera de realizar la conexión es a través del mismo molde para conexión de cable pasante a tope de barras copperweld GEDIWELD tipo HCH5870-3 código GEDISA PTHCH058070 con su cartucho adecuado, en combinación con el molde GEDIWELD tipo PPS7070-3 código GEDISA PTPPS070070 para soldadura horizontal de dos cables paralelos pasantes.

Comience por realizar el empalme de cable pasante a barra copperweld o jabalina y luego sobre el cable pasante ya conectado a la barra copperweld o jabalina realice la soldadura para obtener una conexión en EQUIS, para la cual solo debe doblar cada cable de derivación en ángulo de 90 grados y colocarlo en cada entrada al molde, para ello requerirá un cartucho y un mismo molde para el caso de la EQUIS. El resultado se puede apreciar en la figura a continuación.



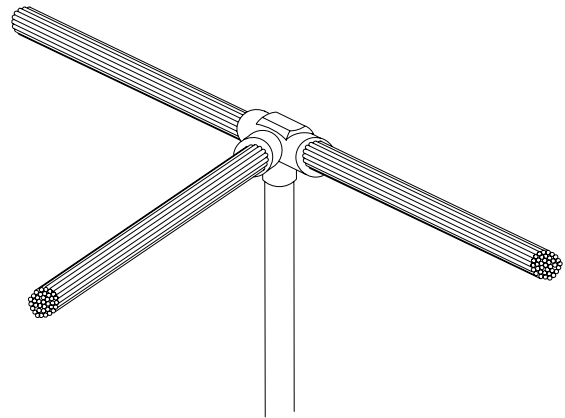
Otra manera de realizar la conexión es a través del mismo molde para conexión de cable pasante a tope de barras copperweld GEDIWELD tipo HCH5870-3 código GEDISA PTHCH058070 con su cartucho adecuado, en combinación con el molde GEDIWELD tipo XPH7070-3 código GEDISA PTXPH070070 y su cartucho destinado a esta aplicación.

Comience por realizar el empalme de cable pasante a barra copperweld o jabalina y luego sobre el cable pasante ya conectado a la barra copperweld o jabalina realice la soldadura para obtener una conexión en EQUIS. El resultado se puede apreciar en la figura a continuación.



CONEXIÓN A TOPE EN TEE SOBRE BARRA COPPERWELD.

Supongamos que se requiere conectar cables 2/0 AWG a una barra copperweld o jabalina de diámetro 5/8" en forma de TEE, para esta aplicación se cuenta con el molde GEDIWELD tipo HTH5870-4A código GEDISA PTHTH058070 y su correspondiente cartucho.

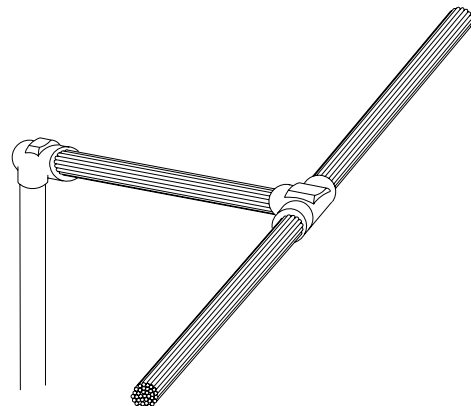


No obstante, de no tener este molde al momento de la instalación puede recurrir a las siguientes alternativas:

Para esta aplicación requerirá utilizar dos tipos de moldes, un molde para conexión de cable en derivación a tope de barras copperweld GEDIWELD tipo HCJ5870-3 código GEDISA PTHCJ058070 con su cartucho adecuado, de igual forma, emplee el molde para empalme de cable a cable en TEE horizontal tipo CDH7070-3 código GEDISA PTCTH070070.

Comience por realizar el empalme de cable en derivación a barra copperweld o jabalina y luego para obtener una conexión en TEE efectúe la operación de hacer una soldadura con el molde para TEE horizontal sobre el mismo conductor en derivación.

Toda la operación en definitiva precisa de dos moldes y tres cartuchos de polvo de soldadura exotérmica adecuada para cada molde. El resultado se puede apreciar en la figura a continuación.



RECOMENDACIONES PARA SOLUCIONAR PROBLEMAS

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS

TROUBLE SHOOTING TIPS

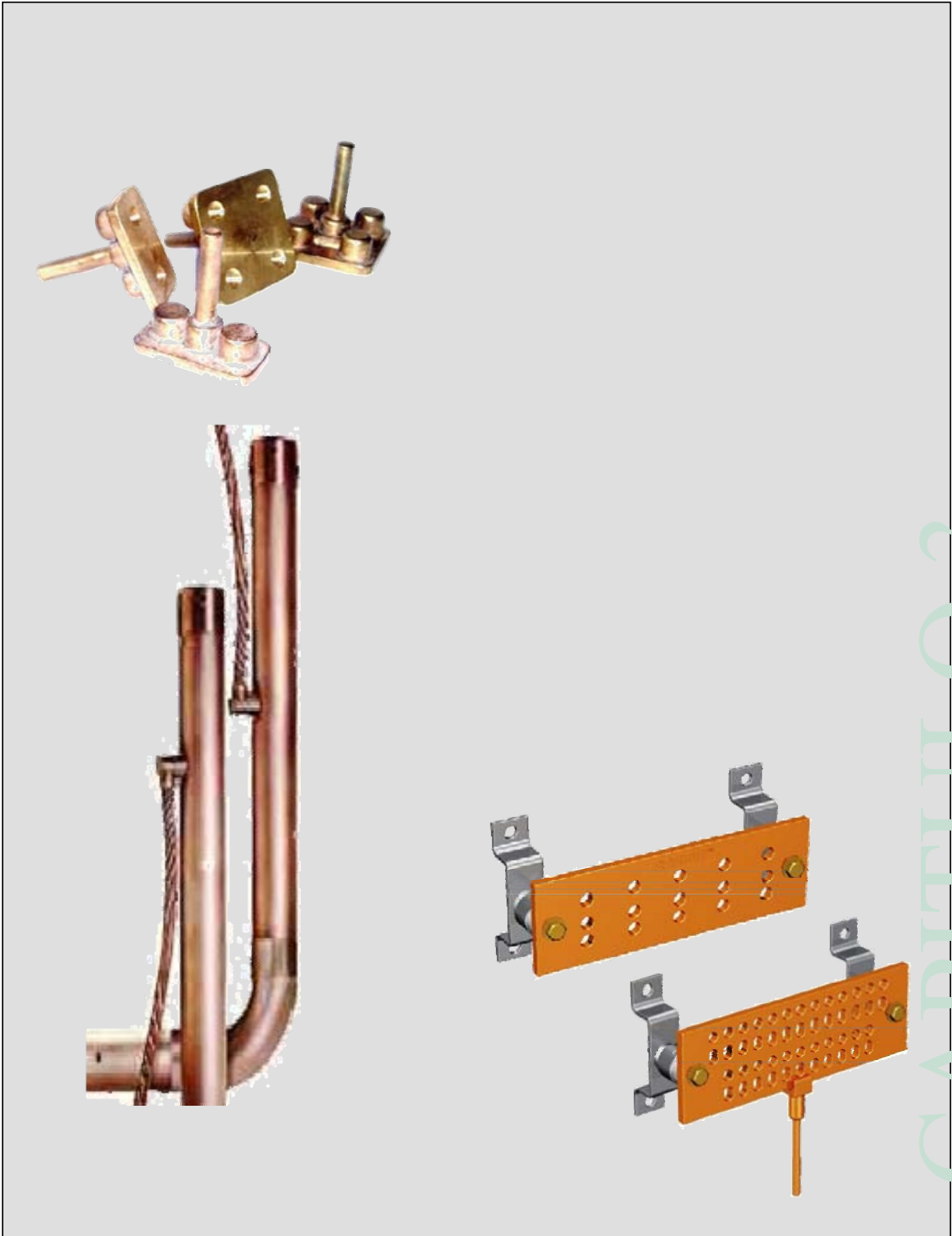
PROBLEMA	POSIBLE CAUSA	CORRECTIVO
Llenado incompleto y conductores expuestos	Molde desgastado por uso produciendo fugas del metal fundido	Reemplazar molde. Si el desgaste es solamente alrededor de los orificios por donde ingresan los conductores, use masilla de sellado alrededor de los conductores para evitar las fugas de material fundido. No coloque material de empaque en el interior del molde
	Tamaño de cartucho no correcto para el molde.	Verifique en la placa de características del molde el tamaño de cartucho troquelado y emplee un cartucho donde el número impreso sea el mismo al del molde.
	Perdida de soldadura al vaciar el cartucho en la tolva	Rasgué cuidadosamente el sobre por un extremo y vacié el polvo manteniéndolo centrado en el crisol mientras esta vaciando el contenido del sobre.
	Molde equivocado para el tamaño de conductor que se desea conectar.	Reemplazar molde por el correcto. Para algunas aplicaciones, las lanas o casquillos pueden ser empleados para adaptar el tamaño del conductor de manera que se ajuste al molde.
El molde no cierra completamente, causando fugas de metal fundido	El alicate para moldes no cierra en forma adecuada.	Accione la perilla del tornillo de amarre de las partes el molde, ubicada entre las puntas que ingresan al los orificios del molde y ajuste hasta que las partes cierren completamente.
	Depósitos de suciedad o escoria pegados en las paredes del molde.	Limpiar exhaustivamente el molde después de cada conexión.
	Conductor doblado, deformado o no circular	Enderezar el conductor Recortar la sección deforme.
El alicate para molde no cierra	El alicate para moldes no esta cerrado en forma adecuada.	Accione la perilla del tornillo de amarre de las partes el molde, ubicada entre las puntas que ingresan al los orificios del molde y ajuste hasta que las partes cierren completamente.
Soldadura excesivamente alta, aspecto de burbujas o poroso, soldadura pobre.	Humedad en el molde.	Precaliente el molde a unos 105°C con soplete de propano, o encienda un cartucho en el molde con recortes de conductor dentro del mismo. Si es un molde para empalme horizontal, emplee 3/4 del cartucho recomendado para asegurarse que no se bloquee el molde.
	Presencia de aceite, grasa, humedad o contaminantes en los conductores.	Precaliente el molde a unos 105°C con soplete de propano, posteriormente utilice un cepillo del alambres para limpiar los conductores y quitador cualquier residuo adherido al conductor. Si se requiere soldar superficies de acero o hierro colado se deberá limpiar la superficie a ser soldada de forma que el metal quede limpio y brillante.
	Masilla de sellado en la cavidad de soldadura.	Tome las precauciones necesarias para evitar la presencia de material de empaque en el crisol del molde.
	Polvo exotérmico mojado.	Reemplace el polvo con uno nuevo
El polvo exotérmico se apaga en la parte superior del molde.	Desgaste en el asiento del disco metálico dentro del molde que permite el paso de soldadura en polvo al crisol.	Reemplazar molde.
	Se olvido colocar disco metálico o no asentó debidamente en el fondo de crisol.	Cerciórese que el disco se haya asentado en el fondo del crisol antes de comenzar a vaciar el polvo.

RECOMENDACIONES PARA SOLUCIONAR PROBLEMAS

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS

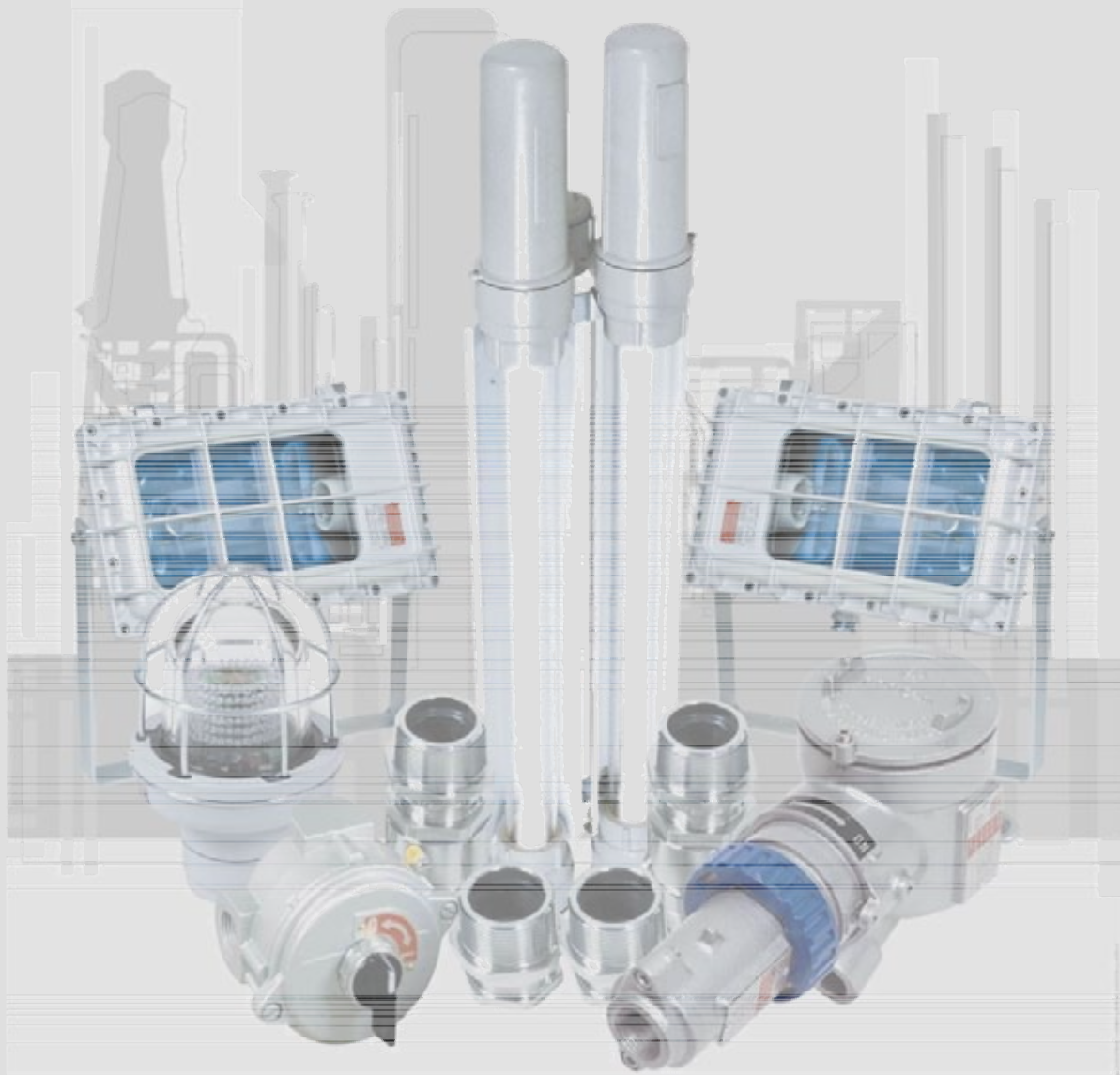
TROUBLE SHOOTING TIPS

PROBLEMA	POSIBLE CAUSA	CORRECTIVO
No puede encender el polvo	Palillo ignitor mojado	Reemplace el palillo ignitor
	Esta utilizando llama o fuego para encender el polvo	El polvo exotérmico exosolda solo enciende con el palillo ignitor
	Esta utilizando yesquero utilizado por otras marcas para encender el polvo	Los yesqueros empleados por otras marcas no aplican para el polvo exotérmico exosolda. Utilizar el palillo ignitor
	Polvo de ignición mojado o húmedo	Remueva el polvo húmedo del molde y reemplácelo con un cartucho seco
El molde se desgasta rápidamente	Limpieza inadecuada del molde	Use un limpiador de molde, cepillo de cerda natural suave o trapo limpio para frotar el molde entre usos. No emplee cepillos de alambre en los moldes
	Los conductores doblados, deformados o no circulares acortan u ocasionan un prematuro desgaste del molde.	Tenga cautela al cerrar el molde. No fuerce el cerrado del molde alrededor de conductores doblados, deformados o no circulares
Soldadura pobre sobre la barra de puesta a tierra	No fue soportado el peso del molde durante la reacción ocasionando que el molde se resbalase durante las fusiones del conductor.	Utilice el accesorio adecuado para apoyar el peso del molde durante la reacción
	Humedad o contaminantes en el conductor o en la barra de puesta a tierra tipo copperweld.	Precaliente el molde a unos 120 grados centígrados con una antorcha o soplete de propano, posteriormente utilice un cepillo de alambres para limpiar el conductor y remover cualquier residuo adherido al conductor o barra.
La soldadura no se adhiere a la superficie de acero	Limpieza inadecuada de la superficie de acero	Limpiar un área más grande que la superficie de la soldadura, el metal deberá quedar limpio y brillante
	Humedad o contaminantes en el conductor o en la superficie.	Precaliente el molde a unos 105°C con una antorcha o soplete de propano, posteriormente utilice un cepillo de alambres para limpiar el conductor y remover cualquier residuo adherido al conductor o superficie de acero
	Colocación incorrecta del conductor dentro del molde, ocasionando el bloqueo del flujo de metal fundido.	Posicione el conductor dentro del molde de acuerdo con las instrucciones dadas para cada molde. Si no dispone de estas instrucciones, coloque la parte superior del conductor en el centro por dónde el metal de soldadura líquido suelda con el acero
La soldadura no se adhiere a la superficie de hierro colado	Limpieza inadecuada de la superficie de acero	Limpiar un área más grande que la superficie de la soldadura, el metal deberá quedar limpio y brillante
	Humedad o contaminantes en el conductor o en la superficie.	Precaliente el molde a unos 105°C con una antorcha o soplete de propano, posteriormente utilice un cepillo de alambres para limpiar el conductor y remover cualquier residuo adherido al conductor o superficie de hierro colado
	Colocación incorrecta del conductor dentro del molde, ocasionando el bloqueo del flujo de metal fundido.	Posicione el conductor dentro del molde de acuerdo con las instrucciones dadas para cada molde. Si no dispone de estas instrucciones, coloque la parte superior del conductor en el centro por dónde el metal de soldadura líquido suelda con el acero
	No se esta empleando el polvo requerido para hierro colado	Verifique que detrás del cartucho indique CI cuando pida el polvo
Los conductores se desprenden del molde cuando se inicia la reacción	Los conductores están entorchados o bajo tensión	Use el accesorio recomendado para sujetar cables u otro método para quitar la tensión. Recorte el segmento de conductor que este entorchado.



CAPITULO 3

MATERIALES A PRUEBA DE EXPLOSION



DISTRIBUIDOR MASTER A NIVEL NACIONAL DE:

EXPLOSION PROOF



CORTEM GROUP

WATER PROOF

SOLICITE SU CATALOGO DE PRODUCTOS Y EQUIPOS ELECTRICOS A PRUEBA DE EXPLOSION E INTEMPERIE

Relleno para mejorar la puesta a tierra

Exogel	Capítulo 3 Sección 1 -1
Ventajas	Capítulo 3 Sección 1 -1
Instrucciones de aplicación	Capítulo 3 Sección 1 -2
Aplicaciones horizontales	Capítulo 3 Sección 1 -2
Aplicaciones verticales	Capítulo 3 Sección 1 -2
Ejemplo de aplicaciones horizontales	Capítulo 3 Sección 1 -2
Ejemplo de aplicaciones verticales	Capítulo 3 Sección 1 -2

Barras de puesta a tierra	Capítulo 3 Sección 2 -1
Generalidades	Capítulo 3 Sección 2 -1
Efecto del suelo	Capítulo 3 Sección 2 -1
Efecto del diámetro del electrodo	Capítulo 3 Sección 2 -2
Efecto de la forma del electrodo	Capítulo 3 Sección 2 -2
Barras copperweld	Capítulo 3 Sección 2 -2
Barras de puesta a tierra	Capítulo 3 Sección 2 -3
Barras copperweld	Capítulo 3 Sección 2 -3
Terminación del extremo en punta	Capítulo 3 Sección 2 -3
Barra de cobre	Capítulo 3 Sección 2 -3
Perfecta unión cobre-acero	Capítulo 3 Sección 2 -3
Conexión cobre con cobre	Capítulo 3 Sección 2 -3
Alma de acero de gran resistencia	Capítulo 3 Sección 2 -3
Diámetro requerido de las barras de puesta a tierra	Capítulo 3 Sección 2 -3
Profundidad adecuada para la barra de puesta a tierra	Capítulo 3 Sección 2 -3
Barras de puesta a tierra y accesorios	Capítulo 3 Sección 2 -4
Barras de puesta a tierra	Capítulo 3 Sección 2 -5
Aplicaciones	Capítulo 3 Sección 2 -5
Ventajas de su empleo	Capítulo 3 Sección 2 -5
Instalación	Capítulo 3 Sección 2 -5
Acoplador cónico de barras	Capítulo 3 Sección 2 -5
Acoplador roscado de barras	Capítulo 3 Sección 2 -5
Conector para barras copperweld	Capítulo 3 Sección 2 -5

Barra Química Gediweld	Capítulo 3 Sección 3 -1
Principio de funcionamiento	Capítulo 3 Sección 3 -1
Vida útil	Capítulo 3 Sección 3 -1
Ventajas de su empleo	Capítulo 3 Sección 3 -2
Aplicaciones	Capítulo 3 Sección 3 -2
Instalación	Capítulo 3 Sección 3 -3
Instalación vertical	Capítulo 3 Sección 3 -3
Instalación horizontal	Capítulo 3 Sección 3 -3
Codificación	Capítulo 3 Sección 3 -4

Caja de Registro Capítulo 3 Sección 4 - 1

CONTENIDO CAPITULO 3

Receptáculo para puesta a tierra

Placa de aterramiento
Uso de conexiones exotérmicas
Dimensiones
Aplicaciones

Capítulo 3 Sección 5 -1
Capítulo 3 Sección 5 -1
Capítulo 3 Sección 5 -1
Capítulo 3 Sección 5 -1

Barras equipotenciales

Barras equipotenciales
Patrón de barras
Aplicaciones
Instalación
Aisladores para barras
Soporte para barras
Cubierta protectores de fiberglass
Barra de aterramiento espesor 6 mm
Barra de aterramiento espesor 10 mm

Capítulo 3 Sección 6 -1
Capítulo 3 Sección 6 -1
Capítulo 3 Sección 6 -2
Capítulo 3 Sección 6 -2
Capítulo 3 Sección 6 -3
Capítulo 3 Sección 6 -3
Capítulo 3 Sección 6 -3
Capítulo 3 Sección 6 -4
Capítulo 3 Sección 6 -5

Terminales para telecomunicaciones

Terminales para telecomunicaciones en forma de Z
Terminales para telecomunicaciones en forma de L
Terminales para telecomunicaciones en forma recta
Moldes para terminales de telecomunicaciones en forma de Z
Moldes para terminales de telecomunicaciones en forma de L
Moldes para terminales de telecomunicaciones en forma recta

Capítulo 3 Sección 7 -1
Capítulo 3 Sección 7 -1
Capítulo 3 Sección 7 -1
Capítulo 3 Sección 7 -2
Capítulo 3 Sección 7 -2
Capítulo 3 Sección 7 -2

Sistema de barrado perimetral

Barras de cobre
Generalidades
Características
Parámetros de un sistema de barras
Parámetros eléctricos
Parámetros mecánicos
Efecto pelicular
Disipación de calor
Contacto entre barras
Condiciones de la superficie de contacto
Superficie de contacto
Fuerza de apriete para un buen contacto
Torque de apriete para un buen contacto
Verificaciones del torque
Empalme de barras
Empalme mediante placas o petacas
Selección de la placas de empalme
Empalme de barras de cobre mediante soldadura exotérmica
Empalme horizontal lineal de barras
Empalme vertical en ángulo recto de barras
Empalme vertical de barras en TEE
Sistema de barras perimetral
Aisladores para barras perimetrales

Capítulo 3 Sección 8 -1
Capítulo 3 Sección 8 -1
Capítulo 3 Sección 8 -1
Capítulo 3 Sección 8 -1
Capítulo 3 Sección 8 -1
Capítulo 3 Sección 8 -1
Capítulo 3 Sección 8 -1
Capítulo 3 Sección 8 -1
Capítulo 3 Sección 8 -1
Capítulo 3 Sección 8 -1
Capítulo 3 Sección 8 -2
Capítulo 3 Sección 8 -2
Capítulo 3 Sección 8 -2
Capítulo 3 Sección 8 -2
Capítulo 3 Sección 8 -3
Capítulo 3 Sección 8 -3
Capítulo 3 Sección 8 -3
Capítulo 3 Sección 8 -4
Capítulo 3 Sección 8 -4
Capítulo 3 Sección 8 -4
Capítulo 3 Sección 8 -4
Capítulo 3 Sección 8 -5
Capítulo 3 Sección 8 -5
Capítulo 3 Sección 8 -5

CONTENIDO CAPITULO 3

Soportes para barras perimetrales

Barras perimetrales

Capítulo 3 Sección 8 -5

Capítulo 3 Sección 8 -6

Malla para puesta a tierra

Malla de puesta a tierra

Requisitos de una malla a tierra

Uso de las conexiones exotérmicas

Aplicaciones

Cálculo de una malla a tierra

Cálculo de la resistividad equivalente

Método de SCHWARZ

Cálculo de la resistencia de malla

Capítulo 3 Sección 9 -1

Capítulo 3 Sección 9 -1

Capítulo 3 Sección 9 -1

Capítulo 3 Sección 9 -1

Capítulo 3 Sección 9 -2

Capítulo 3 Sección 9 -3

Capítulo 3 Sección 9 -3

Capítulo 3 Sección 9 -3

RELLENO PARA MEJORAR LA PUESTA A TIERRA

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS GROUND ENHANCEMENT MATERIAL

EXOGEL

El compuesto exogel, fue elaborado con el propósito de corregir la resistividad del suelo incrementando la eficiencia de los sistemas de puesta a tierra. Se trata de un producto netamente natural debido a que sus elementos componentes son sacados del suelo en forma de rocas, siendo sometidos exclusivamente a un proceso de transformación física, la reducción a polvo y la mezcla de los mismos. Su composición básica contiene sílice (SiO_2) y aluminio (AlO_3).

EXOGEL

Es ideal para ser empleado en terrenos rocosos, arena, grava o cualquier otro suelo con condiciones de alta resistividad. También es ideal para ser usado como material de relleno alrededor de las barras de aterramiento o sistemas de maya para aumentar sus condiciones.

EXOGEL

Es fácil de usar, seguro y efectivo. Podemos garantizar que el compuesto exogel no causa ningún tipo de contaminación, pues siendo derivado de elementos puramente naturales no intervienen en el equilibrio del suelo. La transformación de las rocas (SiO_2) y (AlO_3) en polvo, así como su mezcla no implica ninguna alteración en sus propiedades químicas, manteniendo su PH al nivel 7, siendo por lo tanto neutro en cuanto al contenido de hidrógeno. y no requiere ser mezclado con agua previamente a su instalación.

EXOGEL

Viene en bolsas de 25 kgs. Puede ser utilizado tanto en zanjas o canales horizontales, así como en aplicaciones verticales



VENTAJAS

Reducción sustancial de la resistencia del terreno
Aumento de la capacidad de dispersión de corriente
Estabilidad de la resistencia de tierra. Alto grado de higroscopia: retención de humedad. En los sistemas de puesta a tierra, cuanto mayor es la humedad, menor será la resistividad.
Despolarización: la aplicación del compuesto "exogel" produce una valla entre el sistema de aterramiento y el suelo, minimizando la corriente galvánica, reduciendo a casi a cero los efectos de la corrosión.
Lixiviación: el compuesto exogel es insoluble en la corriente freática, evitando su dispersión, quedando restringido al punto de aplicación, optimizando sus efectos y evitando cualquier intervención en el equilibrio de las áreas vecinas.

RELLENO PARA MEJORAR LA PUESTA A TIERRA

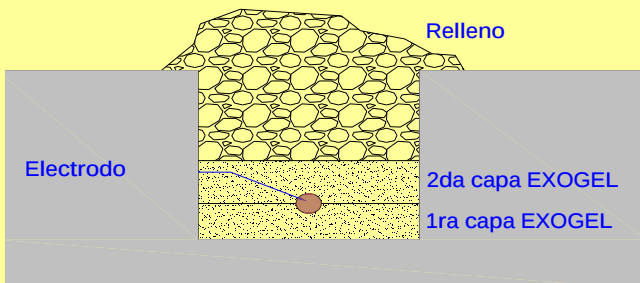
GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS GROUND ENHANCEMENT MATERIAL

INSTRUCCIONES DE INSTALACION

APLICACIONES HORIZONTALES

Excavar la zanja o canal hasta alcanzar la profundidad requerida, vierta **EXOGEL** en el fondo de la zanja. Coloque el electrodo de aterramiento en el centro. Vaciar nuevamente **EXOGEL** hasta alcanzar la profundidad adecuada. Complete con tierra el relleno sin apisonarlo.

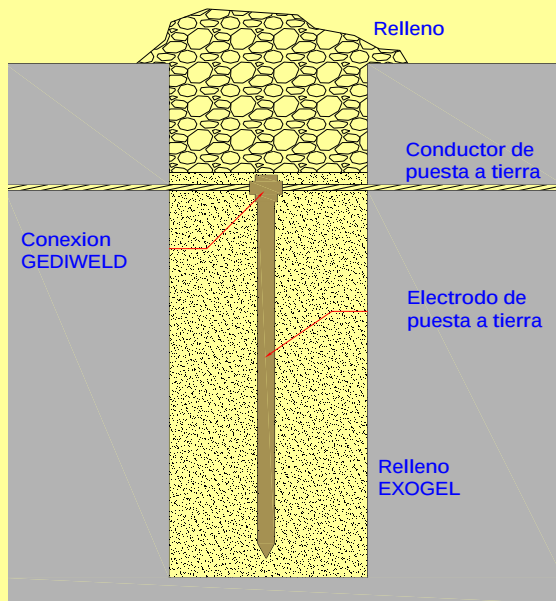
Para obtener la cantidad requerida de **EXOGEL** en funcion de las dimensiones de la zanja o trinchera utilce la tabla adjunta denominada **MATERIAL EXOGEL PARA APLICACIONES HORIZONTALES**



APLICACIONES VERTICALES

Excave el hueco a la profundidad y diametro requerido, inserte el electrodo o barra de aterramiento en el centro del agujero. Vaciar **EXOGEL** hasta alcanzar el nivel adecuado. Complete con tierra el relleno sin apisonarlo.

Para obtener la cantidad requerida de **EXOGEL** en funcion de las dimensiones del hueco realizado utilce la tabla adjunta denominada **MATERIAL EXOGEL REQUERIDO PARA APLICACIONES VERTICALES**



MATERIAL EXOGEL PARA APLICACIONES HORIZONTALES

ancho de la zanja		ESPESOR DE LA CAPA DE EXOGEL							
		In		mm		In		mm	
		1	25	2	50	3	75	4	100
In	mm	Lbs	Kgs	Lbs	Kgs	Lbs	Kgs	Lbs	Kgs
4	100	2	3,02	4,1	6,20	6,2	9,37	8,2	12,40
6	150	3,1	4,69	6,2	9,37	9,2	13,91	1,1	1,66
8	200	4,1	6,20	8,2	12,40	12,3	18,60	16,4	24,80
10	250	5,2	7,86	10,4	15,72	15,6	23,59	20,8	31,45
12	300	6,2	9,37	12,4	18,75	18,6	28,12	24,8	37,50

EJEMPLO DE APLICACIONES HORIZONTALES

Para una zanja o canal de 200 mm de ancho, donde empleamos 50 mm de espesor en la capa del material **EXOGEL** y con una longitud de 4 metros. Para obtener la cantidad requerida de **EXOGEL** en funcion de las dimensiones de la zanja o canal, observamos en la tabla denominada **MATERIAL EXOGEL PARA APLICACIONES HORIZONTALES** en la interseccion entre los 200 mm de ancho de la zanja y los 50 mm de espesor de capa el valor de 12,40 Kgs/m que al multiplicarlo por el largo de la zanja de 4 metros se obtienen 49,6 Kgs lo que equivale a dos sacos.

MATERIAL EXOGEL PARA APLICACIONES VERTICALES

Diametro hueco		Barra aterramiento	
In	mm	Lbs	Kgs
4	100	6,3	9,53
6	150	14,3	21,62
8	200	25,7	38,86
10	250	40,2	60,78
12	300	57,9	87,54

EJEMPLO DE APLICACIONES VERTICALES

Para un hueco de 200 mm de diametro, donde empleamos barras de puesta a tierra del tipo copperweld y una longitud de 2,4 metros. Para obtener la cantidad requerida de **EXOGEL** en funcion de las dimensiones del hueco, observamos en la tabla denominada **MATERIAL EXOGEL PARA APLICACIONES VERTICALES** en la interseccion entre los 200 mm de diametro del hueco y la barra coperweld el valor de 38,86 Kgs/m que al multiplicarlo por el largo de la barra de 2,4 metros se obtienen 93,26 Kgs lo que equivale a unos cuatro sacos.

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS

GROUND ROD

BARRAS DE PUESTA A TIERRA

GENERALIDADES

En un sistema de puesta a tierra, el elemento encargado de disipar todas las cargas estáticas y corrientes de cortocircuito hacia los mantos inferiores del suelo es la barra de tierra. En más del 50% de los eventos en los que se presenta una corriente de cortocircuito, es atribuida a descargas atmosféricas, y en la mayoría de los casos que se presentan lesiones a personas o daños a equipos son a consecuencia de una defectuosa puesta a tierra. Para lograr buenas puestas a tierra es necesario considerar los efectos de distintos factores relacionados con la misma, estos son:

- ☐ Efecto del suelo
- ☐ Efecto del diámetro del electrodo (jabalina o barra copperweld)
- ☐ Efecto de la forma del electrodo

EFFECTO DEL SUELO

La conductividad de los suelos está dada principalmente por los elementos químicos que lo componen y el grado de humedad imperante. Estos valores se encuentran registrados para distintas regiones del país, pero debido a que los mismos presentan grandes variaciones en pequeñas distancias entre dos puntos, es aconsejable medir la resistividad del suelo antes de realizar la proyección de la instalación y luego verificar los valores obtenidos.

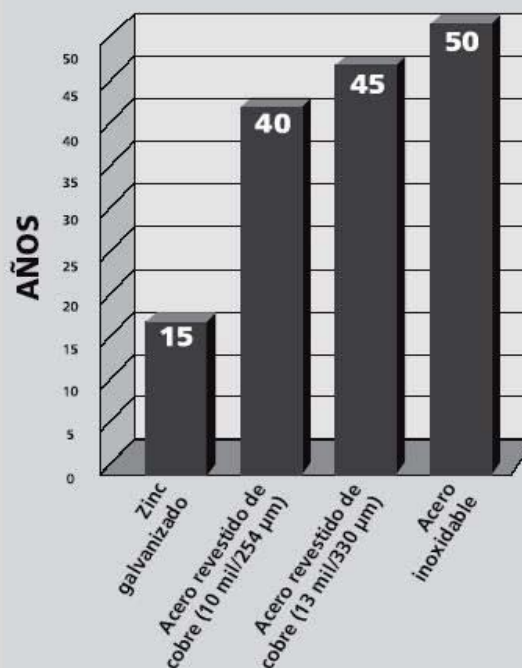


Capas cilíndricas e suelo alrededor del electrodo

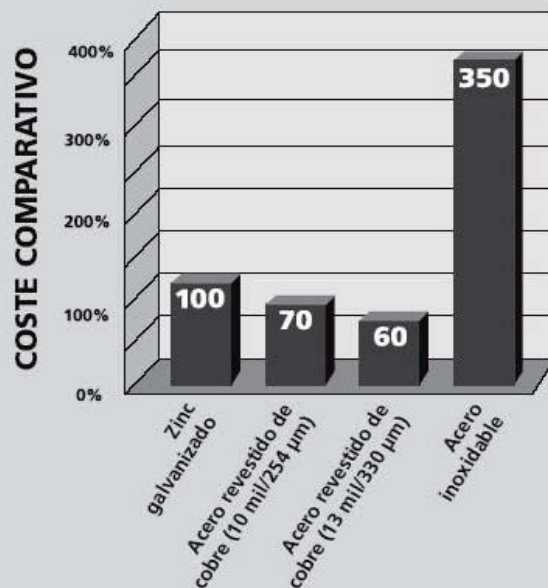
En la figura de arriba podemos apreciar como la resistencia eléctrica de una puesta a tierra depende especialmente del tipo de suelo, si consideramos el suelo en capas cilíndricas que tengan igual espesor circundando al electrodo y presumiendo que el mismo tiene una resistividad eléctrica uniforme, se puede ver claramente que la primera capa alrededor del electrodo es la que ofrece la mayor resistencia, esto se debe a que posee la menor sección normal al flujo de corriente, cada capa siguiente tiene una sección cada vez mayor y por lo tanto menos resistencia eléctrica. A una distancia entre 2,50 a 3 mts la superficie de la capa es tan grande que la resistencia de la misma es despreciable si la comparamos con la de la primera capa.

Como se ha demostrado la resistencia el suelo varía inversamente con la sección y por lo tanto la resistividad del suelo es un factor preponderante en las primeras capas que se encuentran alrededor del electrodo. Mediciones efectuadas muestran que el 90% de la resistencia eléctrica de los suelos se encuentra en un radio comprendido entre 1,5 a 3 mts del electrodo. De lo anterior es que se basa toda la teoría de realizar mejoramiento de los suelos alrededor de los electrodos con productos químicos para disminuir sustancialmente esta resistencia cuando los mismos presentan grandes valores de resistencia.

ESPERANZA DE VIDA DE ELECTRODOS DE TIERRA



COSTE ANUAL DE ELECTRODOS DE TIERRA

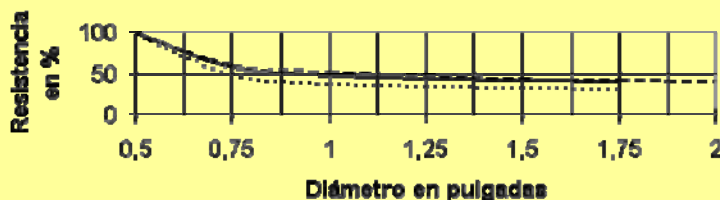


GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS
GROUND ROD
BARRAS DE PUESTA A TIERRA**EFFECTO DEL DIÁMETRO DEL ELECTRODO**

El aumento del diámetro del electrodo, que es lo que comúnmente se hace, no disminuye proporcionalmente la resistencia eléctrica. Tal como lo analizamos anteriormente es principalmente las condiciones del suelo que rodea el electrodo el que determina la resistencia. Los ensayos y pruebas han demostrado que las discrepancias de las resistencias obtenidas entre electrodos de diferentes diámetros disponibles comercialmente son despreciables.

En la gráfica a que se observa a continuación, se puede apreciar la disminución de la resistencia con el diámetro del electrodo. Tomando como base 100% a la resistencia de una barra copperweld (electrodo) de 1/2" en la gráfica se observa que para electrodos de 3/4" la resistencia disminuye aproximadamente en un 10% y el costo que determina su precio es del doble.

Adicionalmente, si consideramos las variaciones en la resistencia que pueden resultar durante un período de tiempo como resultado de las variaciones en el clima, condiciones del suelo, etc., se puede concluir que las variaciones de la resistencia por el diámetro son insignificantes.



Variación de la resistencia en función del diámetro del electrodo

De lo anterior podemos concluir que para la determinación del diámetro de un electrodo o barra copperweld se depende exclusivamente de la resistencia mecánica del terreno. Es importante que la barra copperweld posea una buena resistencia mecánica para lograr un fácil enterrado sin que se produzcan problemas de pandeo o deformaciones y una eficaz protección contra la corrosión para tener una gran duración.

EFFECTO DE LA FORMA DEL ELECTRODO

En todos los electrodos, la mayor parte de la caída de potencial ocurre en el suelo en la zona más cercana al electrodo, dado que es aquí donde la densidad de corriente es la mayor. Para obtener una baja resistencia total, la densidad de corriente deberá ser lo mas baja posible en el medio adyacente al electrodo, el cual deberá ser diseñado de tal manera que cause que la densidad de corriente disminuya rápidamente con la distancia al electrodo.

Este requerimiento se logra haciendo que las dimensiones en una dirección sean grandes comparadas con aquellas en las otras dos. Por lo tanto, una tubería, barra o cinta tiene una considerable menor resistencia que la de una placa de igual superficie. Como se puede ultimar la resistencia no es inversamente proporcional a la superficie del electrodo.

La resistencia de los diversos tipos de electrodos está expresada por las siguientes fórmulas:

BARRAS COPPERWELD

La barra copperweld de los sistemas para aterramiento GEDIWELD son de acero y la capa de cobre que poseen en su superficie la protegen contra la corrosión. Por su composición, estas barras aseguran un buen desempeño durante el proceso de instalación, evitando que la barra se doble o agriete al ser sometida al esfuerzo mecánico de enterramiento.

Se comercializan en combinaciones de roscadas o no, en longitudes de 2,4 metros y están provistas de accesorios que facilitan su instalación, tales como acoples, sufrideras, sistemas de anclaje, etc.

Para puestas a tierra de sistemas eléctricos, las barras tipo copperweld de acero con revestimiento de cobre para enterrado directo han reemplazado prácticamente a todos los otros métodos y materiales hasta ahora conocidos.

Las razones más importantes son:

- ☐ Económicas para instalar
- ☐ Seguridad en las instalaciones eléctricas
- ☐ Fáciles de inspeccionar y controlar

Tienen como ventaja adicional, disminuir fácilmente la resistencia eléctrica a tierra; mediante la adición de más barras en paralelo, el empleo de barras acopladas o en última instancia, el tratamiento químico del terreno.

Los electrodos de cobre macizo no son adecuados para ser clavados profundamente, o incluso a una pequeña en terrenos duros sin que se produzcan deformaciones o torceduras. Ante estos inconvenientes surge como solución el desarrollo de los electrodos con núcleo de acero revestidos de cobre.

Estos electrodos son mucho más económicos que los macizos de puro cobre y pueden enterrarse a profundidad. No obstante, dependiendo la calidad del electrodo la cubierta de estos puede presentar desgaste o deslizarse durante el enterrado. Una vez dañada la capa de cobre, la integridad del electrodo queda afectada.

Las barras tipo copperweld poseen una sólida e inseparable capa exterior de cobre que las protege contra la corrosión y les da una excelente conductividad. Esta capa forma un sólo cuerpo con su alma de acero de alta resistencia. El acero da la rigidez necesaria, para que puedan ser clavadas fácilmente con un martillo liviano o con cualquier otro método conveniente.



GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS
GROUND ROD
BARRAS DE PUESTA A TIERRA

Placas
$$R = \frac{\rho}{4} \sqrt{\frac{\pi}{A}}$$

Barras copperweld, tuberías, etc
$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left(L \ln \frac{4L}{r} - 1 \right)$$

De donde;

 $R = \text{resistencia}(\text{ohm})$ $\rho = \text{resistividad}(\Omega\text{cm})$ $A = \text{área total de la placa (ambos lados)}(\text{cm}^2)$ $L = \text{Longitud}(\text{cm})$ $r = \text{radio}(\text{cm})$

Aplicando esta fórmula vemos que para obtener una resistencia dada en un suelo uniforme se necesitan los siguientes valores:

Tipo de Electrodo y características	Placa de cobre	Barra copperweld
	espesor 2 mm	Ø 14 (1/2") r = 0,6 cm
Para una resistividad del terreno $r = 1500 \text{ W cm}$		
Resistencia obtenida	Superficie Necesaria	Profundidad necesaria(Superficie)
3 W	4,91 m ²	5,78 m (0,22 m ²)
5 W	1,76 m ²	3,18 m (0,12 m ²)
Para una resistividad del terreno $r = 5000 \text{ W cm}$		
5 W	19,63 m ²	12,82 m (0,48 m ²)
10 W	4,91 m ²	5,78 m (0,22 m ²)

Cuando comparando los electrodos de tipo placas con las barras copperweld podemos observar que para obtener el mismo valor de resistencia eléctrica en el mismo suelo, la barra copperweld es más práctica y económica que la placa permitiendo además llegar a profundidades mayores, sitio en donde se encuentra la zona de humedad permanente y por supuesto con un costo de instalación despreciable si se compara con el requerido para instalar una placa.

Es también importante tener en cuenta que la resistencia depende de una pequeña proporción de la superficie del electrodo, por lo tanto no tiene mucho sentido desde el punto de vista económico ni práctico el uso de electrodos de secciones distintas a la circular.

BARRAS COPPERWELD**Terminación del extremo en punta:**

El extremo inferior de las barras copperweld termina en una punta. Esta punta se elabora en frío, para preservar la dureza y resistencia de la misma.

Capa de cobre:

La capa de cobre sobre la superficie de las barras tipo Copperweld es realizada mediante electrodeposición. Este proceso garantiza una unión molecular permanente entre los dos metales y tienen un espesor que va desde 0.254 mm (10 mils) hasta 0.330 mm (13 mils). Teniendo en cuenta que la capa de cobre es obtenida por deposición electrolítica, la unión entre esta capa y el núcleo es permanente, por lo tanto el conjunto pasa a comportarse como un único metal.

Perfecta unión cobre-acero:

El cobre exterior está perfectamente unido al alma de acero, comportándose mecánicamente como un sólo metal. Se elimina así, la posibilidad de corrosión electroquímica.

Conexión cobre con cobre:

Debido a la capa de cobre que recubre las barras y que los conductores son de cobre, esto elimina la posibilidad de metales distintos en contacto, corrosión galvánica y conexiones eléctricas inseguras.

Alma de acero de gran resistencia.

Todas las barras están construidas con acero al carbono SAE 1010/1020 trefilado u otro tipo de acero, para obtener más resistencia y rigidez. Esto permite enterrarlas directamente en el terreno sin perforación previa.

Uso de conexiones exotérmicas:

Para el empalme de estas barras con los conductores, se pueden utilizar conexiones exotérmicas o grapas diseñadas para tal fin. La soldadura exotérmica proporciona un contacto perfecto entre la barra y el resto del sistema de puesta a tierra. Las conexiones exotérmicas garantizan un excelente empalme eliminando cualquier resistencia por un contacto defectuoso, que puede ser ocasionado por la película de óxido que se forma normalmente al paso del tiempo al emplear conectores mecánicos.

Diámetro requerido de las barras para puesta a tierra:

Como hemos tratado anteriormente, La selección del diámetro de la barra está circunscrita exclusivamente por la rigidez mecánica requerida para enterrar dicha barra sin que esta se tuerza o deforme. En realidad, como lo pudimos observar en la gráfica variación de la resistencia en función del diámetro del electrodo el diámetro de la barra influye de manera despreciable en las características eléctricas de la puesta a tierra.

Profundidad adecuada para la barra de puesta a tierra:

Las puestas a tierra a grandes profundidades, garantiza características eléctricas adecuadas. Pero en la práctica existen factores que limitan la profundidad a la que se puede llegar. Entre estos factores encontramos: factores económicos y estratos rocosos. A medida que incrementamos la profundidad de la puesta a tierra, las características de esta se ve menos afectadas por las variaciones climáticas. Cuando se quiere alcanzar grandes profundidades deben utilizarse barras prolongables, con sus respectivos accesorios.

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS

GROUND ROD

BARRAS DE PUESTA A TIERRA Y ACCESORIOS

En los sistema de puesta a tierra, la barra de tierra es el elemento sobre el cual recae la mayor responsabilidad de disipar las cargas estáticas y las corrientes de cortocircuito hacia las capas inferiores del suelo. En más del 50% de eventos en los que se presenta una corriente de cortocircuito, esta es atribuida a descargas atmosféricas, y en un alto porcentaje que ocurren daños a personas o a equipos son por causa de una inadecuada puesta a tierra.

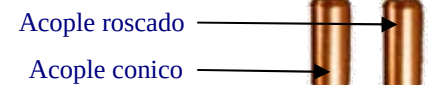
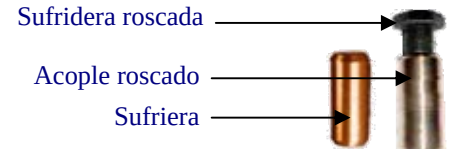
Las barras tipo copperweld son las mas utilizadas, son de acero y recubiertas de una capa de cobre que asegura la protección contra corrosión, están provistas de accesorios que facilitan su instalación, tales como uniones, conectores, etc.



- Prolongada vida útil
- Revestimiento de cobre mediante unión molecular permanente
- Alta capacidad para corrientes de cortocircuito
- Baja resistencia
- Núcleo y punta de acero al carbono
- Posibilidad de enterrado profundo
- Gran resistencia a la tracción



BARRAS COPPERWELD



NUMERO DE CATALOGO	MODELO MODEL	LONGITUD LENGTH		DIAMETRO DIAMETER		ESPESOR THICKNESS		ROSCAS TAPED
		m	PIES	mm	IN	mm	IN	
BA01C2503	BC00-5/8	2,4	8	15,88	5/8	15,88	5/8	0
BA01C2505	BC01-5/8	2,4	8	15,88	5/8	15,88	5/8	1
BA01C5005	BC11-5/8	2,4	8	15,88	5/8	15,88	5/8	2
BA01C2505	BC01-5/8	3	10	15,88	5/8	15,88	5/8	1
BA01C5005	BC11-5/8	3	10	15,88	5/8	15,88	5/8	2
BA01C2505	BC00-3/4	3	10	19,05	3/4	19,05	3/4	0
BA01C5005	BC01-3/4	3	10	19,05	3/4	19,05	3/4	1
BA01C2505	BC11-3/4	3	10	19,05	3/4	19,05	3/4	2

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS
GROUND ROD
BARRAS DE PUESTA A TIERRA**APLICACIONES**

Las barras son utilizadas en una palabra, en todos aquellos lugares donde se necesitan puestas a tierras seguras, eficaces y de larga duración.

- ☐ Sistema de protección contra descargas atmosféricas.
- ☐ Sistema de disparo de sobretensiones
- ☐ Sistemas de protección contra corrientes transitorias.
- ☐ Sistemas de puesta a tierra en torres de telecomunicaciones, antenas de transmisión de microondas.
- ☐ Sistemas de puesta a tierra de líneas de transmisión y distribución
- ☐ Sistemas de puesta a tierra en subestaciones.
- ☐ Sistemas de puesta a tierra de centros de procesamiento de datos.
- ☐ Sistemas de puesta a tierra de refinerías
- ☐ Sistemas de puesta a tierra de petroquímicas
- ☐ Sistemas de puesta a tierra de transporte ferroviario
- ☐ Sistemas de puesta a tierra de empresas manufactureras
- ☐ Sistemas de puesta a tierra de empresas de industria y comercio
- ☐ Sistemas de puesta a tierra de estaciones de flujo y bombeo
- ☐ Torres o postes de alumbrado

VENTAJAS DE SU EMPLEO

Los electrodos para puesta a tierra revestidos de cobre tipo copperweld presentan las siguientes ventajas:

- ☐ El revestimiento no se desliza ni se desgasta al instalarlo
- ☐ Prolongada vida útil.
- ☐ Poseen una alta resistencia a la corrosión
- ☐ Constituyen una vía de baja resistencia a tierra.
- ☐ No se cuartea si el electrodo se tuerce.
- ☐ El resistente núcleo de acero al carbono permite su enterramiento con facilidad.
- ☐ Excelente conductividad eléctrica.

INSTALACION

La barra para puesta a tierra tipo copperweld instalada en forma vertical se realiza de la forma siguiente:

- ☐ Se elige el punto del terreno donde se va a insertar la barra.
- ☐ Se coloca sobre el extremo de la barra sin punta la sufridera o camisa para clavado de barras, a objeto de evitar deformaciones.
- ☐ Se coloca el extremo de la barra con punta hacia el suelo y se comienza a golpear por el otro extremo que posee la sufridera con un martillo o elemento diseñado para tal fin.
- ☐ Se realiza el clavado hasta que la barra alcance la profundidad establecida.
- ☐ Para prolongaciones, una vez enterrada la primera sección, se retira la sufridera del acople roscado y se agrega la siguiente sección de barra hasta lograr la resistencia eléctrica de puesta a tierra necesaria.
- ☐ Se repiten los pasos anteriores hasta donde sea necesario.
- ☐ De ser requerido colocar la arqueta de registro la cual permitirá la conexión de conductores o realizar inspecciones a futuro.

ACOPLADOR CONICO DE BARRAS

- ☐ Permiten empalmar barras para incrementar su longitud.
- ☐ No presentan ningún riesgo de separación de las barras debido a que la conicidad contribuye a la unión al ser clavada.
- ☐ Manufacturado con bronce y aleación de silicio para incrementar su resistencia.
- ☐ Permiten enterrar profundamente los electrodos de manera rápida y sencilla.
- ☐ Terminado en punta, de modo que cuando el electrodo es insertado en el acoplamiento, ambas piezas se comprimen para conformar una conexión conductiva.

ACOPLADOR CONICO DE BARRAS COPPERWELD		
CODIGO	MODELO	DIAMETRO
BA01C2503	BC00-5/8	5/8"
BA01C2503	BC00-3/4	3/4"

**ACOPLADOR ROSCADO DE BARRAS**

- ☐ Permiten empalmar barras para incrementar su longitud.
- ☐ Manufacturado con bronce y aleación de silicio para incrementar su resistencia.
- ☐ Permiten enterrar profundamente los electrodos de manera rápida y sencilla.
- ☐ Los roscados laminados en frío, con su grano continuo e ininterrumpido, son más resistentes que los roscados fresados.
- ☐ Los acoplamientos de alta resistencia tienen roscado de bronce
- ☐ Achaflanados en ambos extremos para facilitar su instalación.
- ☐ El diseño de acoplamiento roscado permite el contacto integral de la punta del electrodo con el extremo más grueso del electrodo precedente.
- ☐ Estos acoplamientos sólidos y resistentes a la corrosión garantizan conexiones cobre/cobre de baja resistencia.

ACOPLADOR ROSCADO DE BARRAS COPPERWELD		
CODIGO	MODELO	DIAMETRO
BA01C2503	BC00-5/8	5/8"
BA01C2503	BC00-3/4	3/4"

**CONECTOR PARA BARRAS COPPERWELD**

- ☐ Permiten empalmar barras copperweld con conductores cobre- cobre con una baja resistencia..
- ☐ Manufacturado con aleación de cobre y tornillos en bronce.
- ☐ Permite desconectar el conductor de la barra fácilmente si se requiere realizar una medición de la resistencia de tierra.
- ☐ El electrodo y el conductor son ajustados para conformar una conexión conductiva.

CONECTOR PARA BARRAS COPPERWELD			
CODIGO	MODELO		DIAMETRO
BA01C2503	BC00-5/8		5/8"
BA01C2503	BC00-3/4		3/4"



GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS
QUIMICAL GRONDING ROD
BARRAS QUIMICAS

Básicamente un Electrodo Químico está compuesto por un tubo de cobre electrolítico, relleno con sales metálicas conductivas, las cuales fluyen naturalmente al terreno circundante a través de orificios que se le practican al tubo y son diseñados para tal fin. La interfase del electrodo con el terreno para cualquier época del año es estable y se garantiza mediante el empleo de un producto acondicionador de baja resistividad.

El acondicionador debe ser una mezcla de materiales estables como la arcilla osmótica y el grafito, pulverizados a una granulometría muy baja, con el objeto de lograr una baja resistencia y alta capacitancia en las corrientes de dispersión que fluyen del electrodo. Los resultados esperados se logran con la carga de sales.

El electrodo químico y el acondicionador proporcionan un camino de muy baja impedancia a los transitorios de potencia y atmosféricos. Su comportamiento en altas frecuencias es muy superior a los electrodos convencionales, debido a que no posee un alma de acero, teniendo una permeabilidad magnética mucho más baja y por ende su autoinductancia es cero.

Barra química Gediweld

La barra química GEDIWELD es la solución para cualquier aplicación que requiera alto rendimiento en los sistemas de puesta a tierra, confiabilidad y la mayor eficiencia disponible en el mercado. Los métodos tradicionales como lo son las barras copperweld, cintas o placas proporcionan exclusivamente una solución parcial y de poca duración para el problema del sistema de tierra, la vida útil de la barra química GEDIWELD excede a las de cualquier tipo convencional.

Tenga presente que los conductores pasivos permiten solamente una falla eléctrica que viaja bajo tierra, pero no afecta la carga eléctrica que está disipada en el suelo. Por tal motivo, los conductores pasivos en suelos con condiciones muy inadecuadas darán proporcionar una inadecuada protección de puesta a tierra. Por su diseño, la barra química GEDIWELD aumentará la capacidad de la masa conductora del suelo a través de la dispersión del ion. A medida que el tiempo transcurra, esta masa conductora de suelo crecerá aún más. Instalando la barra química GEDIWELD siguiendo la guía de instalación, todo el suelo se convertirá en una sola masa conductora altamente funcional. Esta masa grande de suelo con baja resistencia de tierra será la mejor opción para cualquier equipo eléctrico y/o electrónico.

**PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO**

Utilizando compuestos de cerámica avanzada, el metal aleado y las composiciones químicas naturales, la barra química GEDIWELD puede proporcionar una protección de tierra. El cuerpo principal del electrodo de la barra química GEDIWELD es fabricado de tubos de cobre con lo cual se asegura una máxima conductividad y una dilatada vida de servicio.

La barra química GEDIWELD contiene una mezcla cristalina rica de iones que cuando son afectadas por la humedad inherente del aire inicia el despidio de iones libres al terreno.

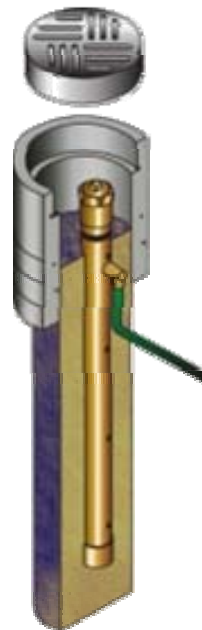
Una continua presencia de humedad y de iones en la tierra circundante, se asegura un alto nivel conductor lográndose una baja resistencia de tierra. Otro aspecto que se pasa generalmente por alto en un adecuado sistema de puesta a tierra, es el inherente movimiento que normalmente se generan en los terrenos o suelos, debido a las condiciones atmosféricas e incertidumbres ambientales, las cuales favorecen que el terreno se contraiga o se expanda.

Durante los períodos de sequía, la tierra generalmente manifiesta poca firmeza y se manifiesta con un pobre o nada conductor. Bajo estas circunstancias, soluciones tradicionales para realizar un sistema de tierra no proporcionarán una protección convincente. La barra química GEDIWELD ha sido diseñada para terrenos que se expanden y/o se contraen. Esto permite que el electrodo mantenga contacto constante con los suelos cercanos y asegure un nivel conveniente de humedad sin tener que depender de las fluctuaciones naturales del clima o condiciones ambientales.

VIDA UTIL

La vida útil de un electrodo químico puede ser garantizado por más de 20 años si se utilizan los elementos adecuados y se realiza la instalación como esta recomendada, ya que siendo 100% de cobre y al no poseer acero ni otras aleaciones, la descomposición de sus materiales debido a la corrosión es prácticamente inexistente. Además por ser un electrodo que presenta la posibilidad de ser recargable con su compuesto salino electrolítico, permitiendo ser rellenado las veces que sea necesario para mantener siempre el sistema de tierra con el mismo valor de resistencia, podemos aseverar que no es afectado por el tiempo.

En cuanto al tiempo de vida de la carga de sales, la misma ésta en función del nivel de humedad del terreno, por lo cual la barra química debe ser suministrada con una mezcla de minerales cuya granulometría sea compatible con dicho nivel de humedad. La experiencia indica que una carga completa de sales debe durar cerca de 5 años si ha sido adecuada su granulometría. No Obstante, como todo sistema de puesta tierra, esta se debe inspeccionarse por lo menos cada dos años.



GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS

QUIMICAL GRONDING ROD

VENTAJAS DE SU EMPLEO

La barra química GEDIWELD gracias a su conformación es más efectiva en la disipación de corriente, puede ser utilizada en cualquier tipo de suelo tanto en interiores así como en exteriores. En general un sistema de tierra basado en electrodos químicos no solo es más efectivo y duradero que un sistema convencional, también es más económico, cuando se trata de reemplazar múltiples electrodos. La razón es que se requiere menos terreno, menos mano de obra, menos soldaduras exotérmicas y su vida útil es mayor. Al igual que un electrodo convencional, la efectividad del electrodo químico depende de la resistividad del terreno y del modelo seleccionado para el suelo donde será instalado. En resumen sus ventajas son:

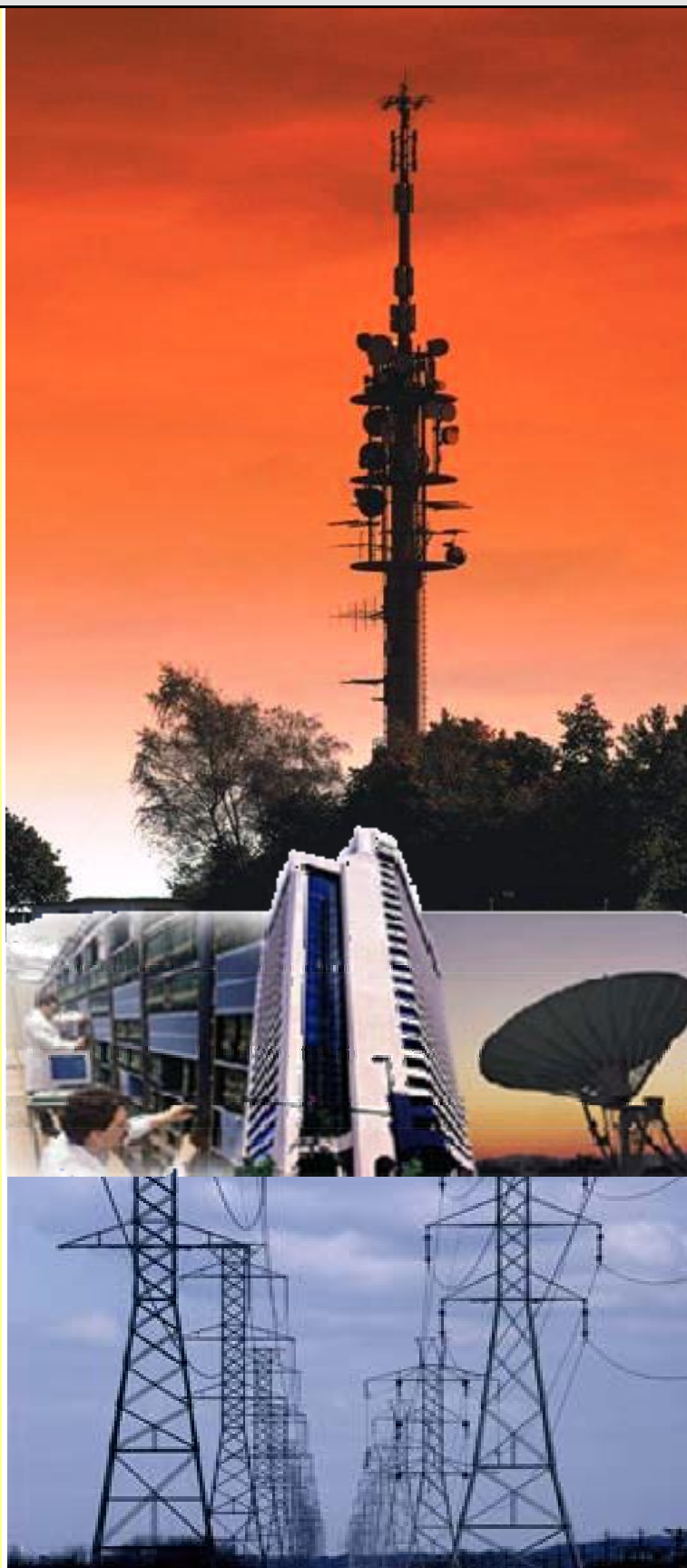
- ☐ Mayor eficiencia esto se debe a que una sola barra química equivale a por lo menos 15 barras convencionales de tipo copperweld, lo que la convierte en la barra ideal cuando las consideraciones de espacio son limitantes.
- ☐ La vida útil de una barra química supera ampliamente a la de las barras convencionales.
- ☐ Posee una mayor conductividad gracias a que posee una mayor superficie de cobre que las barras convencionales.
- ☐ Puede emplearse para sustituir mallas de puesta a tierra.
- ☐ Facilidad de conexión con el conductor de puesta a tierra gracias a que la barra viene provista de un segmento de conductor (pigtail) soldado exotérmicamente de fábrica.
- ☐ Su vida útil de servicio con el mantenimiento adecuado esta por encima de unos 20 años.

El electrodo GEDIWELD está diseñado para ser más efectivo aun en rocas, desiertos o nuestros bosques de lluvias tropicales, prevén una protección estable por muchos años.

APLICACIONES

El sistema de electrodo químico o comúnmente llamado barra química GEDIWELD, es ideal para situaciones donde la resistividad de la tierra es muy alta, gracias a que esta específicamente diseñado para ser utilizado en:

- ☐ Sistema de protección contra descargas atmosféricas.
- ☐ Sistema de disparo de sobretensiones
- ☐ Sistemas de protección contra corrientes transitorias.
- ☐ Sistemas de puesta a tierra en torres de telecomunicaciones, antenas de transmisión de microondas.
- ☐ Conexión a tierra de sistemas electrónicos.
- ☐ Protección de equipos electrónicos contra todas las amenazas de la energía eléctrica.
- ☐ Sistemas de puesta a tierra de líneas de transmisión y distribución
- ☐ Sistemas de puesta a tierra en subestaciones.
- ☐ Sistemas de puesta a tierra de centros de procesamiento de datos.
- ☐ Sistemas de puesta a tierra de refinerías
- ☐ Sistemas de puesta a tierra de petroquímicas
- ☐ Sistemas de puesta a tierra de transporte ferroviario
- ☐ Sistemas de puesta a tierra de empresas manufactureras
- ☐ Sistemas de puesta a tierra de empresas de industria y comercio
- ☐ Sistemas de puesta a tierra de estaciones de flujo y bombeo
- ☐ Prevención de accidentes por corrientes extraviadas y cargas estáticas.



GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS

QUIMICAL GRONDING ROD

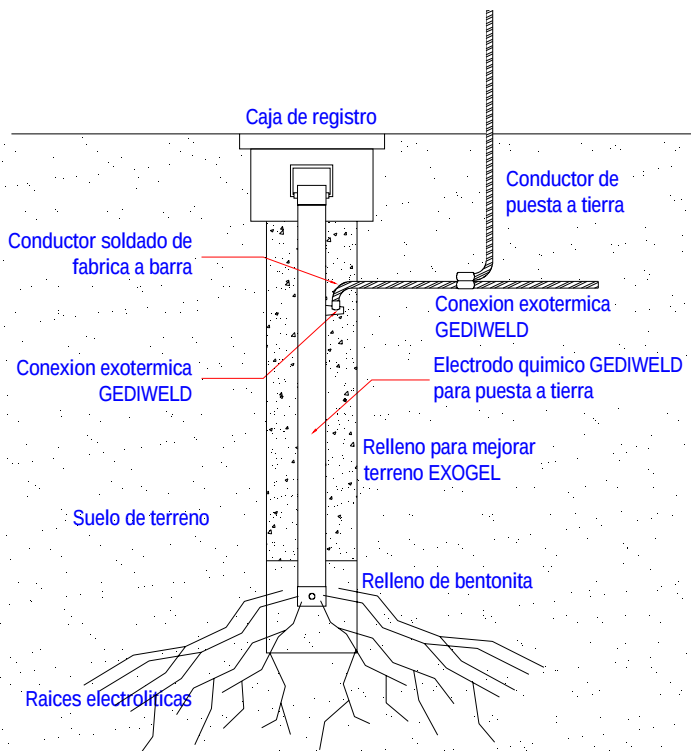
INSTALACION

La barra química GEDIWELD o electrodo químico puede ser utilizada en cualquier aplicación donde la topología o las limitaciones del lugar así lo ameritan, gracias a su presentación se dispone de un electrodo bien sea en forma alargada para instalaciones verticales o en configuración angular o forma de L para instalarse de manera horizontal.

INSTALACION VERTICAL

La barra química GEDIWELD instalada en forma vertical es realizada de la forma siguiente:

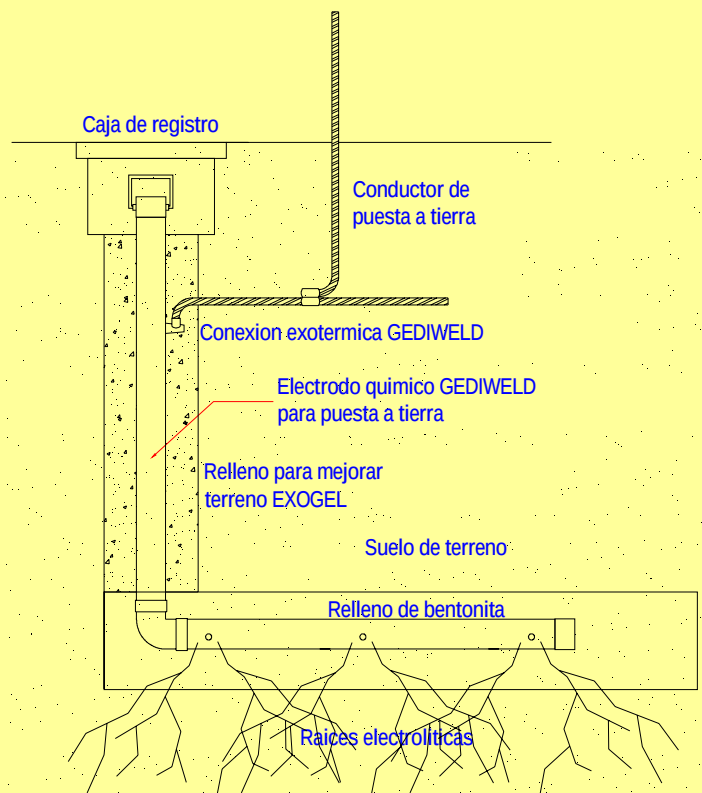
- ❑ Se realiza la perforación del terreno a la profundidad y diámetro requerido según diseño.
- ❑ Se llena la barra química con las sales conductivas electrolíticas a objeto de incrementar la conductividad del suelo circundante.
- ❑ Se introduce la barra química dentro del hueco manteniéndola suspendida en el centro si llegar a topar con el fondo.
- ❑ Realizar las interconexiones necesarias al conductor soldado de fábrica a la barra y el conductor de puesta a tierra del sistema, mediante soldadura exotérmica.
- ❑ Se vierte bentonita natural como material de relleno en el fondo del hueco hasta alcanzar una altura de la sección de la barra química suspendida.
- ❑ Completar el relleno con un producto mejorador de la condición del suelo (EXOGEL) sin alcanzar el tope de la barra química.
- ❑ Colocar la caja de registro la cual permitirá la necesaria entrada de aire y humedad, así como las eventuales inspecciones y futuras recargas de sales de ser requerido.
- ❑ Para mayor ilustración observar la figura de abajo.

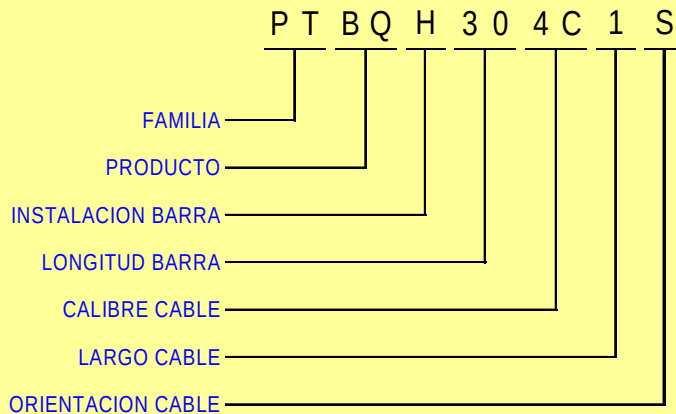
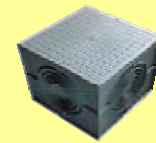


INSTALACION HORIZONTAL

Para instalar la barra química GEDIWELD en forma horizontal siga los siguientes pasos:

- ❑ Efectúe la excavación de la zanja o canal en el suelo a la profundidad, ancho y largo requerido según diseño.
- ❑ Se llena la barra química con las sales conductivas electrolíticas a objeto de incrementar la conductividad del suelo circundante.
- ❑ Se introduce la barra química dentro del hueco manteniéndola suspendida en el centro si llegar a topar con el fondo.
- ❑ Realizar las interconexiones necesarias al conductor soldado de fábrica a la barra y el conductor de puesta a tierra del sistema, mediante soldadura exotérmica.
- ❑ Se vierte bentonita natural como material de relleno a todo lo largo de la zanja o canal en su fondo hasta alcanzar una altura de la sección de la barra química suspendida.
- ❑ Completar el relleno con un producto mejorador de la condición del suelo (EXOGEL) sin alcanzar el tope de la barra química.
- ❑ Completar el relleno en la sección horizontal del electrodo con material propio del suelo escavado.
- ❑ Colocar la arqueta de registro la cual permitirá la necesaria entrada de aire y humedad, de igual forma nos permitirá realizar inspecciones y futuras recargas de ser requerido.
- ❑ Para mayor ilustración observar la figura de abajo.



GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS
QUIMICAL GRONDING ROD
CODIFICACION DE BARRAS QUIMICAS GEDIWELD
CARACTERISTICAS NO NORMALIZADAS
**ADITAMENTOS****CAJA DE REGISTRO****SACOS DE RELLENO****TABLA 1****RELACION DE SACOS REQUERIDOS EN FUNCION DE DIMENSIONES DE LA EXCAVACION**

MODELO Barra química	Sacos Incluidos por barra	hueco 6" diámetro VOL/PIE ³	Sacos requeridos	hueco 12" diámetro VOL/PIE ³	Sacos requeridos	hueco 24" diámetro VOL/PIE ³	Sacos requeridos
BQV12XXXX	4	0,80	2	3,20	4	12,60	16
BQV18XXXX	4	1,20	2	4,80	6	18,90	24
BQV24XXXX	4	1,60	2	6,30	8	25,00	32
BQV30XXXX	6	2,00	3	7,90	10	31,50	40

NUMERO DE CATALOGO	MODELO	CARACTERISTICAS BARRA				CARACTERISTICAS CABLE SOLDADO DE FABRICA		
		Instalacion	Longitud	Diámetro	Aditamentos	Calibre	Largo	Orientacion
PTBQV12022B	BQV12022B	vertical	1,2 m	2 1/2"	Ver tabla 1	2 AWG	1 metro	bajando
PTBQV121C2B	BQV121C2B	vertical	1,2 m	2 1/2"	Ver tabla 1	1/0 AWG	1 metro	bajando
PTBQV122C2B	BQV122C2B	vertical	1,2 m	2 1/2"	Ver tabla 1	2/0 AWG	1 metro	bajando
PTBQV124C2B	BQV124C2B	vertical	1,2 m	2 1/2"	Ver tabla 1	4/0 AWG	1 metro	bajando
PTBQV12DK2B	BQV12DK2B	vertical	1,2 m	2 1/2"	Ver tabla 1	250 Kcmil	1 metro	bajando
PTBQV12QK2B	BQV12QK2B	vertical	1,2 m	2 1/2"	Ver tabla 1	500 Kcmil	1 metro	bajando
PTBQV12022B	BQV12022B	vertical	1,8 m	2 1/2"	Ver tabla 1	2 AWG	1 metro	bajando
PTBQV121C2B	BQV121C2B	vertical	1,8 m	2 1/2"	Ver tabla 1	1/0 AWG	1 metro	bajando
PTBQV122C2B	BQV122C2B	vertical	1,8 m	2 1/2"	Ver tabla 1	2/0 AWG	1 metro	bajando
PTBQV124C2B	BQV124C2B	vertical	1,8 m	2 1/2"	Ver tabla 1	4/0 AWG	1 metro	bajando
PTBQV12DK2B	BQV12DK2B	vertical	1,8 m	2 1/2"	Ver tabla 1	250 Kcmil	1 metro	bajando
PTBQV12QK2B	BQV12QK2B	vertical	1,8 m	2 1/2"	Ver tabla 1	500 Kcmil	1 metro	bajando
PTBQV12022B	BQV12022B	vertical	2,4 m	2 1/2"	Ver tabla 1	2 AWG	1 metro	bajando
PTBQV121C2B	BQV121C2B	vertical	2,4 m	2 1/2"	Ver tabla 1	1/0 AWG	1 metro	bajando
PTBQV122C2B	BQV122C2B	vertical	2,4 m	2 1/2"	Ver tabla 1	2/0 AWG	1 metro	bajando
PTBQV124C2B	BQV124C2B	vertical	2,4 m	2 1/2"	Ver tabla 1	4/0 AWG	1 metro	bajando
PTBQV12DK2B	BQV12DK2B	vertical	2,4 m	2 1/2"	Ver tabla 1	250 Kcmil	1 metro	bajando
PTBQV12QK2B	BQV12QK2B	vertical	2,4 m	2 1/2"	Ver tabla 1	500 Kcmil	1 metro	bajando
PTBQV12022B	BQV12022B	vertical	3 m	2 1/2"	Ver tabla 1	2 AWG	1 metro	bajando
PTBQV121C2B	BQV121C2B	vertical	3 m	2 1/2"	Ver tabla 1	1/0 AWG	1 metro	bajando
PTBQV122C2B	BQV122C2B	vertical	3 m	2 1/2"	Ver tabla 1	2/0 AWG	1 metro	bajando
PTBQV124C2B	BQV124C2B	vertical	3 m	2 1/2"	Ver tabla 1	4/0 AWG	1 metro	bajando
PTBQV12DK2B	BQV12DK2B	vertical	3 m	2 1/2"	Ver tabla 1	250 Kcmil	1 metro	bajando
PTBQV12QK2B	BQV12QK2B	vertical	3 m	2 1/2"	Ver tabla 1	500 Kcmil	1 metro	bajando

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS CAST GROUND PLATE

PLACA DE ATERRAMIENTO

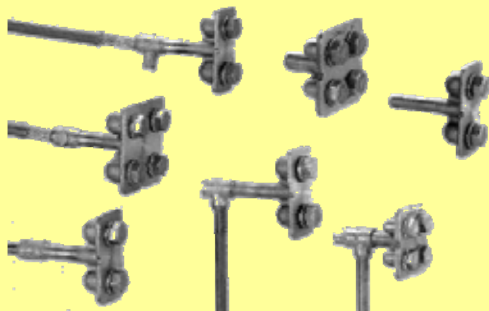
La placa de aterramiento o receptáculo para puesta a tierra llamado también placa de tierra, es elaborado de una aleación de cobre de alta calidad que permite ser soldado con facilidad a conductores de cobre empleando métodos de soldadura exotérmica GEDIWELD. Estas placas prefabricadas están diseñadas para ser embebidos o encofrados en las estructuras de concreto, ofreciendo un punto de conexión que esta conectado a tierra, el cual es útil para aterrar maquinaria, equipos, etc.

Son suministrados listos para ser conectados al sistema de aterramiento, al ser instalado queda al ras del piso, muro o pared proveyendo de esta forma una conexión permanente a tierra, libre de oxidación o corrosión para evitar cargas estáticas. La placa o receptáculo puede ser conectado fácilmente a un conductor de tierra o barra copperweld en distintas configuraciones a través de los sistemas GEDIWELD. La ilustración de abajo muestra una placa o receptáculo para puesta a tierra tanto de cuatro orificios como de dos huecos.



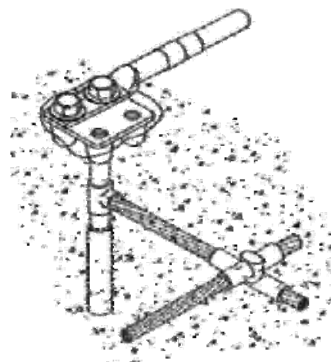
PLACAS DE ATERRAMIENTO		
CODIGO	MODELO	HUECOS
PTPA0002F	PA-2F	2
PTPA0004F	PA-4F	4

Los receptáculos o placas de tierra prefabricados de los sistemas GEDIWELD se suministran listos para ser conectados a su sistema de tierras. Los modelos PA-2F y PA-4F básicamente son piezas de superficies de contacto lisas, esto ayuda a colocar el receptáculo de tierra al mismo nivel del piso, están elaboradas de aleaciones de cobre de forma cuadrada y rectangular, además están provistas de huecos roscados que tienen una configuración de acuerdo a un patrón que permite realizar conexiones de conductores con terminales del tipo doble ojo o de uno solo. La figura siguiente muestra placas con conexiones típicas.

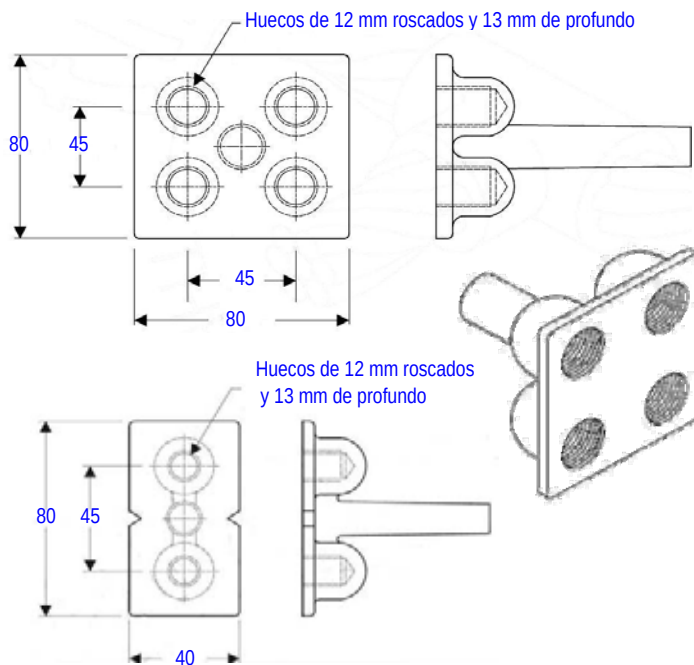


Uso de conexiones exotérmicas:

Para el uso de este tipo de placas o receptáculos en los sistemas de puesta a tierra, se pueden utilizar conexiones exotérmicas, que proporcionan un contacto perfecto entre este tipo de placa y el resto del sistema de puesta a tierra. Se pueden emplear moldes e soldadura GEDIWELD para realizar empalmes entre las placas y conductores o entre placas y barras del tipo copperweld. Estas conexiones pueden ser en ángulos rectos. Cabe destacar que las conexiones exotérmicas reducen a cero las resistencias de contacto, causadas por la película de óxido que se forma con el tiempo cuando se utilizan otros métodos de conexión tales como los conectores mecánicos. En la figura podemos observar una placa embebida en concreto conectada a barras en ángulo recto y a su vez conectada a conductores mediante soldadura exotérmica.



DIMENSIONES



APLICACIONES

Las placas de aterramiento para la conexión equipotencial de los circuitos reducen el riesgo de incendio, de explosión y muerte de personas por el contacto eléctrico, producido en el espacio a proteger. Entre sus aplicaciones encontramos:

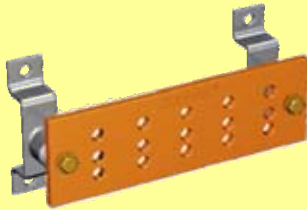
- ☐ Sistema de protección contra descargas atmosféricas.
- ☐ Sistema de disipación de sobretensiones
- ☐ Sistemas de protección contra corrientes transitorias.
- ☐ Sistemas de puesta a tierra en subestaciones.
- ☐ Sistemas de puesta a tierra de empresas manufactureras
- ☐ Sistemas de puesta a tierra de empresas de industria y comercio

BARRA EQUIPOTENCIAL DE PUESTA A TIERRA

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS EQUIPMENT GROUND BAR

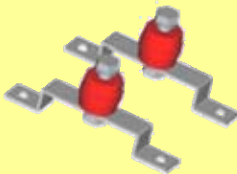
BARRA DE ATERRAMIENTO

La barra de aterramiento es el área donde convergen todas las conexiones dirigidas a tierra provenientes de los equipos, guías, computadoras, antenas, carcasas, etc. Estas barras se diseñan para concentrar los circuitos eléctricos que posteriormente van a ser puestos a tierra, de igual forma, se construyen barras de aterramiento para los sistemas de telecomunicaciones. La figura siguiente muestra una barra típica.

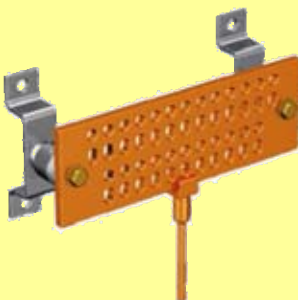


Básicamente esta barra es elaborada de cobre electrolítico de forma rectangular montada sobre aisladores que a su vez están sujetos a soportes, además esta provista de perforaciones que tienen una configuración y medidas de acuerdo a un patrón de referencia normalizado como se observa en la figura adjunta denominada PATRON DE BARRAS, estos patrones permiten seleccionar el tipo de barra adecuado para realizar las conexiones de conductores con terminales del tipo doble ojo o de uno solo.

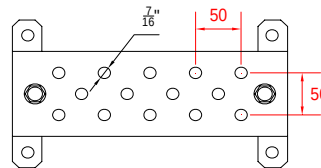
La barra esta sujeta a través de aisladores de poliéster reforzado con fibra de vidrio, con lo cual no se permite que exista continuidad eléctrica entre ella y el soporte al cual van sujetos. Los aisladores son colocados en cada extremo y fijados tanto a la barra como al soporte mediante tortillería electrogalvanizada o de acero inoxidable según sea el requerimiento. La figura siguiente muestra los aisladores instalados sobre el soporte el cual tiene forma de omega.



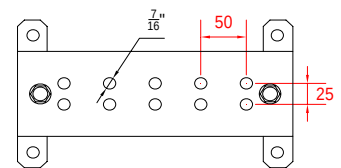
Esta barra estará conectada a un punto de tierra del anillo exterior a través de un conductor de cobre de calibre igual o mayor al #4/0 AWG, preferiblemente con chaqueta aislante de color verde. Esta conexión puede estar realizada mediante soldadura exotérmica o mecánica. En la figura vemos una conexión exotérmica.



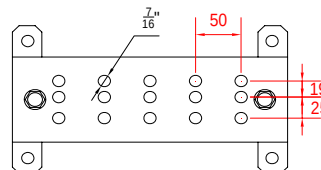
PATRON DE BARRAS



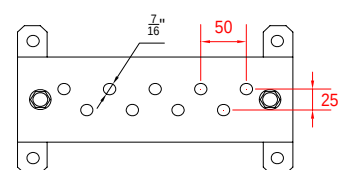
PATRON AA



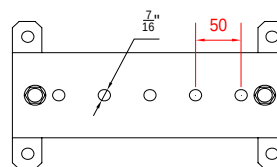
PATRON BB



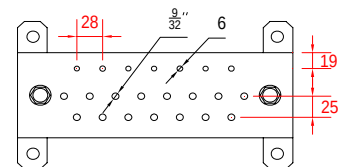
PATRON CC



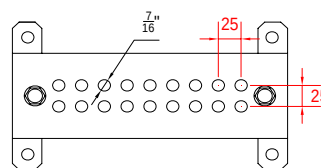
PATRON DD



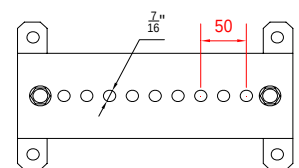
PATRON EE



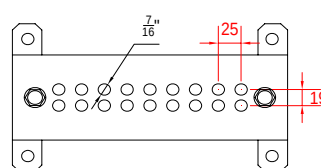
PATRON FF



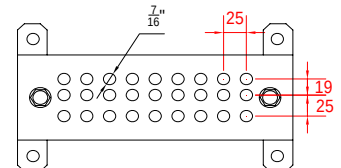
PATRON GG



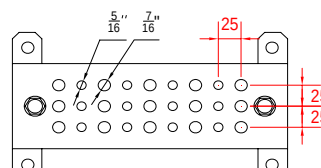
PATRON HH



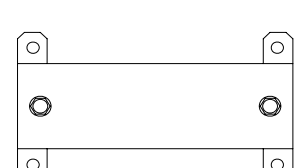
PATRON JJ



PATRON LL



PATRON MM



PATRON NN

BARRA EQUIPOTENCIAL DE PUESTA A TIERRA

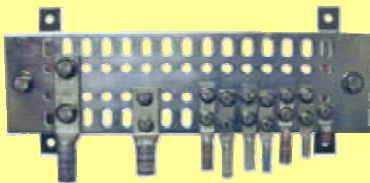
GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS EQUIPMENT GROUND BAR

Adicionalmente este conductor debe ser canalizado por una tubería aislada de PVC preferiblemente de color verde o en su defecto pintada de este color en toda su trayectoria hasta llegar al punto de conexión a tierra del anillo exterior. En la figura siguiente se puede observar como canalizaciones de color verde convergen a la barra.



En áreas exteriores, es necesaria una barra de aterramiento colocada en el punto donde las guías entren al shelter, edificio, área, etc. Esta barra debe ubicarse lo más cerca posible a la ventana de acceso de manera que permita la conexión de las líneas de transmisión que se encuentren en la parte superior de la misma.

La longitud de la barra va en función del número de conexiones que se requieran realizar y de las posibles expansiones a futuro que se prevean, por lo general, las barras instaladas en exteriores tienen una longitud de unos 500 mm lo que permite albergar un total de 14 conexiones con terminales de doble ojo, el tamaño de la barra puede variar dependiendo del tamaño del shelter y de la cantidad de equipos que van a alojar. La figura muestra una barra con diversos tipos de terminales conectados sobre ella para permitirnos visualizar lo antes descrito.



APLICACIONES

La creciente instalación de redes para sistemas computarizados, el aterrado correcto de equipos de telecomunicaciones entre otros, es cada vez más crítico para garantizar la operación de los sistemas. La sensibilidad de los equipos electrónicos requiere que los conductores de telecomunicaciones y sus equipos estén equipotenciales para prevenir loops y transientes que puedan dañarlos. Esto exige un diseño exhaustivo de los sistemas de puesta a tierra donde las barras de aterramiento para la conexión equipotencial de los circuitos constituyen un medio muy importante para reducir el riesgo de incendio, de explosión, danos a equipos y muerte de personas por el contacto eléctrico. Entre sus aplicaciones encontramos:

- ☐ Sistema de disipación de sobretensiones
- ☐ Sistemas de protección contra corrientes transitorias.
- ☐ Sistemas de puesta a tierra en torres de telecomunicaciones, antenas de transmisión de microondas, radio base.

- ☐ Sistemas de puesta a tierra de centros de procesamientos de data.
- ☐ Sistemas de puesta a tierra de empresas manufactureras
- ☐ Sistemas de puesta a tierra de empresas de industria y comercio

INSTALACION

La instalación de la barra de puesta a tierra o también llamada barra de aterramiento equipotencial es realizada dependiendo de su aplicación y lugar donde se requiere de la forma siguiente:

Las barras instaladas en interiores deben estar fijadas en función a los siguientes criterios:

- ☐ Se realizan las cuatro perforaciones sobre la pared de forma que se puedan colocar los ramplús donde se fijará el soporte de la barra.
- ☐ Se instala la barra fijándola mediante tornillos a la pared en el sitio donde previamente se instalaron los elementos para esta aplicación.
- ☐ Una vez fija la barra, cada conexión a la misma debe estar cubierta preferiblemente en los puntos de contacto con un producto adecuado para evitar corrosión.
- ☐ No se debe instalar sobre la barra más de un conector o conductor en cada hueco.
- ☐ En caso de que no exista espacio disponible en la barra existente, se deberá colocar otra barra la cual debe estar eléctricamente conectada al anillo exterior y a la barra principal mediante un conductor de cobre de calibre adecuado.
- ☐ Conectar la barra al punto de tierra del anillo exterior a través de un conductor de cobre de calibre igual o mayor al #4/0 AWG, preferiblemente con chaqueta aislante de color verde.
- ☐ El conductor que interconecta la barra con el punto de puesta a tierra debe correr por una canalización aislada de PVC preferiblemente de color verde.
- ☐ Identificar la barra e acuerdo a su uso, si es para telecomunicaciones, electricidad o para otra aplicación.



Las barras expuestas a la intemperie, al igual que las conexiones a las mismas, debido a las condiciones a las que estarán expuestas deben ser protegidas contra la corrosión cubriéndolas con grasa o

BARRA EQUIPOTENCIAL DE PUESTA A TIERRA

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS
EQUIPMENT GROUND BAR

productos específicos para este fin, a objeto de evitar de esta forma que los agentes corrosivos la puedan afectar.

Las barras instaladas en exteriores deben estar ubicadas en función a los siguientes criterios:

1. Cuando son empleadas en bases tubulares, se debe instalar una barra de puesta a tierra colocada en la parte inferior del mismo.
2. Cuando son empleadas en torres de transmisión o radio base, deben existir barras de tierra ubicadas según:



- ☐ Siempre debe existir una barra de puesta a tierra en la parte superior de la torre colocada a 3 metros del tope.
- ☐ Instalar una barra de puesta a tierra al final del recorrido vertical, colocada a 1 metro de la transición del recorrido horizontal.
- ☐ Para torres cuyas alturas estén comprendidas entre los 40 y 90 metros, se debe instalar una barra de tierra adicional puesta en el medio del recorrido vertical.
- ☐ Para torres con alturas mayores a los 90 metros se deben instalar dos barras de puesta a tierra adicionales dispuestas de manera tal que exista una separación equidistante entre las cuatro barras existentes.
- ☐ Siempre debe existir una barra de tierra ubicada en la ventana de acceso de la caseta.
- ☐ Cuando existan recorridos en el plano horizontal mayores a 45 metros, se deben instalar barras de puesta a tierra adicionales ubicadas aproximadamente cada 25 metros.



AISLADORES PARA BARRAS

- ☐ Elaborados poliéster reforzado con fibra de vidrio.
- ☐ Manufacturado con material retardante a la llama.
- ☐ Material de color rojo.
- ☐ Para uso interior aislamiento 600 voltios.
- ☐ Altura mínima de 30 mm.



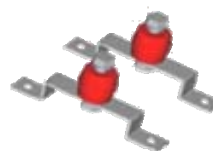
AISLADORES PARA BARRAS

CODIGO	MODELO	ALTURA	ROSCA
AI01A0007	EL35S	32	M8
AI01A0008	EL35A	35	M8
AI01A0009	EL40A	40	M8
AI01A0010	71120	45	M8
AI01A0012	EL51A	50	M8

SOPORTE PARA BARRAS

- ☐ Manufacturado con pletina de 4 mm de espesor de aluminio o de hierro, para el hierro posteriormente galvanizadas en caliente.
- ☐ Perforaciones para la fijación a pared con huecos de 10 mm

SOPORTE PARA BARRAS			
CODIGO	MODELO	MATERIAL	HUECOS
PTSBE0A01	SBEA01	Aluminio	1
PTSBE0A02	SBEA02	Aluminio	2
PTSBE0H01	SBEH01	Hierro galvanizado	1
PTSBE0H02	SBEH02	Hierro galvanizado	2



CUBIERTA PROTECTORA DE FIBERLASS

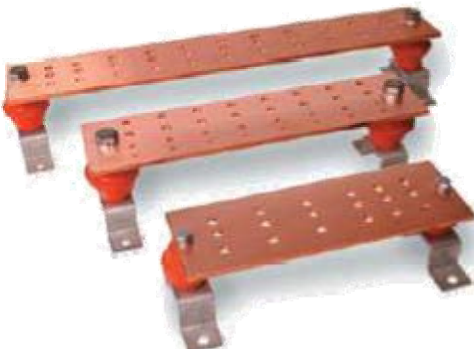
- ☐ Manufacturada en fiberglass de 4 mm de espesor transparente
- ☐ Perforaciones para fijación de 10 mm

CUBIERTA DE FIBERGLAS			
CODIGO	MODELO	MEDIDAS	ESPEJOR
PTCPBE1560	PBE1560	150 X 350 MM	4 MM
PTCPBE1560	PBE1560	150 X 450 MM	4 MM
PTCPBE1560	PBE1560	150 X 500 MM	4 MM
PTCPBE1560	PBE1560	150 X 650 MM	4 MM
PTCPBE1560	PBE1560	150 X 950 MM	4 MM



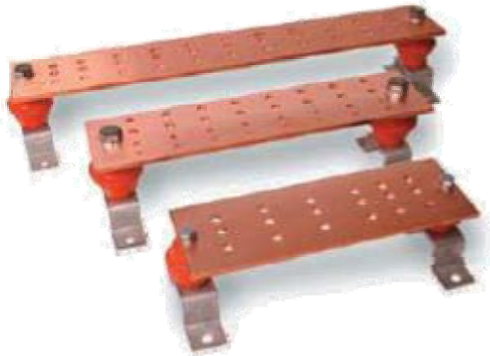
BARRA EQUIPOTENCIAL DE PUESTA A TIERRA

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS
EQUIPMENT GROUND BAR

NUMERO DE CATALOGO	MODELO Model	Dimensiones / Dimensions			Patron pattern	GROUNDING BUS BAR
		L	mm A / W	mm e / L		
PTBEN301006	BEN301006	305	100	6	NN	BARRA DE ATERRAMIENTO Estas barras se fabrican de acuerdo al patrón de perforación preestablecido y a longitudes de acuerdo a necesidad. La figura siguiente muestra una barra típica.  Material ☐ Cobre electrolítico 99,9 % ☐ Espesores de 6 mm y 10 mm ☐ Canto redondeado ☐ ASTM B187-C1100 Aisladores ☐ Elaborado de poliéster reforzado con fibra de vidrio. ☐ Color rojo. ☐ Uso interior ☐ Aislamiento 600 voltios ☐ Autoextinguibles ☐ Altura de 30 mm ☐ Insertos de bronce con rosca milimétrica Soportes ☐ Elaborado de planita de 5 mm de espesor en hierro galvanizado, acero inoxidable 304 o de aluminio. ☐ Perforaciones de fijación de 10 mm Tortillería ☐ Espárragos de 8 mm y 6 mm de diámetro ☐ Acabado electrogalvanizado ☐ Conformada por espárrago, tuerca, arandela plana y arandela de presión
PTBEE301006	BEE301006	305	100	6	EE	
PTBEH301006	BEH301006	305	100	6	HH	
PTBEB301006	BEB301006	305	100	6	BB	
PTBEG301006	BEG301006	305	100	6	GG	
PTBEJ301006	BEJ301006	305	100	6	JJ	
PTBED301006	BED301006	305	100	6	DD	
PTBEA301006	BEA301006	305	100	6	AA	
PTBEC301006	BEC301006	305	100	6	CC	
PTBEF301006	BEF301006	305	100	6	FF	
PTBEL301006	BEL301006	305	100	6	LL	
PTBEM301006	BEM301006	305	100	6	MM	
PTBEN401006	BEN401006	406	100	6	NN	
PTBEE401006	BEE401006	406	100	6	EE	
PTBEH401006	BEH401006	406	100	6	HH	
PTBEB401006	BEB401006	406	100	6	BB	
PTBEG401006	BEG401006	406	100	6	GG	
PTBEJ401006	BEJ401006	406	100	6	JJ	
PTBED401006	BED401006	406	100	6	DD	
PTBEA401006	BEA401006	406	100	6	AA	
PTBEC401006	BEC401006	406	100	6	CC	
PTBEF401006	BEF401006	406	100	6	FF	
PTBEL401006	BEL401006	406	100	6	LL	
PTBEM401006	BEM401006	406	100	6	MM	
PTBEN451006	BEN451006	458	100	6	NN	
PTBEE451006	BEE451006	458	100	6	EE	
PTBEH451006	BEH451006	458	100	6	HH	
PTBEB451006	BEB451006	458	100	6	BB	
PTBEG451006	BEG451006	458	100	6	GG	
PTBEJ451006	BEJ451006	458	100	6	JJ	
PTBED451006	BED451006	458	100	6	DD	
PTBEA451006	BEA451006	458	100	6	AA	
PTBEC451006	BEC451006	458	100	6	CC	
PTBEF451006	BEF451006	458	100	6	FF	
PTBEL451006	BEL451006	458	100	6	LL	
PTBEM451006	BEM451006	458	100	6	MM	
PTBEN601006	BEN601006	610	100	6	NN	
PTBEE601006	BEE601006	610	100	6	EE	
PTBEH601006	BEH601006	610	100	6	HH	
PTBEB601006	BEB601006	610	100	6	BB	
PTBEG601006	BEG601006	610	100	6	GG	
PTBEJ601006	BEJ601006	610	100	6	JJ	
PTBED601006	BED601006	610	100	6	DD	
PTBEA601006	BEA601006	610	100	6	AA	
PTBEC601006	BEC601006	610	100	6	CC	
PTBEF601006	BEF601006	610	100	6	FF	
PTBEL601006	BEL601006	610	100	6	LL	
PTBEM601006	BEM601006	610	100	6	MM	
PTBEN901006	BEN901006	915	100	6	NN	
PTBEE901006	BEE901006	915	100	6	EE	
PTBEH901006	BEH901006	915	100	6	HH	
PTBEB901006	BEB901006	915	100	6	BB	
PTBEG901006	BEG901006	915	100	6	GG	
PTBEJ901006	BEJ901006	915	100	6	JJ	
PTBED901006	BED901006	915	100	6	DD	
PTBEA901006	BEA901006	915	100	6	AA	
PTBEC901006	BEC901006	915	100	6	CC	
PTBEF901006	BEF901006	915	100	6	FF	
PTBEL901006	BEL901006	915	100	6	LL	
PTBEM901006	BEM901006	915	100	6	MM	

BARRA EQUIPOTENCIAL DE PUESTA A TIERRA

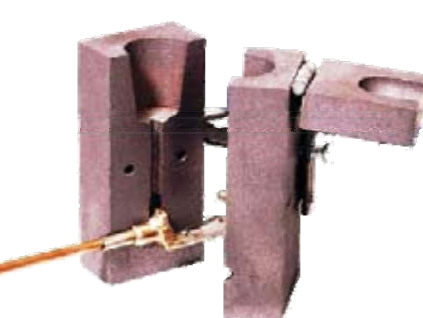
GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS
EQUIPMENT GROUND BAR

NUMERO DE CATALOGO	MODELO Model	Dimensiones / Dimensions			Patron pattern	GROUNDING BUS BAR
		L	mm A / W	e / L		
PTBEN301010	BEN301010	305	100	10	NN	BARRA DE ATERRAMIENTO Estas barras se fabrican de acuerdo al patrón de perforación preestablecido y a longitudes de acuerdo a necesidad. La figura siguiente muestra una barra típica.  Material ☐ Cobre electrolítico 99,9 % ☐ Espesores de 6 mm y 10 mm ☐ Canto redondeado ☐ ASTM B187-C1100 Aisladores ☐ Elaborado de poliéster reforzado con fibra de vidrio. ☐ Color rojo. ☐ Uso interior ☐ Aislamiento 600 voltios ☐ Autoextinguibles ☐ Altura de 30 mm ☐ Insertos de bronce con rosca milimétrica Soportes ☐ Elaborado de planita de 5 mm de espesor en hierro galvanizado, acero inoxidable 304 o de aluminio. ☐ Perforaciones de fijación de 10 mm Tortillería ☐ Espárragos de 8 mm y 6 mm de diámetro ☐ Acabado electrogalvanizado ☐ Conformada por espárrago, tuerca, arandela plana y arandela de presión
PTBEE301010	BEE301010	305	100	10	EE	
PTBEH301010	BEH301010	305	100	10	HH	
PTBEB301010	BEB301010	305	100	10	BB	
PTBEG301010	BEG301010	305	100	10	GG	
PTBEJ301010	BEJ301010	305	100	10	JJ	
PTBED301010	BED301010	305	100	10	DD	
PTBEA301010	BEA301010	305	100	10	AA	
PTBEC301010	BEC301010	305	100	10	CC	
PTBEF301010	BEF301010	305	100	10	FF	
PTBEL301010	BEL301010	305	100	10	LL	
PTBEM301010	BEM301010	305	100	10	MM	
PTBEN401010	BEN401010	406	100	10	NN	
PTBEE401010	BEE401010	406	100	10	EE	
PTBEH401010	BEH401010	406	100	10	HH	
PTBEB401010	BEB401010	406	100	10	BB	
PTBEG401010	BEG401010	406	100	10	GG	
PTBEJ401010	BEJ401010	406	100	10	JJ	
PTBED401010	BED401010	406	100	10	DD	
PTBEA401010	BEA401010	406	100	10	AA	
PTBEC401010	BEC401010	406	100	10	CC	
PTBEF401010	BEF401010	406	100	10	FF	
PTBEL401010	BEL401010	406	100	10	LL	
PTBEM401010	BEM401010	406	100	10	MM	
PTBEN451010	BEN451010	458	100	10	NN	
PTBEE451010	BEE451010	458	100	10	EE	
PTBEH451010	BEH451010	458	100	10	HH	
PTBEB451010	BEB451010	458	100	10	BB	
PTBEG451010	BEG451010	458	100	10	GG	
PTBEJ451010	BEJ451010	458	100	10	JJ	
PTBED451010	BED451010	458	100	10	DD	
PTBEA451010	BEA451010	458	100	10	AA	
PTBEC451010	BEC451010	458	100	10	CC	
PTBEF451010	BEF451010	458	100	10	FF	
PTBEL451010	BEL451010	458	100	10	LL	
PTBEM451010	BEM451010	458	100	10	MM	
PTBEN601010	BEN601010	610	100	10	NN	
PTBEE601010	BEE601010	610	100	10	EE	
PTBEH601010	BEH601010	610	100	10	HH	
PTBEB601010	BEB601010	610	100	10	BB	
PTBEG601010	BEG601010	610	100	10	GG	
PTBEJ601010	BEJ601010	610	100	10	JJ	
PTBED601010	BED601010	610	100	10	DD	
PTBEA601010	BEA601010	610	100	10	AA	
PTBEC601010	BEC601010	610	100	10	CC	
PTBEF601010	BEF601010	610	100	10	FF	
PTBEL601010	BEL601010	610	100	10	LL	
PTBEM601010	BEM601010	610	100	10	MM	
PTBEN901010	BEN901010	915	100	10	NN	
PTBEE901010	BEE901010	915	100	10	EE	
PTBEH901010	BEH901010	915	100	10	HH	
PTBEB901010	BEB901010	915	100	10	BB	
PTBEG901010	BEG901010	915	100	10	GG	
PTBEJ901010	BEJ901010	915	100	10	JJ	
PTBED901010	BED901010	915	100	10	DD	
PTBEA901010	BEA901010	915	100	10	AA	
PTBEC901010	BEC901010	915	100	10	CC	
PTBEF901010	BEF901010	915	100	10	FF	
PTBEL901010	BEL901010	915	100	10	LL	
PTBEM901010	BEM901010	915	100	10	MM	

MOLDES PARA TERMINALES TELECOMUNICACION

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS

TELECON MOLD

NUMERO DE CATALOGO	MOLDE Mold	TERMINAL	Conductor B		Cartucho	Grupo	Alicate	CONEXIÓN TERMINAL A CABLE
			mm ²	AWG/MCM	Cart. size	grup	Clamp	
PTMTZ2505050	MTZ2505050	TTZ2505	50	1/0	65	2	Z-201	
PTMTZ2505070	MTZ2505070	TTZ2505	70	2/0	65	2	Z-201	
PTMTZ2505095	MTZ2505095	TTZ2505	95	3/0	90	2	Z-201	
PTMTZ2505100	MTZ2505100	TTZ2505	100	4/0	90	2	Z-201	
PTMTZ4005100	MTZ4005100	TTZ4005	100	4/0	90	3	Z-201	
PTMTZ4005120	MTZ4005120	TTZ4005	120	250	90	3	Z-201	
PTMTZ4005150	MTZ4005150	TTZ4005	150	300	90	3	Z-201	
PTMTZ4005185	MTZ4005185	TTZ4005	185	350	115	3	Z-201	
PTMTZ4005240	MTZ4005240	TTZ4005	240	500	200	3	Z-201	
PTMTZ4010240	MTZ4010240	TTZ4010	240	500	200	3	Z-201	
PTMTZ5005100	MTZ5005100	TTZ5005	100	4/0	90	3	Z-201	
PTMTZ5005120	MTZ5005120	TTZ5005	120	250	90	3	Z-201	
PTMTZ5005150	MTZ5005150	TTZ5005	150	300	90	3	Z-201	
PTMTZ5005185	MTZ5005185	TTZ5005	185	350	115	3	Z-201	
PTMTZ5005240	MTZ5005240	TTZ5005	240	500	200	3	Z-201	
PTMTZ5010240	MTZ5010240	TTZ5010	240	500	200	3	Z-201	
PTMTZ8010380	MTZ8010380	TTZ8010	380	750	2X250	3	Z-201	
PTMTL2505050	MTL2505050	TTL2505	50	1/0	65	2	Z-201	
PTMTL2505070	MTL2505070	TTL2505	70	2/0	65	2	Z-201	
PTMTL2505095	MTL2505095	TTL2505	95	3/0	90	2	Z-201	
PTMTL2505100	MTL2505100	TTL2505	100	4/0	90	2	Z-201	
PTMTL4005100	MTL4005100	TTL4005	100	4/0	90	3	Z-201	
PTMTL4005120	MTL4005120	TTL4005	120	250	90	3	Z-201	
PTMTL4005150	MTL4005150	TTL4005	150	300	90	3	Z-201	
PTMTL4005185	MTL4005185	TTL4005	185	350	115	3	Z-201	
PTMTL4005240	MTL4005240	TTL4005	240	500	200	3	Z-201	
PTMTL4010240	MTL4010240	TTL4010	240	500	200	3	Z-201	
PTMTL5005100	MTL5005100	TTL5005	100	4/0	90	3	Z-201	
PTMTL5005120	MTL5005120	TTL5005	120	250	90	3	Z-201	
PTMTL5005150	MTL5005150	TTL5005	150	300	90	3	Z-201	
PTMTL5005185	MTL5005185	TTL5005	185	350	115	3	Z-201	
PTMTL5005240	MTL5005240	TTL5005	240	500	200	3	Z-201	
PTMTL5010240	MTL5010240	TTL5010	240	500	200	3	Z-201	
PTMTL8010380	MTL8010380	TTL8010	380	750	2X250	3	Z-201	
PTMTR2505050	MTR2505050	TTR2505	50	1/0	65	2	Z-201	
PTMTR2505070	MTR2505070	TTR2505	70	2/0	65	2	Z-201	
PTMTR2505095	MTR2505095	TTR2505	95	3/0	90	2	Z-201	
PTMTR2505100	MTR2505100	TTR2505	100	4/0	90	2	Z-201	
PTMTR4005100	MTR4005100	TTR4005	100	4/0	90	3	Z-201	
PTMTR4005120	MTR4005120	TTR4005	120	250	90	3	Z-201	
PTMTR4005150	MTR4005150	TTR4005	150	300	90	3	Z-201	
PTMTR4005185	MTR4005185	TTR4005	185	350	115	3	Z-201	
PTMTR4005240	MTR4005240	TTR4005	240	500	200	3	Z-201	
PTMTR4010240	MTR4010240	TTR4010	240	500	200	3	Z-201	
PTMTR5005100	MTR5005100	TTR5005	100	4/0	90	3	Z-201	
PTMTR5005120	MTR5005120	TTR5005	120	250	90	3	Z-201	
PTMTR5005150	MTR5005150	TTR5005	150	300	90	3	Z-201	
PTMTR5005185	MTR5005185	TTR5005	185	350	115	3	Z-201	
PTMTR5005240	MTR5005240	TTR5005	240	500	200	3	Z-201	
PTMTR5010240	MTR5010240	TTR5010	240	500	200	3	Z-201	
PTMTR8010380	MTR8010380	TTR8010	380	750	2X250	3	Z-201	
							</	

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS
PERIMETER BUS SYSTEEM

BARRAS DE COBRE

GENERALIDADES

Las barras o pletinas de cobre tienen diferentes aplicaciones en el área eléctrica, son utilizadas para sistemas de barras donde se transporta la corriente en tableros eléctricos, también tienen aplicaciones en los sistemas de puesta a tierra donde pueden ser utilizadas para barrado perimetral, mayas de tierra, barras equipotencial, entre otras aplicaciones.

CARACTERISTICAS.

- ☐ Cobre electrolítico
- ☐ Pureza de cobre 99,9 %
- ☐ Resistividad máxima 0,01724 ohmios mm³/m a 20 grados C
- ☐ Coeficiente de dilatación lineal 16,6 x 10⁶ por grado centígrado
- ☐ Conductor ½ duro
- ☐ Resistencia a la tracción 25 daN/ mm²
- ☐ Capacidad de alargamiento 15%
- ☐ Cantos redondeados

PARAMETROS DE UN SISTEMA DE BARRAS

En todo sistema de barras de cobre se deben considerar varios parámetros entre los que se encuentran:

- ☐ Parámetros eléctricos
- ☐ Parámetros mecánicos
- ☐ Efecto pelicular
- ☐ Disipación de calor
- ☐ Otros

Parámetros eléctricos.

En este parámetro se debe considerar la corriente que transportaran las barras, la sección para una determinada intensidad y la caída de tensión.

Parámetros mecánicos.

Este parámetro se circunscribe a características físicas del sistema de barras tales como: dimensiones, resistencia mecánica, temperatura de trabajo y pérdidas de energía.

Parámetros efecto pelicular.

Este parámetro es un fenómeno que se presenta en conductores que operan con corriente alterna, consiste en concentrar en la superficie de las barras o conductores la corriente que circula a través de ellos. Su incidencia va en función de la frecuencia, el espesor de la barra y de la relación ancho/espesor.

El coeficiente del efecto pelicular en barras de cobre planas presenta las ventajas de instalar barras con relación ancho/espesor importante. A misma sección este tipo de barras tiene mayor superficie de refrigeración y densidad de corriente mas uniforme

Disipación de calor

La disipación de calor es realizada en forma natural o forzada, siempre depende de la forma del conductor o barra, de sus dimensiones, del flujo de aire a su alrededor.

Recuerde que el enfriamiento de una barra colocada de canto es mas efectivo. Para un enfriamiento óptimo coloque las barras de forma que no ofrezcan resistencia a la circulación del aire y tengan la mayor superficie en contacto con el flujo de aire. Son preferibles varias barras delgadas de canto que una barra gruesa.

CONTACTO ENTRE BARRAS

El contacto entre barras es la conexión que existe entre cada superficie de las barras que se interconectan entre si. La calidad de un contacto entre barras es primordial para evitar recalentamientos por el pase de intensidad por ellos. Un buen contacto eléctrico depende de los siguientes factores:

Condiciones de la superficie de contacto.

Las superficies de contacto entre la barras debe ser lisas o planas, pero no pulidas, la resistencia de contacto es despreciable si ambas caras de contacto presentan una cierta rugosidad. Esto permite que los óxidos se presionen más fácilmente. Recuerde siempre limpiar las superficies de contacto antes de una conexión, de manera que estén libres de óxidos, grasas o cualquier otra impureza.

NUMERO DE CATALOGO	MODELO MODEL	ANCHO WIDTH		ESPESOR THICKNESS		LONGITUD LENGTH	
		mm	IN	mm	IN	M	FT
BA01C1203	12x3	12	1/2	3	1/8	4	13,1
BA01C2503	25x3	25	1	3	1/8	4	13,1
BA01C2505	25x5	25	1	5	3/16	4	13,1
BA01C3005	30x5	30	1 1/2	5	1/5	4	13,1
BA01C3010	30x10	30	1 1/2	10	6/16	4	13,1
BA01C4005	40x5	40	1 4/7	5	1/5	4	13,1
BA01C4010	40x10	40	1 4/7	10	6/16	4	13,1
BA01C5005	50x5	50	2	5	1/5	4	13,1
BA01C5010	50x10	50	2	10	6/16	4	13,1
BA01C6005	60x5	60	2 1/3	5	1/5	4	13,1
BA01C6010	60x10	60	2 1/3	10	6/16	4	13,1
BA01C8010	80x10	80	3 1/7	10	3/8	4	13,1
BA01C0006	100x10	100	4	6	4/16	4	13,1
BA01C1000	100x6	100	4	10	3/8	4	13,1



GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS
PERIMETER BUS SYSTEEM
Superficie de contacto.

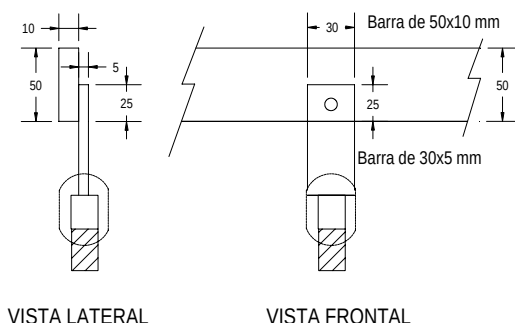
Para que en la superficie o área de contacto (A_c) donde se produce el solapado (S) de las barras se el mas optimo, este deberá ser como mínimo unas cinco veces el espesor de la barra mas delgada. En forma cuantitativa lo expresamos con la siguiente formula:

$$A_c = S \times W$$

Donde

A_c es la superficie de contacto entre barras
 S es el largo del solape entre barras
 W es el ancho de la barra menos ancha

Como ejemplo de aplicación imaginemos empalmar una barra de 50x10 mm con otra de 30x5 mm, tal como se observa en la figura de abajo



En la figura se puede apreciar que como la barra menos ancha es la de 30x5 mm, esto implica que la superficie de contacto entre barras debe ser por lo menos cinco veces el espesor de 5 mm, es decir 25 mm de solape por el ancho de la barra menos ancha, en este caso 30 mm, de donde se obtiene aplicando la formula anterior:

$$A_c = 25 \text{ mm} \times 30 \text{ mm} = 750 \text{ mm}^2$$

Fuerza de apriete para un buen contacto.

La fuerza de apriete (F_a) que se debe aplicar entre las barras para obtener un buen contacto eléctrico, es directamente proporcional a la superficie de contacto (A_c) y a un valor predeterminado $K=2,5 \text{ daN/mm}^2$, para detalles ver la grafica siguiente.

GRAFICA FUERZA DE APRIETE
CONTACTO DE BARRAS



La formula que representa esta aplicación es:

$$F_a = K \times A_c$$

Donde

F_a es la fuerza de apriete necesaria
 K es la constante predeterminada
 A_c es la superficie de contacto entre barras

Torque de apriete para un buen contacto.

La palabra torque viene del latín y significa retorcer, su interpretación física corresponde a la aplicación de una fuerza que produce rotación. La función práctica del torque está en socar el tornillo con una tensión superior a cualquier otra fuerza externa que busque aflojarlo. Por esta razón el torque es fundamental para el uso adecuado de los tornillos. También recibe el nombre de torque de apriete o par de apriete. Las unidades de torque pueden estar en: Newton-metro, pielbra y kilogramos-metro, también pueden usarse en unidades derivadas de las anteriores.

Si bien un tornillo no es lo que normalmente identificamos como un resorte, en la práctica tienen comportamientos similares. Cuando está con su apriete recomendado se encuentra en fase elástica. Es decir, si lo soltamos, debiera disminuir su longitud. Un tornillo que ha sido apretado más allá de lo recomendado, supera su rango de elasticidad y se alarga definitivamente, impidiendo que la tensión que ejerce entre las piezas sea la adecuada. Un perno suelto es tan inapropiado como un perno alargado.

El torque de apriete o par que se le debe aplicar a la tortillería generalmente es suministrado por los fabricantes de pernos. Cada fabricante indica en sus manuales como realizar esta operación. Sin embargo, cuando no está disponible dicha información se recurre primeramente a identificar la clase del tornillo y luego a dar apriete según la tabla universal de torque. En la tabla a continuación se observa el torque o par en función del tornillo.

TORQUE DE APRIETE DE TORNILLERIA

Grados		2	2	5	5	8	8
Diámetro pulgadas	Hilos por pulgada	Seco	con aceite	Seco	con aceite	Seco	con aceite
1/4	20	4	3	8	6	12	9
1/4	28	6	4	10	7	14	10
5/16	18	9	7	17	13	25	18
5/16	24	12	9	19	14	29	20
3/8	16	16	12	30	23	45	35
3/8	24	22	16	35	25	50	40
7/16	14	24	17	50	35	70	55
7/16	20	34	26	55	40	80	60
1/2	13	38	31	75	55	110	80
1/2	20	52	42	90	65	120	90
9/16	12	52	42	110	80	150	110
9/16	18	71	57	120	90	170	130
5/8	11	98	78	150	110	220	170
5/8	18	115	93	180	130	240	180
3/4	10	157	121	260	200	380	280
3/4	16	180	133	300	220	420	320

CONEXIONES ELECTRICAS GEDIWELD

SISTEMA DE BARRADO PERIMETRAL

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS

PERIMETER BUS SYSTEEM

Recuerde que el par o torque es infringido a los pernos con el empleo de una llave dinamométrica o de torque la cual es específica para estos fines. Existen diversos tipos: mecánicas, hidráulicas y neumáticas.

Consideraciones que son comunes a todas las marcas:

- ☐ Los pernos y los hilos del bloque deben estar secos y limpios.
- ☐ Nunca se da apriete total inmediato. Lo recomendado es aplicar el torque paulatinamente en 3 etapas. Las 2 primeras etapas de se denominan precarga de pernos.
- ☐ El apriete de las placas tiene una secuencia lógica que si no es especificada en el manual, consiste en iniciar la operación en los pernos en forma diagonal.

TABLA IDENTIFICACION DE TORNILLOS

Grado de Dureza				
	SAE 2	SAE 5	SAE 7	SAE 8
MARCAS	Sin marcas	3 Líneas	5 Líneas	6 Líneas
Material	Acero al carbono	Acero al carbono	Acero al carbono templado	Acero al carbono templado
Capacidad de Tensión Mínima	74 libras por pulgada	120 libras por pulgada	133 libras por pulgada	150 libras por pulgada

Variaciones del Torque

En la tabla siguiente se clasifica las condiciones en que se puede encontrar la tortillería para el momento de su apernado. En ella se indica el apriete que se debe aplicar según el tipo de tornillo y la condición de lubricación.

VARIACIONES DEL PAR DE APRIETE

Tipo de Perno	Variación del Torque
Corriente Lubricado con Aceite	Reducir 15 a 25%
Corriente con grasa	Reducir 50%
Cromado Lubricado	Sin Cambio
Plateado Cadmio Lubricado	Reducir 25%
Plateado Zinc Lubricado	Reducir 15%

Empalmes de barras de cobre.

Existen varias maneras de empalmar las barras de cobre, entre las que se encuentran el uso de pernos, placas o petacas y soldadura exotérmica. En Gedisa encontrara todos los métodos antes mencionados que le permitan elegir e más adecuado a su requerimiento.

Empalme mediante placas o petacas

Los empalmes mediante placas o petacas son realizadas sin necesidad de perforar las barras, las placa están diseñadas para suministrar una capacidad de presión en función de las barras a empalmar. Normalmente estas placas son de forma cuadrada con perforaciones pasantes en los cuatro vértices, su diseño mecánico garantiza rigidez y presión constante de contacto.

En las figuras a continuación se aprecian algunas aplicaciones donde se observan placas de empalme de barras de cobre realizando uniones de barras en sistemas en posición vertical o horizontal, barras de diferentes anchos o e igual ancho, d alta o baja capacidad de corriente, de uniones de barras para mayas de tierra en falsos pisos, entre otras.



Imagen de unión de barras de cobre con anchos diferentes



Imagen de unión de barras de cobre de alta intensidad



Imagen de unión de barras de cobre en tableros eléctricos



Imagen de unión de barras de cobre en mayas de aterramiento

CONEXIONES ELECTRICAS GEDIWELD

SISTEMA DE BARRADO PERIMETRAL

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS

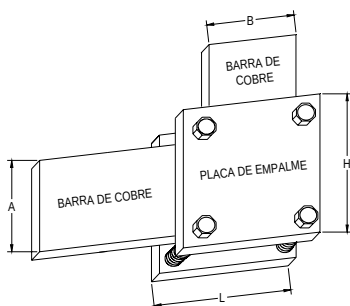
PERIMETER BUS SYSTEEM

Selección de la placa de empalme.

Para la selección de la placa de empalme se deben tener presente la corriente que fluirá por las barras y los anchos de las barras a empalmar. En la tabla siguiente se indican las dimensiones de las placas o petacas, así como las medidas de los anchos de las barras que pueden unir.

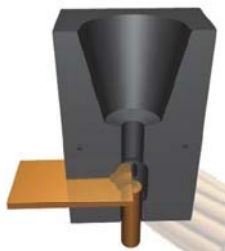
PLACA DE EMPALME PARA BARRAS DE COBRE							
CODIGO	MODELO	A	B	C	D	tornillo	PAR
PTPA04030	PA04030	40	30	65	55	1/4"	1
PTPA05030	PA05030	50	30	75	55	1/4"	1
PTPA05050	PA05050	50	50	75	55	5/16"	1
PTPA06040	PA06040	60	40	75	55	5/16"	1
PTPA06060	PA06060	60	60	75	55	5/16"	1
PTPA08040	PA08040	80	40	75	55	5/16"	1
PTPA08060	PA08060	80	60	75	55	5/16"	1
PTPA08080	PA08080	80	80	75	55	3/8"	1
PTPA10040	PA10040	100	40	75	55	3/8"	1
PTPA10060	PA10060	100	60	75	55	3/8"	1
PTPA10080	PA10080	100	80	75	55	3/8"	1

Es importante resaltar que las dimensiones internas de las placas por donde pueden pasar o atravesar las barras a empalmar no necesariamente se deben seguir estrictamente, es decir, barras de anchos mas pequeños a las medidas indicadas pueden ser empalmadas. En la figura de abajo se observa una placa de empalme de barras de cobre realizando una unión entre barras en posición horizontal, en ella se aprecia las cotas dimensionales típicas de una placa referidas a la tabla anterior.



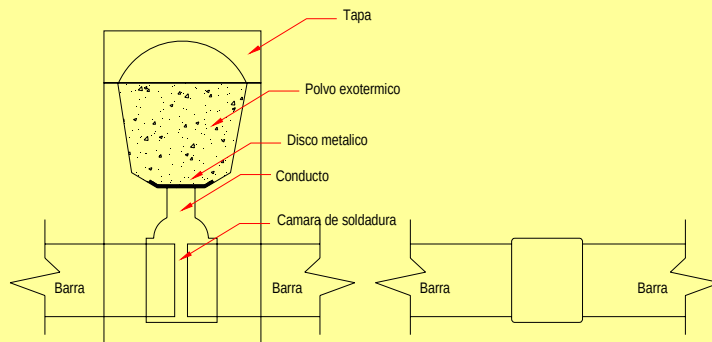
Empalme de barras de cobre mediante soldadura exotérmica.

Otra manera de empalmar barras de cobre es a través de soldadura exotérmica, esta es la forma más confiable de realizar empalmes de barras. Para los sistemas de barrado perimetral para sistemas de aterramiento, los empalmes mediante soldadura exotérmica son los empleados debido a su garantizada unión segura e ininterrumpible. La figura de abajo ilustra un molde de grafito para empalmes de barras.



EMPALME HORIZONTAL LINEAL DE BARRAS

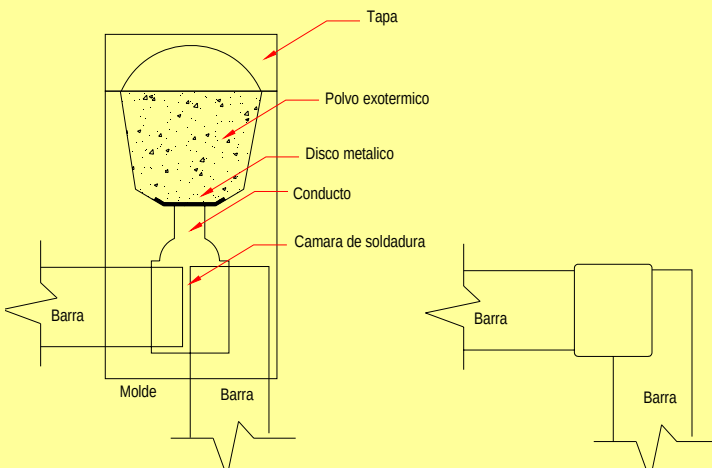
El empalme de barras a través de soldadura exotérmica, es realizado empleando el molde diseñado para tal fin en conjunto con el cartucho asociado a las dimensiones de las barras a unir. Recuerde que las barras en la superficie de unión deben estar bien limpias, libres de grasas o cualquier impureza. En la figura siguiente se aprecia la forma del molde para empalmar barras de cobre colocadas de canto en forma horizontal y como quedarían empalmadas tras la fusión.



CODIGO	MOLDE	BARRA	Cartucho	GRUPO	ALICATE
PTBBL3005	BBL3005	30X5	115	3	Z-201
PTBBL3010	BBL3010	30X10	250	3	Z-201
PTBBL4005	BBL4005	40X5	150	3	Z-201
PTBBL4010	BBL4010	40X10	250	3	Z-201
PTBBL5005	BBL5005	50X5	200	3	Z-201
PTBBL5010	BBL5010	50X10	2X150	3	Z-201
PTBBL6005	BBL6005	60X5	2X200	3	Z-201
PTBBL6010	BBL6010	60X10	2X150	3	Z-201
PTBBL8010	BBL8010	80X10	500	3	Z-201
PTBBL10006	BBL10006	100X6	500	3	Z-201
PTBBL10010	BBL10010	100X10	3X200	3	Z-201

EMPALME VERTICAL EN ANGULO RECTO DE BARRAS

En la figura siguiente se aprecia la forma del molde para empalmar barras de cobre colocadas de canto en forma horizontal a otra en forma vertical formando un ángulo recto y como quedarían empalmadas tras la fusión. Recuerde que las barras en la superficie de unión deben estar bien limpias, libres de grasas o cualquier impureza.



CONEXIONES ELECTRICAS GEDIWELD

SISTEMA DE BARRADO PERIMETRAL

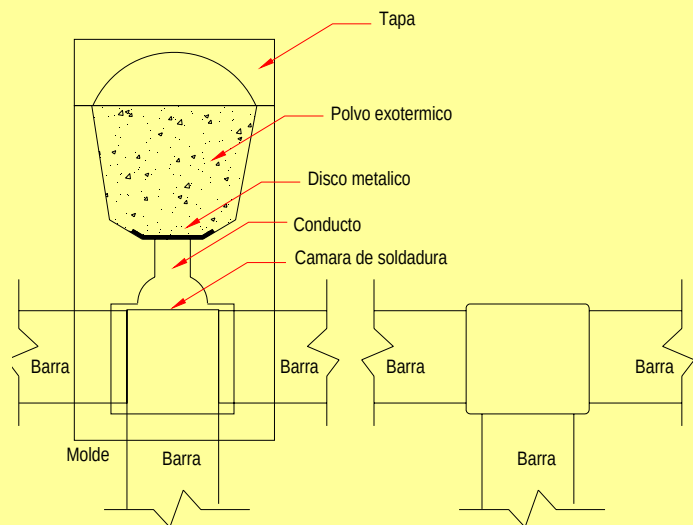
GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS

PERIMETER BUS SYSTEEM

CODIGO	MOLDE	BARRA	Cartucho	GRUPO	ALICATE
PTBBC3005	BBC3005	30X5	115	3	Z-201
PTBBC3010	BBC3010	30X10	250	3	Z-201
PTBBC4005	BBC4005	40X5	150	3	Z-201
PTBBC4010	BBC4010	40X10	250	3	Z-201
PTBBC5005	BBC5005	50X5	200	3	Z-201
PTBBC5010	BBC5010	50X10	2X150	3	Z-201
PTBBC6005	BBC6005	60X5	2X200	3	Z-201
PTBBC6010	BBC6010	60X10	2X150	3	Z-201
PTBBC8010	BBC8010	80X10	500	3	Z-201
PTBBC10006	BBC10006	100X6	500	3	Z-201
PTBBC10010	BBC10010	100X10	3X200	3	Z-201

EMPALME VERTICAL DE BARRAS EN TEE

En la figura siguiente se aprecia la forma del molde para empalmar barras de cobre colocadas de canto en forma horizontal a otra en forma vertical formando una tee y como quedarían empalmadas tras la fusión. Recuerde que las barras en la superficie de unión deben estar bien limpias, libres de grasas o cualquier impureza.



CODIGO	MOLDE	BARRA	Cartucho	GRUPO	ALICATE
PTBBT3005	BBT3005	30X5	200	3	Z-201
PTBBT3010	BBT3010	30X10	250	3	Z-201
PTBBT4005	BBT4005	40X5	250	3	Z-201
PTBBT4010	BBT4010	40X10	2X200	3	Z-201
PTBBT5005	BBT5005	50X5	2X200	3	Z-201
PTBBT5010	BBT5010	50X10	500	3	Z-201
PTBBT6005	BBT6005	60X5	2X200	3	Z-201
PTBBT6010	BBT6010	60X10	500	3	Z-201

SISTEMAS DE BARRAS PERIMETRALES

La barra perimetral esta fabricada de cobre electrolítico de alta pureza, su presentación es en segmentos de 4 metros, posee perforaciones en el centro de su ancho de 7/16" a todo lo largo y estos huecos están distanciados cada 80 cms. En sus extremos se dispone e orificios para su empalme a la barra siguiente.

Estas barras están sujetas a través de aisladores de poliéster reforzado con fibra de vidrio, con lo cual no se permite que exista continuidad eléctrica entre ella y el soporte al cual van sujetos. Los aisladores son colocados en cada extremo y fijados tanto a la barra como al soporte mediante tortillería electrogalvanizada o de acero inoxidable según sea el requerimiento.

AISLADORES PARA BARRAS

- ☐ Elaborados poliéster reforzado con fibra de vidrio.
- ☐ Manufacturado con material retardante a la llama.
- ☐ Material de color rojo.
- ☐ Para uso interior aislamiento 600 voltios.
- ☐ Altura mínima de 30 mm.

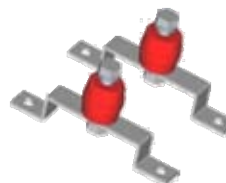


AISLADORES PARA BARRAS			
CODIGO	MODELO	ALTURA	ROSCA
AI01A0007	EL35S	32	M8
AI01A0008	EL35A	35	M8
AI01A0009	EL40A	40	M8

SOPORTE PARA BARRAS

- ☐ Manufacturado con pletina de 4 mm de espesor de aluminio o de hierro, para el hierro posteriormente galvanizadas en caliente.
- ☐ Perforaciones para la fijación a pared con huecos de 10 mm

SOPORTE PARA BARRAS			
CODIGO	MODELO	MATERIAL	HUECOS
PTSBE0A01	SBEA01	Aluminio	1
PTSBE0H01	SBEH01	Hierro galvanizado	1

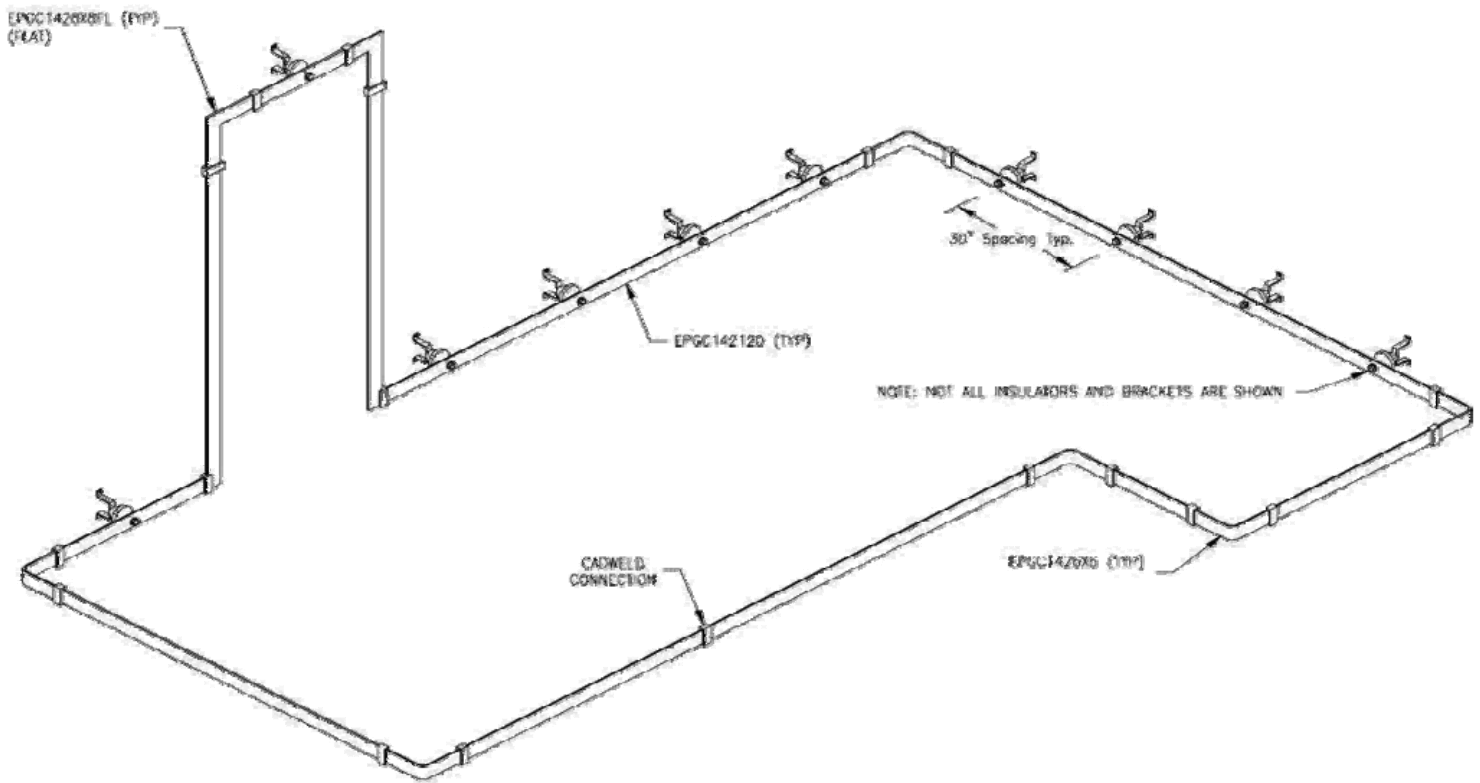


GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS

PERIMETER BUS SYSTEM

NUMERO DE CATALOGO	MODELO MODEL	ANCHO WIDTH		ESPESOR THICKNESS		LONGITUD LENGTH		HUECOS HOLES 7/16"	PERIMETER GROUND BUS
		mm	IN	mm	IN	M	IN		
PTBLC2503	BL25X3	25	1	3	2/16	3	120	5	
PTBLC2505	BL25X5	25	1	5	1/5	3	120	5	
PTBLC5005	BL50X5	50	2	5	3/16	3	120	5	
PTBLC5010	BL50X10	50	2	6	3/8	3	120	5	
PTBLC6005	BL60X5	60	2 1/3	6	4/16	3	120	5	
PTBLC0006	BL100X6	100	4	6	1/4	3	120	5	

NUMERO DE CATALOGO	MODELO MODEL	ANCHO WIDTH		ESPESOR THICKNESS		LONGITUD LENGTH		ANGULO ANGLE	ANGLE FOR WALL
		mm	IN	mm	IN	mm	IN		
PTBCC2503	BC25X3	25	1	3	2/16	150	6	90	
PTBCC2505	BC25X5	25	1	5	1/5	150	6	90	
PTBCC5005	BC50X5	50	2	5	3/16	150	6	90	
PTBCC5010	BC50X10	50	2	6	3/8	150	6	90	
PTBCC6005	BC60X5	60	2 1/3	6	4/16	150	6	90	
PTBCC0006	BC100X6	100	4	6	1/4	150	6	90	



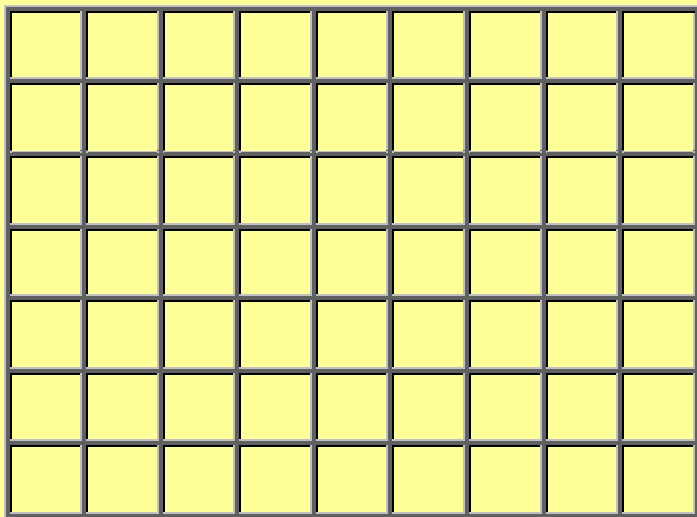
MALLA PARA PUESTA A TIERRA

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS PREFABRICATED WIRE MESH

MALLAS DE PUESTA A TIERRA

La malla prefabricada de alambre GEDIWELD es el método más eficaz y simple de mejorar los sistemas de puesta a tierra en plantas donde grandes extensiones requieran puesta a tierra. Se emplean específicamente cuando el objetivo principal de la puesta a tierra es mantener un control de potenciales en la superficie del terreno, con un bajo valor de resistencia. Es decir, se usan para graduar potenciales y para no permitir el paso de niveles de corriente de falla significativos.

La malla de puesta a tierra de los sistemas para aterramiento GEDIWELD es un reticulado formado por conductores horizontales y perpendiculares espaciados de manera uniforme, son confeccionadas bien sea con alambre de cobre sólido o con alambre de acero revestido con una capa de cobre. Por su composición, estas mallas aseguran un buen desempeño contra la corrosión y poseen una excelente rigidez. Cuando son fabricadas de alambre de cobre, todos los empalmes son soldados y plateados para asegurar una excelente continuidad eléctrica. El calibre de los conductores empleados en su confección van desde el calibre # 6 AWG hasta el # 10 AWG y la trama o espacio normal entre conductores es 100 mm, 150 mm, 200 mm, 300 mm y 600 mm.



Se comercializan en longitudes de 2,4 metros de ancho por un largo que va en función de su peso y están provistas de accesorios que facilitan su instalación.

REQUISITOS DE UNA MALLA A TIERRA

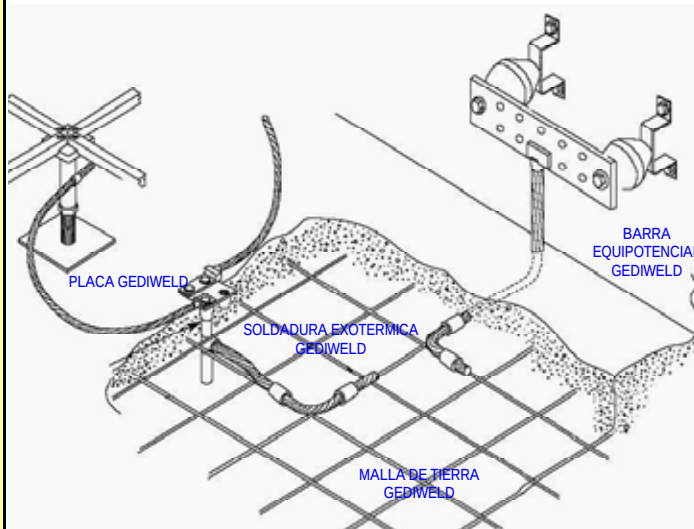
Los requisitos que debe cumplir una malla de puesta a tierra son los siguientes:

- ☐ Debe tener una resistencia tal, que el sistema se considere sólidamente puesto a tierra.
- ☐ La variación de la resistencia, debido a cambios ambientales, debe ser despreciable de manera que la corriente de falla a tierra, en cualquier momento, sea capaz de producir el disparo de las protecciones.

- ☐ Impedancia de onda de valor bajo para fácil paso de las descargas atmosféricas.
- ☐ Debe conducir las corrientes de falla sin provocar gradientes de potencial peligrosos entre sus puntos vecinos.
- ☐ Al pasar la corriente de falla durante el tiempo máximo establecido de falla, (es decir disparo de respaldo), no debe haber calentamientos excesivos.
- ☐ Debe ser resistente a la corrosión.

Uso de conexiones exotérmicas:

Para el empalme de la malla con conductores u otros elementos de los sistemas para puesta a tierra GEDIWELD, se pueden utilizar conexiones exotérmicas o grapas diseñadas para tal fin en mallas. No obstante, la soldadura exotérmica proporciona un contacto perfecto entre el punto de la malla conectado y el resto del sistema de puesta a tierra. Las conexiones exotérmicas garantizan un excelente empalme eliminando cualquier resistencia por un contacto defectuoso, que puede ser ocasionado por la película de óxido que se forma normalmente al paso del tiempo al emplear conectores mecánicos.



APLICACIONES

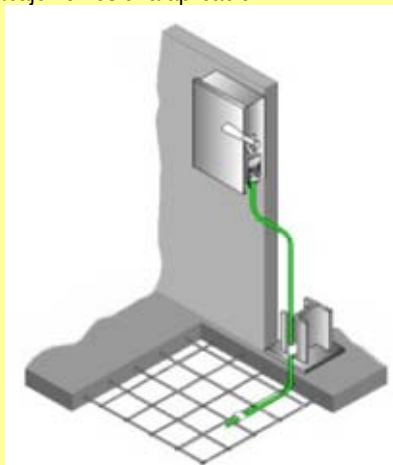
Las mallas de puesta a tierra son utilizadas en una palabra, en todos aquellos lugares donde se necesitan puestas a tierras seguras, eficaces y de larga duración.

- ☐ En sistemas de puesta a tierra de plantas generadoras alta tensión.
- ☐ Sistema de disparos de sobretensiones
- ☐ Sistemas de protección contra corrientes transitorias.
- ☐ Sistemas de puesta a tierra en torres de telecomunicaciones, antenas de transmisión de microondas.
- ☐ Sistemas de puesta a tierra en subestaciones.
- ☐ Sistemas de puesta a tierra de centros de procesamiento de data.
- ☐ Sistemas de puesta a tierra de refinerías
- ☐ Sistemas de puesta a tierra de petroquímicas
- ☐ Sistemas de puesta a tierra de empresas manufactureras
- ☐ Sistemas de puesta a tierra de empresas de industria y comercio

MAILLA PARA PUESTA A TIERRA

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS PREFABRICATED WIRE MESH

La malla del alambre prefabricado conectada a tierra es el medio mas conveniente, eficaz y económico de conectar con tierra y mejorar los sistemas en medios donde se requieren las heces es del área grandes. En la figura de abajo vemos una aplicación.

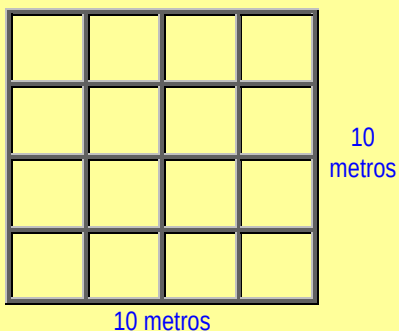


CÁLCULO DE UNA MALLA A TIERRA

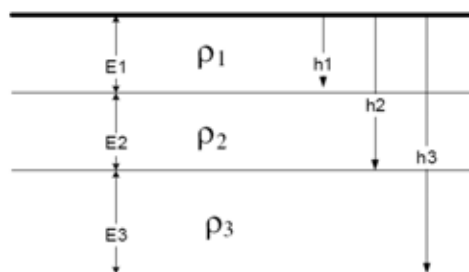
A continuación desarrollaremos el cálculo básico de una mala de tierra, para ello previamente se deben conocer los siguientes parámetros:

- ❑ Información del alimentador y de la Red Eléctrica. Para una determinada corriente de cortocircuito y además los tiempos de despeje de falla, de acuerdo a la protección a utilizar.
- ❑ Tener la información del terreno a través del ensayo geoelectrico de tipo "Schlumberger" para obtener la resistividad de las distintas capas que conforman el terreno ($\Omega - m$) y su profundidad.
- ❑ Posteriormente con las curvas patrón, tener el valor de la resistividad de cada capa de terreno y la profundidad en metros de cada una. Para proceder a determinar una resistividad equivalente del terreno en ($\Omega - m$).
- ❑ La resistividad equivalente se obtiene por un método analítico, el cual se basa en reducir un terreno multiestratificado, a un modelo equivalente de una sola resistividad (ρ_{eq}) y que represente al anterior.

Imaginemos una malla con las dimensiones de la figura, la cual está a una profundidad de unos 50 cmts.



El estrato del terreno seria como se observa en la figura de abajo.



De donde tenemos los datos siguientes:

$$\begin{aligned}\rho_1 &= 500 & E_1 &= 0,2 \text{ m} \\ \rho_2 &= 3000 & E_2 &= 0,8 \text{ m} \\ \rho_3 &= 300 & E_3 &= \infty\end{aligned}$$

Como se puede deducir

$$\begin{aligned}h_1 &= E_1 \\ h_2 &= E_1 + E_2 \\ h_3 &= E_1 + E_2 + E_3\end{aligned}$$

Del siguiente postulado

$$r = \sqrt{\frac{S}{\pi}} \quad \text{Ec. 1}$$

$$q_o^2 = 2 r (r + b)$$

$$r_o^2 = r^2 - b^2$$

$$x = 4 q_o^2 r_o^2$$

Para la capa i se tiene:

$$V_i^2 = \frac{1}{2} \left[\left[q_o^2 + r_o^2 + h_i^2 \right] - \sqrt{\left(q_o^2 + r_o^2 + h_i^2 \right)^2 - x} \right] \quad \text{Ec. 2}$$

$$F_i = \sqrt{1 - \frac{V_i^2}{r_o^2}} \quad \text{Ec. 3}$$

Donde:

S es el área que cubre la malla, en metros cuadrados

r es el radio de la malla equivalente circular.

b es la profundidad a la que esta enterrada la malla

h_i es la profundidad desde la superficie hasta el final del estrato i esta expresada en metros

$$\rho_{eq (1-N)} = \frac{F_N}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{\rho_i} (F_i - F_{i-1})} \quad \text{Ec. 4}$$

F_N = 1

F_i Parámetros en función de las dimensiones de la puesta a tierra, profundidad de los elementos y profundidad de los diferentes estratos.

MAILLA PARA PUESTA A TIERRA

GEDIWELD ELECTRICAL CONNECTIONS PREFABRICATED WIRE MESH

Cálculo de la resistividad equivalente

Para la malla en cuestión la superficie que abarca es $S = (10 \text{ m})^2$ es decir, 100 m^2

Hallamos r a través de la ecuación 1 (Ec. 1)

$$r = \sqrt{(100/\pi)} = 5,64 \text{ m}$$

$$q_0^2 = 2r(r + b) \quad q_0^2 = 2 \times 5,64 \times (5,64 + 0,5) = 69,26$$

$$r_0^2 = r^2 - b^2 \quad r_0^2 = (5,64)^2 - (0,5)^2 = 31,56$$

$$X = 4 q_0^2 r_0^2 \quad X = 4 \times 69,26 \times 31,56 = 8.743,38$$

De acuerdo a los datos suministrados

$$h_1 = E_1 = 0,2 \text{ m}$$

$$h_2 = E_1 + E_2 = 0,2 + 0,8 = 1,00 \text{ m}$$

$$h_3 = \infty$$

Realizamos los cálculos para $i = 1$ de donde obtenemos aplicando la ecuación 2 (Ec. 2)

$$V_1^2 = \frac{1}{2} [(69,26 + 31,56 + 0,04) \sqrt{(69,26 + 31,56 + 0,04)^2 - 8.743,38}]$$

$$V_1^2 = 12,62$$

Luego de la ecuación 3 (Ec. 3)

$$F_1 = \sqrt{1 - (12,62 / 31,56)} \quad F_1 = 0,77$$

Operando de la misma forma para $i = 2$ donde $h_2 = 1,00$

$$V_2^2 = \frac{1}{2} [(69,26 + 31,56 + 1) \sqrt{(69,26 + 31,56 + 1)^2 - 8.743,38}]$$

$$V_2^2 = 10,61$$

Luego de la ecuación 3 (Ec. 3)

$$F_2 = \sqrt{1 - (10,61 / 31,56)} \quad F_2 = 0,81$$

Para $i = 3$ debido a que el suelo posee tres capas la $F_3^2 = 1$

Teniendo todos los valores necesarios podemos calcular la resistividad equivalente según:

$$\rho_{eq} = \frac{1}{\frac{F_1}{\rho_1} + \frac{F_2 - F_1}{\rho_2} + \frac{F_3 - F_2}{\rho_3}}$$

Sustituyendo por valores

$$\rho_{eq} = \frac{1}{\frac{0,77}{500} + \frac{0,81 - 0,77}{3000} + \frac{1 - 0,81}{300}}$$

$$\rho_{eq} = 457,32 \text{ ohm} \cdot \text{metro}$$

METODO DE SCHWARZ

Schwarz dedujo fórmulas que podemos aplicar para realizar el cálculo aproximado de la resistencia de mallas con conformación reticulada para puesta a tierra. Las mismas son:

$$\text{Ec. 5} \quad R_{\text{malla}} = \frac{\rho_{eq}}{\pi L t} \left[L n \frac{2 \cdot L t}{\sqrt{h} \cdot d} + K_1 \frac{L t}{\sqrt{S}} - K_2 \right] (\Omega)$$

$$\text{Ec. 6} \quad K_1 = 1,43 - 2,3 \frac{h}{\sqrt{S}} - 0,044 \frac{A}{B}$$

$$\text{Ec. 7} \quad K_2 = 5,5 - 8 \frac{h}{\sqrt{S}} + \left(0,15 - \frac{h}{\sqrt{S}} \right) * \frac{A}{B}$$

De donde:

ρ_{eq} = Resistividad equivalente del terreno en Ohm-m

$L t$ = Longitud total del conductor del reticulado en metros.

d = Diámetro del conductor en metros.

A = Lado mayor de la malla en metros.

B = Lado menor de la malla en metros.

K_1 y K_2 = Coeficiente que dependen de la configuración de la malla.

Cálculo de la resistencia de malla

Para ilustrar este ejemplo de calculo supondremos que la malla esta fabricada o conformada por conductores calibre # 2 AWG de sección $33,62 \text{ mm}^2$ y con diámetro nominal de $6,54 \text{ mm}$ lo que equivale a $0,00654$ metros.

Para comenzar nuestra tarea necesitamos primero calcular los valores de K_1 y K_2 . Para ello realizamos los cálculos aplicando la ecuación 6 y 7 (Ec. 6 y Ec. 7)

$$K_1 = 1,43 - \frac{2,3 \times 0,5}{\sqrt{100}} - \frac{0,044 \times 10}{10}$$

De donde obtenemos que $K_1 = 0,24$

$$K_2 = 5,5 - \frac{8 \times 0,5}{\sqrt{100}} + \left(0,15 - \frac{0,5}{\sqrt{100}} \right) \times \frac{10}{10}$$

De donde obtenemos que $K_2 = 5,2$

Obtenidos los valores de K_1 y K_2 aplicamos la ecuación 5 (Ec. 5) para obtener la R_{malla}

De donde se tiene

$$R_{\text{malla}} = \frac{457,32}{3,14 \times 100} \left[L n \frac{2 \times 100}{0,5 \times 0,00654} + 0,24 \frac{100}{\sqrt{100}} - 5,2 \right]$$

$$R_{\text{malla}} = 11,88 \text{ ohm}$$



APENDICES



OTRA REPRESENTACION EXCLUSIVA



BORNES DE CONEXIÓN MORDAZA-MORDAZA

BORNES DE SEGURIDAD AUMENTADA EEx

BORNES PARA TERMOPARES

BORNES DE DOBLE PISO

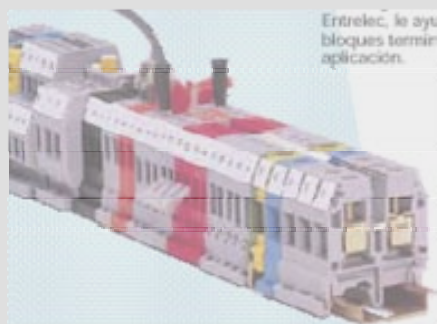
BORNES SECCIONABLES

BORNES PORTAFUSIBLES

BORNES DE POTENCIA

ACCESORIOS

CAJAS DE PRUEBA PARA TENSION Y CORRIENTE



SOLICITE SU CATALOGO DE BORNES Y ACCESORIOS
ENTRELEC

CONTENIDO

Apéndice A, Extracto del artículo 250 del CEN.

Este apéndice proporciona la información contenida en el código eléctrico nacional referente a los sistemas de puesta a tierra.

Apéndice B, Tabla secciones de conductores.

Este apéndice contiene una tabla con las secciones de cables en MCM y AWG

Apéndice C, Tabla de equivalencias entre secciones de conductores

Este apéndice contiene una tabla comparativa y de equivalencia en unidades de pulgadas, milímetros y convenciones de las secciones de conductores.

Apéndice D, Tabla de conversiones métricas

Este apéndice contiene los parámetros para realizar las conversiones de unidades para facilitar los cálculos cuando se disponga de datos en unidades diferentes.

Apéndice E, Tablas de características de cables.

Este apéndice recopila siete tablas que contienen características de los cables monopolares y multiconductores que permiten tener una rápida información de los diámetros, áreas, pesos y otros.

Apéndice F, Tabla Carga continua de barras de cobre electrolítico

Este apéndice contiene la tabla con las distintas dimensiones de barras comercializadas por GEDISA, en la cual se indican las características físicas y sus capacidades de corrientes en función de la cantidad de barras por cada arreglo.

Glosario de términos

**CODIGO ELECTRICO NACIONAL
C.E.N COVENIN 200****EXTRACTO DE ARTICULOS DE LA SECCION 250****B. Puesta a tierra de circuitos y sistemas eléctricos**

250-5. Circuitos y sistemas de c.a. que se deben poner a tierra. Los circuitos y sistemas de c.a. se deben poner a tierra, según se establece en los siguientes incisos:

NOTA: Un ejemplo de sistema que se puede poner a tierra es un transformador en delta con conexiones en un vértice. Para el conductor que se debe poner a tierra, véase 250-25 (4).

a) Circuitos de c.a. de menos de 50 V. Los circuitos de c.a. de menos de 50 V se deben poner a tierra en cualquiera de las siguientes circunstancias:

1) Cuando estén alimentados por transformadores, si el sistema de suministro del transformador excede de 150 V a tierra.

2) Cuando estén alimentados por transformadores si el sistema que alimenta al transformador no está puesto a tierra.

3) Cuando estén instalados como conductores aéreos fuera de los inmuebles.

b) Sistemas de c.a. de 50 a 1000 V. Los sistemas de c.a. de 50 a 1000 V que suministren energía a instalaciones y a sistemas de alambrado de usuarios, deben estar puestos a tierra en cualquiera de las siguientes circunstancias:

1) Cuando el sistema puede ser puesto a tierra de modo que la tensión eléctrica máxima a tierra de los conductores no-puestos a tierra no exceda 150 V.

2) Cuando en un sistema de tres fases y cuatro conductores conectado en estrella el neutro se utilice como conductor del circuito.

3) Cuando en un sistema de tres fases y cuatro conductores conectado en delta el punto medio del devanado de una fase se utilice como conductor del circuito.

4) Cuando un conductor de acometida puesto a tierra no esté aislado, según las excepciones de 230-22, 230-30 y 230-41.

Excepción 1: Los sistemas eléctricos usados exclusivamente para suministrar energía a hornos eléctricos industriales para fundición, refinado, templado y usos similares.

Excepción 2: Los sistemas derivados independientes utilizados exclusivamente para rectificadores que alimenten sólo a motores industriales de velocidad variable.

Excepción 3: Eléctrica nominal del primario sea inferior a 1000 V, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

a. Que el sistema se use exclusivamente para circuitos de control.

b. Que las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personas calificadas atienden la instalación.

c. Que haya continuidad de la energía en el control.

d. Se instalan detectores de falla a tierra en el sistema de control.

Excepción 4: Los sistemas aislados, tal como lo permiten los Artículos 517 y 668.

NOTA: El uso de detectores adecuados de tierra en instalaciones sin aterrizar, puede ofrecer mayor protección.

Excepción 5: Los sistemas con neutro a tierra a través de una alta impedancia en el que la impedancia a tierra, generalmente una resistencia, limite al mínimo el valor de la corriente eléctrica de falla a tierra. Se permiten sistemas con neutro a tierra a través de una alta impedancia en instalaciones trifásicas de c.a. de 480 a 1000 V, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

a. Que las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personas calificadas atienden la instalación.

b. Que se requiera continuidad en la energía.

c. Que se instalen detectores de falla a tierra en el sistema.

d. Que el sistema no alimente cargas de línea a neutro.

c) Sistemas c.a. de 1 kV y más. Los sistemas de c.a. que suministren energía a equipos móviles o portátiles, se deben poner a tierra como se especifica en 250-154. Si suministra energía a otros equipos que no sean portátiles, se permite que tales sistemas se pongan a tierra. Cuando esos sistemas estén puestos a tierra, deben cumplir las disposiciones de este Artículo que les sean aplicables.

d) Sistemas derivados separadamente. Un sistema de alambrado de usuario cuya alimentación se deriva de los devanados de un generador, transformador o convertidor y no tenga conexión eléctrica directa, incluyendo un conductor del circuito sólidamente puesto a tierra, para alimentar conductores que se originan en otro sistema, sí se debe poner a tierra según lo anteriormente indicado en (a) o (b). Se debe poner a tierra como se indica en 250-26.

NOTA 1: Una fuente alterna de energía de c.a., por ejemplo un generador, no es un sistema derivado separadamente si el neutro está sólidamente interconectado al neutro de la instalación que parte de una acometida.

NOTA 2: Para los sistemas que no son derivados separadamente y que no se exige que estén puestos a tierra como se especifica en 250-26, véase en 445-5 el tamaño nominal mínimo de los conductores que deben transportar la corriente eléctrica de falla.

C. Ubicación de las conexiones de puesta a tierra de los sistemas

250-21. Corrientes eléctricas indeseables en los conductores de puesta a tierra

a) Arreglo del sistema para evitar corrientes eléctricas indeseables. La puesta a tierra de sistemas eléctricos, conductores de circuitos, apartarrays y partes conductoras de equipo y materiales normalmente sin energía, se debe hacer y disponer de modo que se evite el flujo de corrientes eléctricas indeseables por los conductores de puesta a tierra o por la trayectoria de puesta a tierra.

b) Modificaciones para evitar corrientes eléctricas indeseables. Si la instalación de varias conexiones de tierra produce un flujo de corrientes eléctricas indeseables, se permite hacer una o más de las siguientes modificaciones, siempre que se cumplan los requisitos de 250-51:

1) Cortar una o más de dichas conexiones a tierra, pero no todas.

2) Cambiar la posición de las conexiones a tierra.

3) Interrumpir la continuidad del conductor o de la trayectoria conductora de las conexiones a tierra.

4) Tomar otras medidas adecuadas.

c) Corriente eléctrica temporal que no se considera indeseable. A efectos de lo especificado en los anteriores incisos, no se consideran corrientes eléctricas indeseables a las temporales que se produzcan accidentalmente, como las debidas a fallas a tierra, y que se presentan sólo mientras los conductores de puesta a tierra cumplen sus funciones de protección previstas.

d) Limitaciones a las alteraciones permitidas. Las disposiciones de esta Sección no se deben tomar como permiso de utilización de equipo electrónico en instalaciones o circuitos derivados de c.a. que no estén puestos a tierra como lo exige este Artículo. Las corrientes eléctricas que originan ruidos o errores en los datos de equipos electrónicos no se consideran como las corrientes eléctricas indeseables de las que trata esta Sección.

250-22. Punto de conexión de sistemas de c.c. Los sistemas de c.c. que se ponen a tierra deben tener sus conexiones de puesta a tierra en una o más de sus fuentes de alimentación. No deben hacerse en acometidas individuales ni en ningún otro punto del sistema de alambrado del usuario.

Excepción: Cuando la fuente de alimentación del sistema de c.c. esté situada en el sistema de alambrado del usuario, se debe hacer una puesta a tierra (1) en la fuente de alimentación o en el primer medio de desconexión o dispositivo de sobrecorriente del sistema o (2) mediante cualquier otro medio que ofrezca una protección equivalente al sistema y que utilice equipos aprobados e identificados para ese uso.

250-23. Puesta a tierra de sistemas de c.a. alimentados desde una acometida

a) Puesta a tierra del sistema. Un sistema de alambrado de usuarios que se alimenta por medio de una acometida de c.a. conectada a tierra debe tener en cada acometida un conductor conectado a un electrodo de puesta a tierra que cumpla lo establecido en la Parte H del Artículo 250. El conductor debe estar conectado al conductor puesto a tierra de la acometida en cualquier punto accesible del lado de la carga de la acometida aérea o lateral hasta, e incluyendo, la terminal o barra a la que esté conectado el conductor puesto a tierra de la acometida en el medio de desconexión de la acometida. Cuando el transformador de alimentación de la acometida esté situado fuera del edificio, se debe hacer como mínimo otra conexión de tierra desde el conductor puesto a tierra de la acometida hasta el electrodo de puesta a tierra, ya sea en el transformador o en cualquier otro punto fuera del edificio. No se debe hacer ninguna puesta a tierra a ningún conductor puesto a tierra de circuitos en el lado de la carga del medio de desconexión de la acometida.

NOTA: Véase 230-21.

Excepción 1: Un conductor para electrodo de puesta a tierra se debe conectar al conductor puesto a tierra de un sistema derivado separadamente según, lo establecido en 250-26(b).

Excepción 2: Se debe hacer una conexión a un conductor de puesta a tierra en cada edificio independiente cuando lo requiera la Sección 250-24.

Excepción 3: En las estufas, estufas montadas en barras, hornos montados en la pared, secadoras de ropa y equipo de medición, según lo permite 250-61.

Excepción 4: En las acometidas con doble conexión a la red (doble terminación) en un envolvente común o agrupadas en envolventes distintos con una conexión al secundario, se permite una sola conexión al electrodo de puesta a tierra del punto de conexión de los conductores puestos a tierra de cada fuente de alimentación.

Excepción 5: Cuando el puente de unión principal descrito en 250-53(b) y 250-79 sea un cable o una barra instalado (a) desde la barra o conexión del neutro a la terminal de tierra del equipo de la acometida, se permite que el electrodo de puesta a tierra se conecte a la terminal de tierra del equipo al que vaya conectado el puente de unión principal.

Excepción 6: Lo que se establece en 250-27 para conexiones a tierra de sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia.

b) Conductor puesto a tierra conectado al equipo de la acometida. Cuando un sistema de c.a. de menos de 1000 V se conecte a tierra en cualquier punto, el conductor puesto a tierra se debe llevar hasta cada medio de desconexión de acometida y conectarlo al envolvente de cada uno de ellos. Este conductor se debe llevar junto con los conductores de fase y no debe ser inferior al conductor de puesta a tierra requerido en la Tabla 250-94 y, además, para los conductores de fase de acometidas de más de 1100 kcmils (cobre) o 1750 kcmils (aluminio), la tamaño nominal del conductor puesto a tierra no debe ser inferior a 12,5% del tamaño nominal mayor de los conductores de fase de las acometidas. Cuando los conductores de fase de entrada a la acometida vayan en paralelo, el tamaño nominal del conductor puesto a tierra se debe calcular sobre la base de una sección transversal equivalente para conductores en paralelo, como se indica en esta Sección.

Excepción 1: No se exige que el conductor puesto a tierra sea de mayor área de sección transversal que el del mayor conductor de fase de entrada a la acometida que no vaya puesto a tierra.

Excepción 2: Lo que establece la Sección 250-27 para conexiones a tierra de sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia.

Excepción 3: Cuando haya más de un medio de desconexión de la acometida en un conjunto aprobado y listado como equipo de acometida, debe llevarse un conductor puesto a tierra hasta ese conjunto y conectarse al envolvente del equipo. 250-25. Conductor que se debe poner a tierra en sistemas de c.a. En sistemas de c.a. en sistemas de alambrado de usuarios, el conductor que se debe poner a tierra es el que se especifica a continuación:

- 1) Sistemas monofásicos de dos conductores: un conductor.
- 2) Sistemas monofásicos de tres conductores: el neutro.
- 3) Sistemas de varias fases con un común a todas las fases: el conductor común.
- 4) Sistemas de varias fases en las que se deba poner a tierra una fase: el conductor de una fase.
- 5) Sistemas de varias fases en las que una fase se utilice como la (2) anterior: el neutro.

Los conductores puestos a tierra deben identificarse como se especifica en el Artículo 200.

250-26. Puesta a tierra de los sistemas de c.a. derivados separadamente. Una instalación de c.a. derivada separadamente que deba ser puesta a tierra, debe hacerse según se especifica a continuación:

a) Puente de unión. Se debe instalar un puente de unión, de tamaño nominal que cumpla lo establecido en 250-79 (d) para los conductores de fase derivados para conectar los conductores de puesta a tierra del equipo del sistema derivado al conductor puesto a tierra. Excepto como se permite en las Excepciones 4 o 5 de 250-23(a), esta conexión se debe hacer en cualquier punto del sistema derivado separadamente, desde su fuente hasta el primer medio de desconexión o dispositivo de protección contra sobrecorriente del sistema o en la fuente del sistema derivado separadamente que no tenga medio de desconexión o dispositivo de sobrecorriente.

Excepción 1: El tamaño nominal del puente de unión de un sistema que suministre energía a un circuito de Clase 1, Clase 2 o Clase 3 y que se derive de un transformador de no-más de 1000 VA nominal, no debe ser inferior al de los conductores de la fase derivada y en ningún caso inferior a 2,08 mm² (14 AWG).

Excepción 2: Lo establecido en 250-27, 250-153 y 250-5(b), Excepción 5 para los requisitos de puesta a tierra de sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia.

b) Conductor al electrodo de puesta a tierra. Se debe emplear un conductor de tamaño nominal acorde con lo establecido en 250-94 para conectar el conductor puesto a tierra del sistema derivado con el electrodo de puesta a tierra, como se especifica a continuación en (c), para los conductores de fase del sistema derivado. Excepto lo que se permita en 250-23(a), Excepción 4, esta conexión se debe hacer en cualquier punto del sistema derivado separadamente, desde su fuente hasta el primer medio de desconexión o dispositivo de protección contra sobrecorriente del sistema o en la fuente del sistema derivado separadamente que no tenga medio de desconexión o dispositivo de sobrecorriente.

Excepción 1: No es necesario un conductor hasta el electrodo de puesta a tierra en un sistema que suministre energía a circuitos de la Clase 1, Clase 2 o Clase 3 y

se derive de un transformador de no-más de 1000 VA nominales, siempre que el conductor puesto a tierra del sistema se conecte a la estructura o al envolvente del transformador por medio de un puente de unión de tamaño nominal de acuerdo con lo indicado en 250-26, Excepción 1 para el anterior caso (a), y la estructura o el envolvente del transformador estén conectadas a tierra por cualquiera de los medios especificados en 250-57.

Excepción 2: Lo establecido en 250-27, 250-153 y 250-5(b), Excepción 5, para los requisitos de puesta a tierra de sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia.

c) Electrodo de puesta a tierra. El electrodo de puesta a tierra debe ser lo más accesible posible y estar preferiblemente en la misma zona que la conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra al sistema. Cuando no se disponga de los electrodos especificados en los anteriores incisos (1) o (2), el electrodo de puesta a tierra debe ser (1) el elemento metálico de la estructura o edificio más cercano puesto a tierra eficazmente o (2) la tubería metálica de agua puesta a tierra eficazmente que esté más cerca o (3) los electrodos especificados en 250-81 y 250-83.

D. Puesta a tierra de envolventes y canalizaciones

250-32. Envolventes y canalizaciones de la acometida. Se deben poner a tierra los envolventes y canalizaciones metálicos de los conductores y el equipo de la acometida.

Excepción: Un codo metálico instalado en una instalación subterránea de tubo (conduit) rígido no-metálico que esté aislado de posibles contactos con cualquier parte del codo por una cubierta de 457 mm, mínimo.

E. Puesta a tierra de los equipos

250-42. Equipo fijo o conectados de forma permanente. Las partes metálicas expuestas y no-conductoras de corriente eléctrica del equipo fijo que no estén destinadas a transportar corriente, deben ponerse a tierra si se presenta cualquiera de las circunstancias mencionadas en los siguientes incisos:

- a) Distancias horizontales y verticales. Si están a menos de 2,5 m en vertical o de 1,50 m en horizontal de tierra u objetos metálicos puestos a tierra y que puedan entrar en contacto con personas.
- b) Lugares mojados o húmedos. Cuando estén instaladas en lugares mojados o húmedos y no estén aisladas.
- c) Contacto eléctrico. Cuando estén en contacto eléctrico con metales.
- d) Locales peligrosos (clasificados). Cuando estén en un local peligroso (clasificado) de los cubiertos en los Artículos 500 a 517.
- e) Método de alambrado. Cuando estén alimentados por medio de cables con forro metálico, recubiertos de metal, en canalizaciones metálicas u otro método de instalación que pueda servir de puesta a tierra del equipo, excepto lo que se permita en 250-33 para tramos cortos de envolventes metálicos.
- f) De más de 150 V a tierra. Cuando el equipo funcione con cualquier terminal a más de 150 V a tierra.

Excepción 1: Las cubiertas de desconectadores o interruptores automáticos de circuitos que se utilicen para medios que no sean de equipo de acometida y sólo sean accesibles a personal calificado.

Excepción 2: Carcasas metálicas de aparatos eléctricos de calefacción exentas por permiso especial, en cuyo caso las carcasas deben estar permanente y eficazmente aisladas de tierra.

Excepción 3: Equipo de distribución, como por ejemplo tanques de transformadores y de capacitores, montados en postes de madera y a una altura superior a 2,5 m sobre el nivel del suelo.

Excepción 4: No es necesario poner a tierra equipo aprobado y listado como protegido por un sistema de doble aislamiento o equivalente. Cuando se utilicen estos sistemas, el equipo debe estar claramente marcado.

250-43. Equipo fijo o conectado de forma permanente. Se deben poner a tierra, independientemente de su tensión eléctrica nominal, las partes metálicas expuestas y no-conductoras de corriente eléctrica del equipo descrito a continuación ((a) a (j)), y las partes metálicas no destinadas a conducir corriente eléctrica del equipo y de envolventes descritas en (k) y (l):

a) Armazones y estructuras de tableros de distribución. Los armazones y estructuras de tableros de distribución en los que esté instalado equipo de interrupción.

Excepción: Los armazones de tableros de distribución de c.c. a dos conductores que estén eficazmente aislados de tierra.

b) Órganos de tubos. Las estructuras y carcasas de motores y generadores de órganos de tubos que funcionen con motor eléctrico.

Excepción: Cuando el generador esté eficazmente aislado de tierra y de su motor.

c) Armazones de motores. Las armazones de motores, como se establece en 430-12.

d) Cubiertas de los controladores de motores. Las cubiertas de los controladores de motores.

Excepción 1: Envolventes conectados a equipo portátil no-puesto a tierra.

Excepción 2: Las tapas continuas de interruptores de acción rápida.

e) Grúas y elevadores. Equipo eléctrico de grúas y elevadores.

f) Estacionamientos públicos, teatros y estudios cinematográficos. El equipo eléctrico de los estacionamientos públicos, teatros y estudios cinematográficos.

g) Anuncios luminosos. Los anuncios luminosos, alumbrado de realce y equipo asociado, como establece el Artículo 600.

h) Equipo de proyección de películas. El equipo de proyección de películas.

i) Circuitos de control remoto, señalización y alarma contra incendios de energía limitada. El equipo alimentado por circuitos de energía limitada de Clase 1 y los de control remoto y señalización de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 y los circuitos de alarma contra incendios, se deben poner a tierra cuando así lo exija la Parte B de este Artículo.

j) Luminarias. Las luminarias, tal como se establece en la Parte E del Artículo 410.

k) Bombas de agua operadas por motor. Las bombas de agua operadas por motor, incluso las de tipo sumergible.

l) Ademes metálicos de pozos. Cuando se use una bomba sumergible con ademe metálico dentro de un pozo, el ademe se debe conectar al conductor de puesta a tierra del circuito de la bomba.

250-46. Separación de los conductores de los pararrayos. Las canalizaciones, envolventes, estructuras y otras partes metálicas de equipo eléctrico que no transporten normalmente corriente eléctrica, se deben mantener alejadas 1,8 m como mínimo de los conductores de bajada de las varillas pararrayos o deberán interconectarse cuando la distancia a los conductores sea inferior a 1,8 m.

NOTA: Para el uso de las varillas de los pararrayos, véase 250-86. Véanse también separación de los conductores de los pararrayos, en 800-13 y 820-10(e)(3).

F. Métodos de puesta a tierra

250-50. Conexiones de los conductores de puesta a tierra de equipo. Las conexiones de los conductores de puesta a tierra del equipo en la fuente de suministro de los sistemas derivados independientes, se deben hacer de acuerdo con lo indicado en 250-26(a). Las conexiones de los conductores de puesta a tierra del equipo de la acometida, se deben hacer según los siguientes incisos:

a) En sistemas puestos a tierra. La conexión se debe hacer conectando el conductor de puesta a tierra de equipo, al conductor de la acometida puesto a tierra y al conductor del electrodo de puesta a tierra.

b) En sistemas no-puestos a tierra. La conexión se debe hacer conectando el conductor de puesta a tierra de equipo, al conductor del electrodo de puesta a tierra.

Excepción a (a) y (b): Para cambiar los receptáculos sin terminal de puesta a tierra por receptáculos con terminal de puesta a tierra y para ampliaciones de circuitos derivados sólo de instalaciones ya existentes que no tengan conductor de puesta a tierra de equipo en el circuito derivado, se permite que el conductor de puesta a tierra de los receptáculos con toma de tierra se conecte a un punto accesible de la instalación del electrodo de puesta a tierra, como se indica en 250-81 o a cualquier punto accesible del conductor del electrodo de puesta a tierra.

NOTA: Para el uso de receptáculos con interruptor de circuitos con protección por falla a tierra, véase 210-7(d).

250-51. Trayectoria efectiva de puesta a tierra. La trayectoria a tierra desde los circuitos, equipo y cubiertas metálicas de conductores debe ser: (1) permanente y eléctricamente continua; (2) de capacidad suficiente para conducir con seguridad cualquier corriente eléctrica de falla que pueda producirse, y (3) de una impedancia suficientemente baja como para limitar la tensión eléctrica a tierra y facilitar el funcionamiento de los dispositivos de protección del circuito. El terreno natural no se debe utilizar como el único conductor de puesta a tierra de equipo.

250-53. Trayectoria de puesta a tierra hasta el electrodo de puesta a tierra en la acometida

a) Conductor al electrodo de puesta a tierra. Se debe usar un conductor para conectar al electrodo de puesta a tierra, los conductores de puesta a tierra de equipo, los envolventes de equipo de acometida y, si el sistema está puesto a tierra, el conductor de puesta a tierra de la acometida.

Excepción: Lo que establece 250-27 para conexiones a instalaciones con neutro a tierra de alta impedancia.

NOTA: Para la puesta a tierra de los sistemas de corriente eléctrica alterna, véase 250-23(a).

b) Puente de unión principal. Para sistemas puestos a tierra se debe usar un puente de unión principal, sin empalmes, para conectar el conductor de puesta a tierra de equipo y el envolvente de desconexión de la acometida al conductor de puesta a tierra del sistema en cada punto de desconexión de la acometida.

Excepción 1: Cuando haya más de un medio de desconexión de la acometida en un conjunto aprobado y listado para usarse como equipo de acometida, es necesario tender un conductor puesto a tierra hasta el equipo y conectarlo al envolvente.

Excepción 2: Lo que se establece en 250-27 y 250-123 para sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia.

250-54. Electrodo común de puesta a tierra. Cuando se conecta un sistema de c.a. a un electrodo de puesta a tierra en, o a un edificio, tal como lo especifican 250-23 y 250-24, ese mismo electrodo se debe usar para poner a tierra los envolventes y el equipo en o a ese edificio. Cuando al mismo edificio lleguen dos acometidas independientes y haya que conectarlas a un electrodo de puesta a tierra, se debe usar el mismo electrodo.

Dos o más electrodos de tierra eléctricamente unidos entre sí se deben considerar a este respecto, un solo electrodo.

250-57. Equipo fijo o conectado por un método de alambrado permanente (fijo): puesta a tierra. Cuando se requiera poner a tierra las partes metálicas no-conductoras de equipo, canalizaciones u otros envolventes, se debe hacer por uno de los siguientes métodos:

Excepción: Cuando el equipo, las canalizaciones y envolventes estén puestos a tierra a través del conductor del circuito puesto a tierra, tal como lo permiten 250-24, 250-60 y 250-61.

a) Tipos de conductores de puesta a tierra de equipo. Todos los permitidos por 250-91(b).

b) Con los conductores del circuito. Mediante el conductor de puesta a tierra de equipo instalado dentro de la misma canalización, cable o cordón o tendido de cualquier otro modo con los conductores del circuito. Se permiten conductores de puesta a tierra de equipo desnudos, cubiertos o aislados. Los conductores de puesta a tierra cubiertos o aislados individualmente deben tener un acabado exterior continuo, verde liso o verde con una o más franjas amarillas.

Excepción 1: Se permite que, durante la instalación, un conductor aislado o cubierto de tamaño nominal superior a 13,3 mm² (6 AWG), de cobre o de aluminio, se identifique permanentemente como conductor de puesta a tierra en sus dos extremos y en todos los puntos en los que el conductor esté accesible. Esta identificación se debe hacer por uno de los siguientes medios:

a. Quitando el aislamiento o el recubrimiento en toda la parte expuesta.

b. Pintando de verde el aislamiento o el recubrimiento expuesto, o

c. Marcando el aislamiento o el recubrimiento expuesto con una cinta o etiquetas adhesivas de color verde.

Excepción 2: Se permite que, en los circuitos de c.c., el conductor de puesta a tierra de equipo se instale independiente de los conductores del circuito.

Excepción 3: Como se requiere en la Excepción de 250-50(a) y (b), se permite que el conductor de puesta a tierra de equipo se instale independiente de los conductores del circuito.

Excepción 4: Cuando las condiciones de mantenimiento y de supervisión aseguren que la instalación está atendida sólo por personal calificado, se permite identificar permanentemente durante la instalación uno o más conductores aislados en un cable multipolar como conductores de puesta a tierra de equipo, en cada extremo y en todos los puntos en los que el conductor esté accesible, por los siguientes medios:

a. Quitando el aislamiento o el recubrimiento en toda la parte expuesta.

b. Pintando de verde el aislamiento o el recubrimiento expuesto.

c. Marcando el aislamiento o el recubrimiento expuesto con una cinta o etiquetas adhesivas de color verde.

NOTA 1: Para los puentes de unión de equipo, véase 250-79.

NOTA 2: Para el uso de cordones con equipo fijo, véase 400-7.

250-61. Uso del conductor puesto a tierra para poner a tierra equipo

a) Lado de suministro de equipo. Se permite que el conductor puesto a tierra sirva para poner a tierra las partes metálicas y no-conductoras de equipo, canalizaciones y otras envolventes en cualquiera de los siguientes lugares:

1) En el lado de alimentación del medio de desconexión de la acometida.

2) En el lado de alimentación del medio de desconexión de la acometida para distintos edificios, como se establece en 250-24.

3) En el lado de alimentación del medio de desconexión o del dispositivo de sobrecorriente de la acometida de un sistema derivado separadamente.

b) Lado de la carga de equipo. No se debe usar un conductor puesto a tierra para poner a tierra las partes metálicas no-conductoras de equipo que haya en el lado de

la carga del medio de desconexión de la acometida o en el lado de la carga del medio de desconexión o del dispositivo de sobrecorriente de un sistema derivado separadamente que no tenga un medio de desconexión principal de la red.

Excepción 1: Las carcasas de estufas, hornos montados en la pared, estufas montadas en barras y secadoras de ropa en las condiciones permitidas por 250-60 para instalaciones ya existentes.

Excepción 2: Lo que permite 250-54 para edificios independientes.

Excepción 3: Se permite poner a tierra los envolventes para medidores conectándolos al conductor puesto a tierra del circuito en el lado de la carga del medio de desconexión de la acometida, si:

a. No hay instalado un dispositivo de protección contra fallas a tierra, y

b. Todos los medidores están situados cerca del medio de desconexión de la acometida.

c. El tamaño nominal del conductor puesto a tierra del circuito no es inferior a lo especificado en la Tabla 250-95 para los conductores de puesta a tierra de equipo.

Excepción 4: Lo que exigen 710-72(e)(1) y 710-74.

Excepción 5: Se permite poner a tierra los sistemas de c.c. del lado de la carga del medio de desconexión o dispositivo de sobrecorriente, según Excepción de 250-22.

250-62. Conexiones para circuitos múltiples. Cuando se requiera poner a tierra un equipo que esté alimentado mediante conexiones independientes a más de un circuito o en sistemas puestos a tierra de sistemas de alambrado de usuarios, debe haber un medio de puesta a tierra en cada una de esas conexiones, como se especifica en 250-57 y 250-59.

G. Puentes de unión

250-70. Disposiciones generales. Cuando sea necesario para asegurar la continuidad eléctrica y la capacidad de conducir con seguridad cualquier corriente eléctrica que pudiera producirse por falla a tierra, se deben hacer los puentes de unión pertinentes.

250-71. Equipo de la acometida

a) **Puente de unión del equipo de la acometida.** Las partes metálicas no-conductoras de equipo que se indican en los siguientes incisos, se deben conectar entre sí:

1) Excepto lo que se permita en 250-55, las canalizaciones de acometida, charolas, estructuras de electroductos, armadura o blindaje de los cables.

2) Todos los envolventes de equipo de acometida que contengan conductores, conexión de medidores, cajas o similares, interpuestos en la canalización o blindaje.

3) Cualquier canalización metálica o envoltorio por los que se lleve un conductor al electrodo de puesta a tierra, tal como se permite en 250-92(a). Las conexiones se deben hacer en cada extremo y en todas las canalizaciones, cajas y envolventes que existan entre el equipo de acometida y el electrodo de puesta a tierra.

b) **Puente de unión con otros sistemas.** En la acometida debe haber como mínimo un medio accesible fuera de los envolventes para conectar los puentes de unión y de tierra de otros sistemas, como mínimo formada por uno de los siguientes medios:

1) Canalizaciones metálicas de la acometida expuestas.

2) El conductor al electrodo de puesta a tierra, expuesto.

3) Un dispositivo aprobado para la conexión externa de un conductor de unión o de puesta a tierra, de cobre u otro elemento resistente a la corrosión, a la canalización o al equipo de la acometida.

A efectos de la existencia de un medio accesible para la conexión de sistemas, se considera equipo de acometida a los medios de desconexión de un edificio o estructura independiente, tal como se permite en 250-54, y los medios de desconexión de las casas móviles permitidos en la Excepción 1 de 550-23(a).

NOTA 1: Un ejemplo de dispositivo aprobado mencionado en el párrafo anterior (3), es un conductor de cobre de 13,3 mm² (6 AWG) con un extremo conectado a la canalización o al equipo de acometida y más de 152 mm del otro extremo accesible por la parte exterior.

NOTA 2: Para las conexiones y puesta a tierra de circuitos de comunicaciones, radio, televisión y televisión por cable (CATV), véanse 800-40 y 820-40.

250-72. Método de para puentes de unión del equipo de la acometida. La continuidad eléctrica del equipo de acometida debe estar asegurada por uno de los métodos especificados en los siguientes incisos:

a) **Conductor puesto a tierra de acometida.** Conectar el equipo al conductor de acometida puesto a tierra por alguno de los métodos indicados en 250-113.

b) **Conexiones roscadas.** Cuando haya tubo (conduit) metálicos tipo pesado o semipesado, las uniones mediante rosca o tubos roscados en los envolventes, se deben apretar con llave.

c) **Conexiones y conectadores sin rosca.** Para los puentes que requiere esta Sección, no se deben usar tuercas ni monitores normalizados para las conexiones y conectadores sin rosca de tubo (conduit) metálico tipos pesado, semipesado y ligero. Deben usarse tuercas y conexiones aprobadas para este fin

d) **Puentes de unión.** Los puentes de unión que cumplan los demás requisitos de este Artículo se deben usar en tomas concéntricas o excéntricas perforadas o hechas de cualquier otra forma que no afecten la conexión eléctrica a tierra.

e) **Otros dispositivos.** Otros dispositivos aprobados, como contratuercas y monitores para puesta a tierra.

250-75. Puente de unión de otras estructuras. Las canalizaciones metálicas, soportes para cables tipo charola, blindajes de cables, forros de cables, envolventes, tableros, herrajes y otras partes metálicas que no lleven normalmente corriente eléctrica y que puedan servir como conductores de puesta a tierra con o sin conductores suplementarios de tierra de equipo, se deben conectar eficazmente cuando sea necesario para asegurar la continuidad eléctrica y la capacidad del circuito para conducir con seguridad cualquier corriente eléctrica que pudiera producirse por falla a tierra en el mismo. Se deben quitar de las rosas, puntos y superficies de contacto todas las pinturas, barnices o recubrimientos similares no-conductores o conectarlos por medio de herrajes diseñados de manera que hagan tal eliminación innecesaria.

Excepción: Cuando sea necesario para reducir el ruido eléctrico (interferencias electromagnéticas) en el circuito de puesta a tierra, se permite que un envoltorio en el que haya equipo instalado y al que se alimente desde un circuito derivado, esté aislado de una canalización que contenga cables que alimenten sólo a este equipo, por medio de uno o más herrajes de canalizaciones no-metálicas aprobadas y listadas situadas en el punto de conexión de la canalización con el envoltorio. La canalización metálica debe cumplir lo establecido en este Artículo y debe ir complementada por un conductor aislado interno instalado de acuerdo con lo indicado en la Excepción 4 de 250-74, para que sirva de conexión de puesta a tierra del envoltorio del equipo.

NOTA: El uso de un conductor de puesta a tierra aislado para equipo no exime del requisito de poner a tierra la canalización y la caja.

250-76. Puentes de unión en instalaciones a más de 250 V. En circuitos a más de 250 V a tierra, que contengan conductores que no sean los de la acometida, se debe asegurar la continuidad eléctrica de las canalizaciones metálicas y de cables con cubierta metálica por medio de uno o más de los métodos especificados para las acometidas en 250-72(b) a (e).

Excepción: Cuando no haya tapas de las cajas de empalmes de mayor tamaño nominal, concéntricas o excéntricas o cuando se hayan probado tapas concéntricas o excéntricas y el envoltorio esté aprobado y listado para ese uso, se permiten los siguientes medios:

a. **Uniones y conectadores sin rosca para cables con forro metálico.**

b. **Tuerca y contratuercas en un tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado, una dentro y otra fuera de la caja o envoltorio.**

c. **Herrajes con lengüetas que asienten firmemente el envoltorio, como los conectadores para tubo (conduit) metálico tipo ligero, conectadores para tubo (conduit) metálico flexible y conectadores de cables con una tuerca dentro de cajas y envolventes.**

d. **Otros herrajes aprobados y listados.**

250-77. Puente de unión de canalizaciones metálicas con juntas de expansión. Los herrajes de dilatación y las partes telescópicas de las canalizaciones metálicas se deben hacer eléctricamente continuas mediante puentes de unión u otros medios.

250-79. Puente de unión principal y puente del equipo

a) **Material.** Los puentes de unión principal y del equipo deben ser de cobre o de otro material resistente a la corrosión. Un puente de unión principal o un puente de unión según lo exigido en 250-26(a) puede ser un cable, alambre, tornillo o similar adecuado.

b) **Construcción.** Cuando el puente de unión con la red sea un solo tornillo, éste se debe identificar mediante un color verde que sea visible con el tornillo instalado.

c) **Sujeción.** Los puentes de unión principal y de equipo se deben sujetar según se establece en 250-113 para los circuitos y equipo y en 250-115 para los electrodos de tierra.

d) **Tamaño nominal de los puentes del equipo y de unión principal en el lado de suministro de la acometida.** El puente de unión no debe ser de menor tamaño nominal que lo establecido en la Tabla 250-94 para los conductores del electrodo de puesta a tierra. Cuando los conductores de fase de entrada a la acometida sean de cobre de más de 557,38 mm² (1100 kcmils) o de aluminio de 886,75 mm² (1750 kcmils), el puente de unión debe tener un tamaño nominal no-inferior a 12,5% que el mayor conductor de fase excepto que, cuando los conductores de fase y el

punto de unión sean de distinto material (cobre o aluminio), el tamaño nominal mínimo del puente de unión se debe calcular sobre la hipótesis del uso de conductores de fase del mismo material que el puente de unión y con una capacidad de conducción de corriente equivalente a la de los conductores de fase instalados. Cuando se instalen conductores de entrada a la acometida en paralelo en dos o más cables o canalizaciones, el puente de unión de equipo, si está instalado junto con esos cables o canalizaciones, debe instalarse en paralelo. El tamaño nominal del puente de unión de cada canalización o cable se debe calcular a partir del de los conductores de la acometida en cada cable o canalización.

El puente de unión de la canalización del conductor de un electrodo de puesta a tierra o cable blindado, como se indica en 250-92(b), debe ser del mismo tamaño nominal o mayor que el correspondiente conductor del electrodo de puesta a tierra. En sistemas de corriente eléctrica continua, el tamaño nominal del puente de unión no debe ser inferior al del conductor de puesta a tierra del sistema, tal como se especifica en 250-93.

e) **Tamaño nominal del puente de unión del lado de la carga de la acometida.** El puente de unión de equipo del lado de la carga de los dispositivos de sobrecorriente de la acometida no debe ser inferior al tamaño nominal que se indica en la Tabla 250-95. Se permite conectar con un solo puente de unión común continuo dos o más canalizaciones o cables, si el puente tiene un tamaño nominal de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-95 para el mayor de los dispositivos de sobrecorriente que protege a los circuitos conectados al mismo.

Excepción: No es necesario que el puente de unión para equipo sea de mayor tamaño nominal que los conductores de los circuitos que suministran energía a los mismos, pero no debe ser inferior a 2,082 mm² (14 AWG).

f) **Instalación del puente de unión de equipo.** Se permite instalar el puente de unión de equipo dentro o fuera de una canalización o de un envolvente. Si se instala fuera, la longitud del puente no debe ser mayor de 1,8 m y debe ir junto con la canalización o envolvente. Cuando se instale dentro de la canalización, el puente de unión de equipo debe cumplir los requisitos establecidos en 250-114 y 310-12(b).

250-80. Puentes de unión de sistemas de tubería y de acero estructural expuesto

a) **Tubería metálica para agua.** Un sistema de tubería interior metálica para agua se debe conectar al envolvente del equipo de acometida, al conductor de acometida puesto a tierra, al conductor del electrodo de puesta a tierra cuando tenga tamaño nominal suficiente o a uno o más de los electrodos de tierra de la instalación. El puente de unión debe tener un tamaño nominal de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-94 y estar instalado según 250-92(a) y (b). Los puntos de unión del puente deben ser accesibles.

Excepción: En edificios de varios departamentos en los que el sistema interior de tubería metálica para agua de cada departamento esté aislado metálicamente de los demás por medio de tubería no-metálica, se permite que la tubería interior para agua de cada departamento vaya unida al panel de alumbrado y control o al envolvente del tablero de distribución de ese departamento (distinto del equipo de acometida). El tamaño nominal del puente de unión debe ser como se establece en la Tabla 250-95.

Cuando exista un sistema derivado separadamente con electrodo de puesta a tierra, como se especifica en 250-26(c)(3), se debe conectar al conductor de puesta a tierra de cada sistema derivado en el punto más cercano posible del sistema de tubería interior metálica para agua de la zona a la que suministra energía el sistema derivado separadamente. El puente de unión debe tener un tamaño nominal de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-94 y estar instalado según 250-92(a) y (b). Los puntos de unión del puente deben ser accesibles.

b) **Otros sistemas de tubería metálica.** Los sistemas interiores de tubería metálica que pueden quedar energizadas, deben conectarse al envolvente del equipo de acometida, al conductor de acometida puesto a tierra, al conductor del electrodo de puesta a tierra cuando tenga tamaño nominal suficiente o a uno o más de los electrodos de tierra de la instalación. El puente de unión debe tener un tamaño nominal de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-95, usando la capacidad nominal del circuito que pueda energizar la tubería.

Se permite utilizar como puente de unión el conductor de puesta a tierra de equipo del circuito que pueda energizar la tubería.

NOTA: Se puede tener mayor seguridad, si se une entre sí toda la tubería metálica y conductos de aire del edificio.

c) **Acero estructural.** El acero estructural interior expuesto que se conecta para formar la estructura de acero de un edificio, que no se conecta intencionalmente a tierra y que puede quedar energizado, se debe conectar al envolvente del equipo de acometida, al conductor puesto a tierra de la acometida, al conductor del electrodo de puesta a tierra cuando tenga tamaño nominal suficiente o a uno o más

de los electrodos de tierra de la instalación. El puente de unión debe tener un tamaño nominal de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-94 e instalarse de acuerdo con lo establecido en 250-92(a) y (b). Los puntos de unión del puente deben ser accesibles.

H. Sistema de electrodos de puesta a tierra

250-81. Sistema de electrodos de puesta a tierra. Si existen en la propiedad, en cada edificio o estructura perteneciente a la misma, los elementos (a) a (d) que se indican a continuación y cualquier electrodo prefabricado instalado de acuerdo con lo indicado en 250-83(c) y (d), se deben conectar entre sí para formar el sistema de electrodos de puesta a tierra. Los puentes de unión se deben instalar de acuerdo con lo indicado en 250-92(a) y (b), deben dimensionarse según lo establecido en 250-94 y deben conectarse como se indica en 250-115.

Se permite que el conductor del electrodo de puesta a tierra sin empalmes llegue hasta cualquier electrodo de puesta a tierra disponible en el sistema de electrodos de puesta a tierra. Debe dimensionarse de acuerdo con el conductor para electrodo de puesta a tierra exigido entre todos los electrodos disponibles.

Excepción 1: Se permite empalmar el conductor del electrodo de puesta a tierra mediante conectadores a presión aprobados y listados para este fin o mediante el proceso de soldadura exotérmica.

La tubería metálica interior para agua situada a más de 1,5 m del punto de entrada en el edificio, no se debe utilizar como parte de la instalación del electrodo de puesta a tierra o como conductor para conectar electrodos que formen parte de dicha instalación.

Excepción 2: En las construcciones industriales y comerciales, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personal calificado atiende la instalación y la tubería metálica interior para agua que se vaya a utilizar como conductor esté expuesta en toda su longitud.

NOTA: Para los requisitos especiales de conexión y puesta a tierra en edificios agrícolas, véase 547-8.

a) **Tubería metálica subterránea para agua.** Una tubería metálica subterránea para agua en contacto directo con la tierra a lo largo de 3 m o más (incluidos los ademes metálicos de pozos efectivamente conectados a la tubería) y con continuidad eléctrica (o continua eléctricamente mediante puenteo de las conexiones alrededor de juntas aislantes, o secciones aislantes de tubos) hasta los puntos de conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra y de los puentes de unión. La continuidad de la tierra o de la conexión del puente de unión al interior de la tubería no se debe hacer a través de medidores de consumo de agua, filtros o equipo similares. Una tubería metálica subterránea para agua se debe complementar mediante un electrodo adicional del tipo especificado en 250-81 o 250-83. Se permite que este electrodo suplementario vaya conectado al conductor del electrodo de puesta a tierra, el conductor de la acometida puesto a tierra, la canalización de la acometida conectada a tierra o cualquier envolvente de la acometida puesto a tierra.

Cuando este electrodo suplementario sea prefabricado como se establece en 250-83(c) o (d), se permite que la parte del puente de unión que constituya la única conexión con dicho electrodo suplementario no sea mayor que un cable de cobre de 13,3 mm² (6 AWG) o un cable de aluminio de 21,15 mm² (4 AWG).

Excepción: Se permite que el electrodo suplementario vaya conectado al interior de la tubería metálica para agua en cualquier punto que resulte conveniente, como se explica en la Excepción 2 de 250-81

b) **Estructura metálica del edificio.** La estructura metálica del edificio, cuando esté puesta a tierra eficazmente.

c) **Electrodo empotrado en concreto.** Un electrodo empotrado como mínimo 50 mm en concreto, localizado en y cerca del fondo de un cimiento o zapata que esté en contacto directo con la tierra y que conste como mínimo de 6 m de una o más varillas de acero desnudo o galvanizado o revestido de cualquier otro recubrimiento eléctricamente conductor, de no-menos de 13 mm de diámetro o como mínimo 6,1 m de conductor de cobre desnudo de tamaño nominal no-inferior a 21,15 mm² (4 AWG)

d) **Anillo de tierra.** Un anillo de tierra que rodee el edificio o estructura, en contacto directo con la tierra y a una profundidad bajo la superficie no-inferior a 800 mm que conste como mínimo en 6 m de conductor de cobre desnudo de tamaño nominal no-inferior a 33,62 mm² (2 AWG).

250-83. Electrodos especialmente contruidos. Cuando no se disponga de ninguno de los electrodos especificados en 250-81, se debe usar uno o más de los electrodos especificados en los incisos a continuación. Cuando sea posible, los electrodos contruidos especialmente se deben enterrar por debajo del nivel de humedad permanente. Los electrodos especialmente contruidos deben estar libres de recubrimientos no-conductores, como pintura o esmalte. Cuando se use más de

un electrodo para el sistema de puesta a tierra, todos ellos (incluidos los que se utilicen como varillas de pararrayos) no deben estar a menos de 1,8 m de cualquier otro electrodo o sistema de puesta a tierra. Dos o más electrodos de puesta a tierra que estén efectivamente conectados entre sí, se deben considerar como un solo sistema de electrodos de puesta a tierra.

a) Sistema de tubería metálica subterránea de gas. No se debe usar como electrodo de puesta a tierra un sistema de tubería metálica subterránea de gas.

b) Otras estructuras o sistemas metálicos subterráneos cercanos. Otras estructuras o sistemas metálicos subterráneos cercanos, como tubería y tanques subterráneos.

c) Electrodos de varilla o tubería. Los electrodos de varilla y tubo no deben tener menos de 2,4 m de longitud, deben ser del material especificado a continuación y estar instalados del siguiente modo:

1) Los electrodos consistentes en tubería o tubo (*conduit*) no deben tener un tamaño nominal inferior a 19 mm (diámetro) y, si son de hierro o acero, deben tener su superficie exterior galvanizada o revestida de cualquier otro metal que los proteja contra la corrosión.

2) Los electrodos de varilla de hierro o de acero deben tener como mínimo un diámetro de 16 mm. Las varillas de acero inoxidable inferiores a 16 mm de diámetro, las de metales no-ferrosos o sus equivalentes, deben estar aprobadas y tener un diámetro no-inferior a 13 mm.

3) El electrodo se debe instalar de modo que tenga en contacto con el suelo un mínimo de 2,4 m. Se debe clavar a una profundidad no-inferior a 2,4 m excepto si se encuentra roca, en cuyo caso el electrodo se debe clavar a un ángulo oblicuo que no forme más de 45° con la vertical, o enterrar en una zanja que tenga como mínimo 800 mm de profundidad. El extremo superior del electrodo debe quedar a nivel del piso, excepto si el extremo superior del electrodo y la conexión con el conductor del electrodo de puesta a tierra están protegidos contra daño físico, como se especifica en 250-117.

d) Electrodos de placas. Los electrodos de placas deben tener en contacto con el suelo un mínimo de 0,2 m² de superficie. Los electrodos de placas de hierro o de acero deben tener un espesor mínimo de 6,4 mm. Los electrodos de metales no-ferrosos deben tener un espesor mínimo de 1,52 mm.

e) Electrodos de aluminio. No está permitido utilizar electrodos de aluminio.

250-84. Resistencia de los electrodos fabricados. Un electrodo único que consista en una varilla, tubería o placa y que no tenga una resistencia a tierra de 25 Ω o menos, se debe complementar con un electrodo adicional de cualquiera de los tipos especificados en 250-81 o 250-83. Cuando se instalen varios electrodos de barras, tubos o placas para cumplir los requisitos de esta Sección se deben colocar a una distancia mínima de 1,83 m entre sí y deben estar efectivamente conectados entre sí.

NOTA: La instalación en paralelo de varillas de más de 2,4 m aumenta la eficiencia si se separan más de 1,8 m.

250-86. Varillas de pararrayos. No se deben usar conductores de puesta a tierra de los pararrayos ni tubos, varillas u otros electrodos fabricados utilizados para poner a tierra las bajadas de los pararrayos, en sustitución de los electrodos de tierra indicados en 250-83 para la puesta a tierra de sistemas eléctricos y de equipo. Esta disposición no impide cumplir los requisitos de conexión de los electrodos de puesta a tierra de diversos sistemas.

NOTA 1: Para la separación de los electrodos de los pararrayos, véase 250-46. Para la conexión de electrodos, véanse 800-40(d), 810-21(j) y 820-40(d).

NOTA 2: Si se interconectan todos los electrodos de puesta a tierra de distintos sistemas, limitan la diferencia de potencial entre ellos y entre sus correspondientes sistemas de alambrado.

I. Conductores del electrodo de puesta a tierra

250-91. Materiales. Los materiales del conductor del electrodo de puesta a tierra se especifican en los siguientes incisos:

a) Conductor del electrodo de puesta a tierra. El conductor del electrodo de puesta a tierra debe ser de cobre o aluminio. El material elegido debe ser resistente a la corrosión que se pueda producir en la instalación, y debe estar adecuadamente protegido contra la corrosión. El conductor debe ser macizo o cableado, aislado, forrado o desnudo y debe ser de un solo tramo continuo, sin empalmes ni uniones.

Excepción 1: Se permiten empalmes en barras conductoras.

Excepción 2: Cuando haya una acometida con más de un envolvente, como se permite en la Excepción 2 de 230-40, está permitido conectar derivaciones al conductor del electrodo de puesta a tierra. Cada una de estas derivaciones debe llegar hasta el interior del envolvente. El tamaño nominal del conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar de acuerdo con lo indicado en 250-94, pero los conductores de la derivación pueden tener un tamaño nominal de acuerdo con

los conductores del electrodo de puesta a tierra especificados en 250-94, según el conductor de mayor tamaño nominal que entre en los respectivos envolventes. Los conductores de la derivación se deben conectar al conductor del electrodo de puesta a tierra de modo que este conductor no contenga ningún empalme o unión.

Excepción 3: Se permite empalmar el conductor del electrodo de puesta a tierra por medio de conectadores de presión del tipo irreversible aprobados y listados para ese fin o mediante un proceso de soldadura exotérmica.

b) Tipos de conductores para la puesta a tierra de equipo. El conductor de puesta a tierra de equipo tendido con los conductores del circuito o canalizado con ellos, debe ser de uno de los siguientes tipos o una combinación de varios de ellos: (1) un conductor de cobre u otro material resistente a la corrosión. Este conductor debe ser macizo o cableado, aislado, cubierto o desnudo y formar un cable o barra de cualquier forma; (2) un tubo (*conduit*) metálico tipo pesado; (3) un tubo (*conduit*) metálico tipo semipesado; (4) un tubo (*conduit*) metálico tipo ligero; (5) un tubo (*conduit*) metálico flexible, si tanto el tubo (*conduit*) como sus accesorios están aprobados y listados para puesta a tierra; (6) la armadura de un cable de tipo AC; (7) el blindaje de cobre de un cable con blindaje metálico y aislamiento mineral; (8) el blindaje metálico de los conductores con blindaje metálico y los conductores de puesta a tierra que sean cables de tipo MC; (9) los soportes para cables tipo charola, tal como se permite en 318-3(c) y 318-7; (10) cableductos, tal como se permite en 365-2(a); (11) otras canalizaciones metálicas con continuidad eléctrica, aprobadas para usarse para puesta a tierra.

*Excepción 1: Cuando los conductores de un circuito, como los contenidos en este Artículo, estén protegidos por dispositivos de sobrecorriente de 20 A nominales o menos, se permiten como medios de puesta a tierra de esos circuitos a tubo (*conduit*) metálico flexible y tubo (*conduit*) metálico flexible hermético a los líquidos de tamaños nominales de 10 a 35 mm, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:*

*a. Que la longitud sumada del tubo (*conduit*) metálico flexible y del tubo (*conduit*) metálico flexible hermético a los líquidos en el mismo tramo de retorno de tierra, no sea superior a 1,8 m.*

*b. Que el tubo (*conduit*) termine en accesorios aprobados y listados para puesta a tierra.*

*Excepción 2: Cuando los conductores de un circuito contenidos en ellos estén protegidos por dispositivos de sobrecorriente de más de 20 A nominales, pero que no excedan de 60 A, se permite utilizar como medios de puesta a tierra de esos circuitos al tubo (*conduit*) metálico flexible y hermético a los líquidos aprobado y listado en diámetros nominales 19 a 32 mm, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:*

*a. Que la longitud total del tubo (*conduit*) metálico flexible del tramo de retorno de tierra, no sea superior a 1,8 m.*

*b. Que no haya otro tubo (*conduit*) metálico flexible o tubo (*conduit*) metálico flexible hermético a los líquidos de tamaños nominales de 10 a 35 mm que sirva como conductor de puesta a tierra de equipo en el mismo tramo de retorno de tierra.*

*c. Que el tubo (*conduit*) termine en accesorios aprobados y listados para puesta a tierra.*

c) Puesta a tierra suplementaria. Se permiten electrodos suplementarios de puesta a tierra para aumentar los conductores de puesta a tierra de equipo especificados en 250-91(b), pero el terreno natural no se debe utilizar como el único conductor de puesta a tierra de equipo.

250-92. Instalación. Los conductores de puesta a tierra se deben instalar como se especifica en los siguientes incisos:

a) Conductor del electrodo de puesta a tierra. Un conductor del electrodo de puesta a tierra o su envolvente debe sujetarse firmemente a la superficie sobre la que va instalado. Un conductor de cobre o aluminio de 21,15 mm² (4 AWG) o superior se debe proteger si está expuesto a daño físico severo. Se puede llevar un conductor de puesta a tierra de 13,3 mm² (6 AWG) que no esté expuesto a daño físico, a lo largo de la superficie del edificio sin tubería o protección metálica, cuando esté sujeto firmemente al edificio; si no, debe ir en tubo (*conduit*) metálico tipo pesado, semipesado, ligero, en tubo (*conduit*) no-metálico tipo pesado o un cable armado. Los conductores de puesta a tierra de tamaño nominal inferior a 13,3 mm² (6 AWG) deben alojarse en tubo (*conduit*) metálico tipo pesado, semipesado, ligero, en tubo (*conduit*) no-metálico tipo pesado o en cable armado.

No se deben usar como conductores de puesta a tierra, conductores aislados o desnudos de aluminio que estén en contacto directo con materiales de albañilería o terreno natural o si están sometidos a condiciones corrosivas. Cuando se utilicen a la intemperie, los conductores de puesta a tierra de aluminio no se deben instalar a menos de 45 cm del terreno natural.

b) Envolventes para conductores del electrodo de puesta a tierra. Las envolventes metálicas del conductor del electrodo de puesta a tierra deben ser

eléctricamente continuas desde el punto de conexión a los envolventes o equipo hasta el electrodo de puesta a tierra, y deben estar sujetas firmemente a las abrazaderas o herrajes de tierra. Las envolventes metálicas que no sean continuas físicamente desde el envoltorio o equipo hasta el electrodo de puesta a tierra, se deben hacer eléctricamente continuas mediante un puente de unión de sus dos extremos al conductor de puesta a tierra. Cuando se utilice una canalización como protección del conductor de puesta a tierra, su instalación debe cumplir los requisitos del Artículo correspondiente a las canalizaciones.

c) Conductor de puesta a tierra de equipo. Un conductor de puesta a tierra de equipo se debe instalar como sigue:

1) Cuando consista en una canalización, un soporte para cables tipo charola, armadura o forro de cables o cuando sea un conductor dentro de una canalización o cable, se debe instalar cumpliendo las disposiciones aplicables de esta NOM usando accesorios para uniones y terminales que estén aprobados para usarlos con el tipo de canalización o cable utilizados. Todas las conexiones, uniones y accesorios se deben fijar firmemente con los medios adecuados.

2) Cuando haya un conductor independiente de tierra de equipo, como establece la Excepción de 250-50(a) y (b) y la Excepción 2 de 250-57(b) se debe instalar de acuerdo con lo indicado en el inciso (a) anterior en lo que respecta a las limitaciones del aluminio y a la posibilidad de daño físico.

Excepción: No es necesario que los cables inferiores a 13,3 mm² (6 AWG) se alojen dentro de una canalización o armadura cuando se instalen por los espacios huecos de una pared o cuando vayan instalados de modo que no sufran daño físico.

250-93. Tamaño nominal del conductor del electrodo de puesta a tierra para c.c. En los siguientes incisos se fijan los tamaños nominales de los conductores del electrodo de puesta a tierra de una instalación de c.c.

a) No debe ser de tamaño nominal inferior al del neutro. Cuando un sistema eléctrico de c.c. consista en un circuito balanceado de tres conductores o un devanado de equilibrio con protección contra sobrecorriente, como se establece en 445-4(d), el conductor del electrodo de puesta a tierra no debe ser de tamaño nominal inferior al del neutro.

b) No debe ser de tamaño nominal inferior al del conductor más grande. En instalaciones de c.c. distintas a las del anterior inciso (a), el conductor del electrodo de puesta a tierra no debe ser de tamaño nominal inferior al del conductor de mayor tamaño nominal del suministro de energía.

c) No debe ser inferior a 8,367 mm² (8 AWG). En ningún caso el conductor del electrodo de puesta a tierra debe ser inferior a 8,367 mm² (8 AWG) de cobre o de 13,3 mm² (6 AWG) de aluminio.

Excepciones a los anteriores (a) a (c):

a. Cuando esté conectado a electrodos fabricados como se indica en 250-83(c) o (d), no es necesario que la parte del conductor del electrodo de puesta a tierra que constituya la única conexión con dicho electrodo sea superior a 13,3 mm² (6 AWG) de cobre o 21,15 mm² (4 AWG) de aluminio.

b. Cuando esté conectado a un electrodo empotrado en concreto, como se indica en 250-81(c), no es necesario que la parte del conductor del electrodo de puesta a tierra que constituya la única conexión con dicho electrodo sea superior a 13,3 mm² (6 AWG) de cobre o 21,15 mm² (4 AWG) de aluminio.

c. Cuando esté conectado a un anillo de tierra como se indica en 250-81(d), no es necesario que la parte del conductor del electrodo de puesta a tierra que constituya la única conexión con dicho electrodo sea de mayor tamaño nominal que el conductor utilizado en el anillo de tierra.

250-94. Tamaño nominal del conductor del electrodo de puesta a tierra en instalaciones de c.a. El tamaño nominal del conductor del electrodo de puesta a tierra de una instalación de c.a. puesta o no puesta a tierra, no debe ser inferior a lo especificado en la Tabla 250-94.

Excepción:

a. Cuando esté conectado a electrodos fabricados como se indica en la sección 250-83(c) o (d), no es necesario que la parte del conductor del electrodo de puesta a tierra que constituye la única conexión con dicho electrodo, sea superior a 13,3 mm² (6 AWG) de cobre o 21,15 mm² (4 AWG) de aluminio.

b. Cuando esté conectado a un electrodo empotrado en concreto, como se indica en 250-81(c), no es necesario que la parte del conductor del electrodo de puesta a tierra que constituye la única conexión con dicho electrodo sea superior a 13,3 mm² (6 AWG) de cobre o 21,15 mm² (4 AWG) de aluminio.

c. Cuando esté conectado a un anillo de tierra como se indica en 250-81(d), no es necesario que la parte del conductor del electrodo de puesta a tierra que constituye la única conexión con dicho electrodo sea de mayor tamaño nominal que el conductor utilizado en el anillo de tierra.

Tabla 250- 94. Conductor del electrodo de tierra de instalaciones de c.a.

Tamaño nominal del mayor conductor de entrada a la acometida o sección equivalente de conductores en paralelo mm ² (AWG o kcmil)		Tamaño nominal del conductor al electrodo de tierra mm ² (AWG o kcmil)	
Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
33,62 (2) o menor 42,41 o 53,48 (1 o 1/0) 67,43 o 85,01 (2/0 o 3/0) Más de 85,01 a 177,3 (3/0 a 350) Más de 177,3 a 304,0 (350 a 600) Más de 304 a 557,38 (600 a 1100) Más de 557,38 (1100)	53,48 (1/0) o menor 67,43 o 85,01 (2/0 o 3/0) 4/0 o 250 kcmil Más de 126,7 a 253,4 (250 a 500) Más de 253,4 a 456,04 (500 a 900) Más de 456,04 a 886,74 (900 a 1750) Más de 886,74 (1750)	8,367 (8) 13,3 (6) 21,15 (4) 33,62 (2) 53,48 (1/0) 67,43 (2/0) 85,01 (3/0)	13,3 (6) 21,15 (4) 33,62 (2) 53,48 (1/0) 85,01 (3/0) 107,2 (4/0) 126,7 (250)

250-95. Tamaño nominal de los conductores de puesta a tierra de equipo. El tamaño nominal de los conductores de puesta a tierra de equipo, de cobre o aluminio, no debe ser inferior a lo especificado en la Tabla 250-95.

Cuando haya conductores en paralelo en varias canalizaciones o cables, como se permite en 310-4, el conductor de puesta a tierra de equipo, cuando exista, debe estar instalado en paralelo. Cada conductor de puesta a tierra de equipo instalado en paralelo debe tener un tamaño nominal seleccionado sobre la base de la corriente eléctrica nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente que proteja los conductores del circuito en la canalización o cable, según la Tabla 250-95.

Cuando se usen varios grupos de conductores de entrada a la acometida, como permite la Sección 230-40 Excepción 2, la sección transversal equivalente del mayor conductor de entrada a la acometida se debe calcular por la mayor suma de las secciones transversales de los conductores de cada grupo.

Cuando no haya conductores de entrada a la acometida, la sección transversal del conductor al electrodo de puesta a tierra se debe calcular por la sección transversal equivalente del mayor conductor de entrada a la acometida de acuerdo con la corriente eléctrica de carga calculada.

Véanse las restricciones de instalación en 250-92(a).

NOTA: Para el tamaño nominal del conductor de puesta a tierra de una instalación de c.a. conectado con el equipo de la acometida, véase 250-23(b).

Cuando el tamaño nominal de los conductores se ajuste para compensar caídas de tensión eléctrica, los conductores de puesta a tierra de equipo, cuando deban instalarse, se deberán ajustar proporcionalmente según el área en mm² de su sección transversal.

Cuando sólo haya un conductor de puesta a tierra de equipo con varios circuitos en el mismo tubo (conduit) o cable, su tamaño nominal debe seleccionarse de acuerdo con el dispositivo de sobrecorriente de mayor corriente eléctrica nominal de protección de los conductores en el mismo tubo (conduit) o cable.

Si el dispositivo de sobrecorriente consiste en un interruptor automático de disparo instantáneo o un protector de motor contra cortocircuitos, como se permite en 430-52, el tamaño nominal del conductor de puesta a tierra de equipo se puede seleccionar de acuerdo con la capacidad nominal del dispositivo de protección del motor contra sobrecorriente, pero no debe ser inferior a lo especificado en la Tabla 250-95.

Excepción 1: Un conductor de puesta a tierra de equipo no inferior a 0,8235 mm² (18 AWG) de cobre y no menor al tamaño nominal de los conductores del circuito y que forme parte de cables de aparatos eléctricos, según se establece en 240-4.

Excepción 2: No es necesario que el conductor de puesta a tierra de equipo sea de mayor tamaño nominal que el de los conductores de los alimentadores de equipo.

Excepción 3: Cuando se use como conductor de puesta a tierra de equipo un tubo (conduit) o armadura o blindaje de cable, como se establece en 250-51, 250-57(a) y 250-91(b).

Tabla 250-95. Tamaño nominal mínimo de los conductores de tierra para canalizaciones y equipos

Capacidad o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc. (A)	Tamaño nominal mm ² (AWG o kcmil)	
	Cable de cobre	Cable de aluminio
15	2,082 (14)	---
20	3,307 (12)	---
30	5,26 (10)	---
40	5,26 (10)	---
60	5,26 (10)	---
100	8,367 (8)	13,3 (6)
200	13,3 (6)	21,15 (4)
300	21,15 (4)	33,62 (2)
400	33,62 (2)	42,41 (1)
500	33,62 (2)	53,48 (1/0)
600	42,41 (1)	67,43 (2/0)
800	53,48 (1/0)	85,01 (3/0)
1000	67,43 (2/0)	107,2 (4/0)
1200	85,01 (3/0)	126,7 (250)
1600	107,2 (4/0)	177,3 (350)
2000	126,7 (250)	202,7 (400)
2500	177,3 (350)	304 (600)
3000	202,7 (400)	304 (600)
4000	253,4 (500)	405,37 (800)
5000	354,7 (700)	608 (1200)
6000	405,37 (800)	608 (1200)

Véase limitaciones a la instalación en 250-92(a)

Nota: Para cumplir lo establecido en 250-51, los conductores de tierra de los equipos podrían ser de mayor tamaño que lo especificado en esta Tabla.

J. Conexiones de los conductores de puesta a tierra

250-112. Al electrodo de puesta a tierra. La conexión de un conductor del electrodo de puesta a tierra con el electrodo correspondiente, debe ser accesible y estar hecha de tal manera que asegure una puesta a tierra eficaz y permanente. Cuando sea necesario asegurar esta conexión a una instalación de tubería metálica utilizada como electrodo de puesta a tierra, se debe hacer un puente de unión efectivo alrededor de las juntas y secciones aisladas y alrededor de cualquier equipo que se pueda desconectar para su reparación y sustitución. Los conductores del puente de unión deben ser lo suficientemente largos como para permitir el desmontaje de dichos equipos, manteniendo la integridad de la conexión. *Excepción: No es necesario que sea accesible una conexión en un envoltorio o enterrada con un electrodo de puesta a tierra empotrado en concreto, hundido o enterrado.*

250-113. A los conductores y equipo. Los conductores de puesta a tierra y los cables de puentes de unión se deben conectar mediante soldadura exotérmica, conectadores a presión aprobados y listados, abrazaderas u otros medios también aprobados y listados. No se deben usar medios o herrajes de conexión que sólo dependan de soldadura. Para conectar los conductores de puesta a tierra a los envoltorios no se deben usar pijas.

250-114. Continuidad y conexión de los conductores de puesta a tierra de equipo a cajas. Cuando entren en una caja o tablero dos o más conductores de puesta a tierra de equipo, todos esos conductores se deben empalmar o unir dentro de la caja o a la caja, con accesorios adecuados a ese uso. No se deben hacer conexiones que dependan únicamente de soldadura. Los empalmes se deben hacer según se indica en 110-14(b), excepto el aislamiento, que no es necesario. La instalación de las conexiones de tierra se debe hacer de forma tal que la desconexión o desmontaje de una conexión, aparato eléctrico u otro dispositivo que reciba energía desde la caja, no impida ni interrumpa la continuidad a tierra.

Excepción: No es necesario que el conductor de puesta a tierra de equipo, tal como se permite en la Excepción 4 de 250-74, esté conectado a los otros conductores de puesta a tierra de equipo ni a la caja.

a) Cajas metálicas. Se debe hacer una conexión entre el conductor o conductores de puesta a tierra de equipo y la caja metálica, por medio de un tornillo de tierra que no debe utilizarse para otro uso o de un dispositivo aprobado y listado para puesta a tierra.

b) Cajas no metálicas. Cuando lleguen a una caja de empalmes no-metálica uno o más conductores de puesta a tierra de equipo, se deben instalar de manera que se puedan conectar a cualquier herraje o dispositivo de la caja que se deba poner a tierra.

250-115. Conexión a los electrodos. El conductor de puesta a tierra de equipo se debe conectar al electrodo de puesta a tierra mediante soldadura exotérmica, zapatas, conectadores a presión, abrazaderas u otros medios aprobados y listados. No se deben usar conexiones que dependan únicamente de la soldadura. Las abrazaderas de tierra deben estar aprobadas y listadas para el material del electrodo de puesta a tierra y para el conductor del electrodo de puesta a tierra y, cuando se usen en tubería, varillas u otros electrodos enterrados, deben estar también aprobadas y listadas para su uso enterradas directamente en el terreno natural. No se debe conectar al electrodo de puesta a tierra con la misma abrazadera o accesorio más de un conductor, excepto si la abrazadera o accesorio está aprobada(o) y listada(o) para usarla con varios conductores. La conexión debe hacerse por uno de los métodos explicados en los siguientes incisos:

a) Abrazadera sujeta con pernos. Abrazadera aprobada de latón o bronce fundido o hierro dulce o maleable.

b) Accesorios y abrazaderas para tubería. Un accesorio, abrazadera u otro mecanismo aprobado, sujeto con pernos a la tubería o a sus conexiones.

c) Abrazadera de tierra de tipo solera. Una abrazadera de tierra aprobada y listada de tipo solera, con una base de metal rígido que asiente en el electrodo y con una solera de un material y dimensiones que no sea probable que cedan durante o después de la instalación.

d) Otros medios. Otros medios sustancialmente iguales a los descritos y aprobados.

TABLA SECCIONES DE CONDUCTORES		
	CONDUCTOR	Sección mm ²
MCM = 1000 CM. mils= 0,5067 mm ²	2000	1013
	1750	887
	1600	809
	1500	760
	1250	633
	1000	507
	800	405
	750	380
	700	355
	600	304
	500	253
	450	228
	400	203
	350	177
	300	152
	250	127
AWG American Wire Gage	4/0 (0000)	107,219
	3/0 (000)	85,014
	2/0 (00)	67,433
	1/0 (0)	53,482
	1	42,406
	2	33,624
	3	26,7
	4	21,147
	5	16,7
	6	13,299
	7	10,5
	8	8,367
	9	6,630
	10	5,261
	11	4,150
	12	3,308
	13	2,630
	14	2,082
	15	1,651
	16	1,310
	17	1,039
	18	0,816

TABLA DE EQUIVALENCIAS DE SECCIONES DE CONDUCTORES			
mm ²	Pulg ²	MCM	cir mils
0,5	0,000775	0,9868	986,8
0,75	0,001163	1,48	1480
1,0	0,001550	1,974	1974
1,5	0,002325	2,96	2960
2,5	0,003875	4,934	4934
4	0,00620	7,894	7894
6	0,00930	11,84	11840
10	0,01550	19,74	19740
16	0,02480	31,53	31530
25	0,03875	49,34	49340
35	0,0543	69,07	69070
50	0,0775	98,68	98680
70	0,1085	138,10	138100
95	0,1473	187,50	187500
120	0,1860	286,80	286800
150	0,2325	296,00	296000
185	0,2868	365,10	365100
240	0,3720	473,60	473600
300	0,4650	592,10	592100
400	0,6200	789,40	789400
500	0,775	986,80	986800
630	0,976	1243,30	1243300
800	1,240	1578,80	1578800
1000	1,550	1973,50	1973500

TABLAS DE CONVERSIONES METRICAS

Para convertir de:	multiplicar por:	a
Angulo		
grados	0,017453 radian	(rad)
radian (rad)	57,295780	grados
Cuadrantes	90 grados	
Cuadrantes	5.400 Minutos	
Cuadrantes	324.000 Segundos	
Cuadrantes	1,571000 radian	(rad)
Longitud		
Centímetro	0,032810 Pies	
Centímetro	0,393700 Pulgada	
Centímetro	0,01 Metro	
metros (m)	1,094	yarda (yd)
metros (m)	3,281	pie (ft)
metros (m)	39,37008	pulgada (in)
metros (m)	39,4	mil
yarda (yd)	0,9144	metros (m)
pie (ft)	0,3048	metros (m)
pie (ft)	12	pulgada (in)
pulgada (in)	0,0254	metros (m)
pulgada (in)	25,4	milímetros (mm)
yarda (yd)	3	pie (ft)
yarda (yd)	36	pulgada (in)
milla	1,76 yarda	(yd)
milla	1.609,344 metros	(m)
mil	0,000025 metros	(m)
Kilómetro (Km.)	0,6214	milla
Area		
metro cuadrado (m²)	1,196	yarda cuadrado (yd²)
metro cuadrado (m²)	10,764	pie cuadrado (ft²)
metro cuadrado (m²)	1.550	pulgada cuadrada (in²)
metro cuadrado (m²)	10.000	Centímetro cuadrado (cm²)
pulgada cuadrada (in²)	0,006944	pie cuadrado (ft²)
pie cuadrado (ft²)	144,009217	pulgada cuadrada (in²)
yarda cuadrado (yd²)	0,8361	metro cuadrado (m²)
pie cuadrado (ft²)	0,000093	metro cuadrado (m²)
pulgada cuadrada (in²)	0,000645	metro cuadrado (m²)
área (a)	100	metros cuadrados (m²)
hectárea (ha)	100	área (a)
acre	4.047	metros cuadrados (m²)
centímetro cuadrado (cm²)	0,155	pulgada cuadrada (in²)
milímetro cuadrado (cm²)	0,001550	pulgada cuadrada (in²)
Volumen		
pie cúbico (ft³)	2,8320 x 10 ⁴	centímetro cúbico (cm³)

TABLAS DE CONVERSIONES METRICAS

Para convertir de:	multiplicar por:	a
pie cúbico (ft³)	1,728 x 10³	pulgada cúbica (in³)
pie cúbico (ft³)	2,832 x 10⁻²	metro cúbico (m³)
pie cúbico (ft³)	7,48052	Galones (Líquido E.U)
pie cúbico (ft³)	28,32	Litros
pulgada cúbica (in³)	16,4 x 10⁻⁶	metro cúbico (m³)
pulgada cúbica (in³)	16,39	centímetro cúbico (cm³)
pulgada cúbica (in³)	4,329 x 10⁻³	Galones (Líquido E.U)
pulgada cúbica (in³)	1,639 x 10⁻²	Litros
centímetro cúbico (cm³)	61 x 10⁻³	pulgada cúbica (in³)
metro cúbico (m³)	35,32	pie cúbico (ft³)
metro cúbico (m³)	61,02 x 10³	pulgada cúbica (in³)
galón (U.S)	3,79 x 10⁻³	metro cúbico (m³)
Temperatura		
(°C) + 273	1	Temperatura Absoluta (°C)
(0°) + 17,78	1,8	Temperatura (°F)
(°F) + 460	1	Temperatura Absoluta (°R)
(°F) - 32	5/9	Temperatura (°C)
Fuerza		
newton (Nw)	1 X 10⁵ dinas	(dyn)
newton (Nw)	100,4 X 10⁻⁶	toneladas fuerza (tonf)
newton (Nw)	0,2248	libras fuerza (lbf)
newton (Nw)	3,597	onzas fuerza (ozf)
newton (Nw)	0,102	kilopondio (Kp)
newton (Nw)	102 pondio	(p)
kilopondio (Kp)	9,807	newton (Nw)
kilopondio (Kp)	981 X 10³ dinas	(dyn)
kilopondio (Kp)	982 X 10⁻³	toneladas fuerza (tonf)
kilopondio (Kp)	2,205	libras fuerza (lbf)
kilopondio (Kp)	35,27	onzas fuerza (ozf)
libras fuerza (lbf)	4,448	kilopondio (Kp)
tonelada (Tn)	1000	kilogramos (Kgs)
Propiedades de la Sección		
modulo de la sección S (in³)	0,016387060 x 10⁻³ S	(m³)
momento de inercia I (in⁴)	0,00041623140 x 10⁻³ I	(m⁴)
modulo de elasticidad E (psi)	6894,76	E (Pa)
section modulus S (m³)	61023,74 S	(in³)
moment of inertia I (m⁴)	2402510 I	(in⁴)
modulo de elasticidad E (Pa)	0.014503770 x 10⁻² E	(psi)
Torque y Momento		
lbf. ft	1,356	newton meter (N*m)
lbf. in	0,1129	newton meter (N*m)
N*m	0,73756	lbf. ft

TABLAS DE CONVERSIONES METRICAS

Para convertir de:	multiplicar por:	a
N*m	8,8507 lbf.	in
Masa		
kilogramo (kg)	2,2046	libras (lb)
kilogramo (kg)	35,27	onzas (oz)
kilogramo (kg)	2,204622	pound (avoirdupois)
kilogramo (kg)	0,00110231	tonelada (corta, 2000 lb)
kilogramo (kg)	$0.98420640 \times 10^{-3}$	tonelada (larga 2240 lb)
libras (lb)	0,4536	kilogramo (Kg)
libras (lb)	16	onzas (oz)
libras (lb)	$2,56 \times 10^2$	Dracmas
libras (lb)	$4,53 \times 10^2$	gramos
kilogramo/metro (Kg/m)	0,672	libras/pie (lb/ft)
kilogramo/metro (Kg/m)	0,55997410	libras/pulgada (lb/in)
libras/pie (lb/ft)	1,48816	kilogramo/metro (Kg/m)
libras/pulgada (lb/in)	17,85797	kilogramo/metro (Kg/m)
libras/pie lb/ft ³	16,01846	Kilogramo/metro cúbico (Kg/m ³)
libras/pie lb/ft ³	27679,90	Kilogramo/metro cúbico (Kg/m ³)
Kilogramo/metro cúbico (Kg/m ³)	0,06242797	libras/pie lb/ft ³
Kilogramo/metro cúbico (Kg/m ³)	$0.03612730 \times 10^{-3}$	libras/pie lb/ft ³
Presión y Esfuerzo		
libras/pie cuadrado (lb/ft ²)	$4,725 \times 10^{-4}$	atmosferas
libras/pie cuadrado (lb/ft ²)	4,882	kilogramo/metro cuadrado (Kg/m ²)
libras/pulgada cuadrado (lb/in ²)	703	kilogramo/metro cuadrado (Kg/m ²)
libras/pulgada cuadrado (lb/in ²)	144	libras/pulgada cuadrado (lb/ft ²)
bar	$2,088 \times 10^{-3}$	libras/pulgada cuadrado (lb/ft ²)
bar	$10,2 \times 10^3$	kilogramo/metro cuadrado (Kg/m ²)
newton/metro cuadrado (Nw/m ²)	0,102	kilogramo/metro cuadrado (Kg/m ²)
Potencia		
vatios	$1,341 \times 10^{-3}$	Caballos de potencia
vatios	$1,36 \times 10^{-3}$	H.P (métricos)
vatios	$1,433 \times 10^{-2}$	Kg – calorí/min
vatios	$1,0 \times 10^{-3}$	Kilovatio
vatios (absoluto)	1,0	Joules/seg
vatio - horas	3,413	B.T.U
vatio - horas	$3,6 \times 10^{10}$	Ergios
kilovatios	$5,69 \times 10^1$	B.T.U./min
kilovatios	1,341	Caballos de potencia
kilovatios	$1,0 \times 10^3$	vatios
kilovatios/hora	$3,41 \times 10^3$	B.T.U
kilovatios/hora	$3,6 \times 10^{13}$	Ergios
kilovatios/hora	$2,65 \times 10^6$	Pie-libras
kilovatios/hora	1,341	Caballos de potencia/hora

TABLA N°. 1
CARACTERISTICAS DE CABLES
CABLE MONOPOLAR 600 VOLTIOS

tamaño	THW 75°				TTU 90°				RHH/RHW 90°			
	Diámetro mm	Area mm2	Peso Kgs/Km	Radio curvatura mm	Diámetro mm	Area mm2	Peso Kgs/Km	Radio curvatura mm	Diámetro mm	Area mm2	Peso Kgs/Km	Radio curvatura mm
14	4,2	13,85	31 17		4,13	13,40	31 17		4,89	18,78	34	20
12	4,6	16,62	44 18		4,62	16,76	44 18		5,36	22,56	47	21
10	5,2	21,24	65 21		5,23	21,48	65 21		5,99	28,18	68	24
8	6,7	35,26	104 27		6,74	35,68	104 27		8,27	53,72	116	33
6	8,5	56,75	168 34		8,47	56,35	172 34		9,23	66,91	169	37
4	9,7	73,90	249 39		9,68	73,59	255 39		10,45	85,77	249	42
2	11,2	98,52	375 45		11,22	98,87	381 45		11,98	112,72	375	48
1	13,5	143,14	491 54		13,51	143,35	502 54		14,77	171,34	494	59
1/0	14,5	165,13	601 58		14,54	166,04	613 58		15,79	195,82	605	63
2/0	15,7	193,59	740 63		15,68	193,10	752 63		16,94	225,38	743	68
3/0	17	226,98	914 68		16,98	226,45	928 68		18,24	261,30	917	73
4/0	18,5	268,80	1131 74		18,55	270,26	1147 74		19,74	306,04	1134	79
250	21,2	352,99	1378 85		21,27	355,33	1388 85		22,72	405,42	1375	91
300	22,6	401,15	1627 90		22,67	403,64	1636 90		24,12	456,93	1624	96
350	23,9	448,63	1875 96		23,97	451,26	1886 96		25,42	507,51	1871	127
400	25,1	494,81	2122 100		25,17	497,57	2133 100		26,62	556,55	2117	133
500	27,3 56	5,35	2612	137	27,6 58	8,29	2622	137	28,82	652,35	2607	144
600	30	706,86	3129 150		30,6	735,42	3150 150		31,58	783,28	3122	158
700	31,9	799,23	3616 159		31,93	800,73	3652 159		33,38	875,11	3605	167
750	32,6	834,69	3858 163		32,73	841,36	3881 164		34,28	922,94	3851	171
1000	36,7 16	57,85	5059	183	37,2 16	86,87	5093	184	38,18	1144,89	5049	191

TABLA N°. 2
CARACTERISTICAS CABLES
CABLE MULTICONDUCTOR TIPO TC 600 VAC CON CONDUCTORES XHHW DE COBRE

tamaño	TRES CONDUCTORES				tamaño	CUATRO CONDUCTORES			
	Diámetro mm	Area mm2	Peso Kgs/Km	Radio curvatura mm		Diámetro mm	Area mm2	Peso Kgs/Km	Radio curvatura mm
14					14	12,1		225	
12					12	13,2		285	
10					10				
8	16,1 203	58	466	65	8	18,9 280	55	615	76
6	18,1	257,30 644		72	6	20	314,16 813		80
4	20,6 333	29	929	82	4	23,8 444	88	1235	95
2	24,9 486	96	1422	100	2	27,5 593	96	1818	138
1	28,2 624	58	1784	141	1	31,2 764	54	2284	156
1/0	30,4 725	84	2177	152	1/0	33,6 886	69	2791	168
2/0 22,8		408,28	2656	164	2/0	36,3	1034,91	3414	182
3/0 35,5		989,80	3256	178	3/0	39,4	1219,22	4196	197
4/0	38,5 116	4,16	4007	193	4/0	44,2 153	4,39	5301	221
250	42	1385,45 4	128	210	250	48,2	1824,67 6	146	241
300	46,4 169	0,93	5715	232	300	51,5 208	3,08	7357	258
350	49,1 189	3,45	6566	246	350	54,5 233	2,83	8465	273
500	55,9 245	4,23	9075	280	500	62,2 303	3,59	11735	311
600	61,9 300	9,35	10390	310	600	68,9 372	3,46	14134	345
750	67,4 356	7,88	13421	337	750	76,6 460	3,38	17618	383
1000	76,9 464	4,55	17777	385	1000	85,6 575	4,91	23021	428

TABLA N°. 3

CARACTERISTICAS CABLES EN milímetros y kilos

CABLE MULTICONDUCTOR TIPO MC 600 VAC CON CONDUCTORES XHHW DE COBRE

tamaño cable	TRES CONDUCTORES MAS TIERRA						tamaño cable	CUATRO CONDUCTORES MAS TIERRA					
	con chaqueta		sin chaqueta		peso Kg/m			con chaqueta		sin chaqueta		peso Kg/m	
	Diámetro mm	Area mm2	Diámetro mm	Area mm2	armado aluminio	armado hierro		Diámetro mm	Area mm2	Diámetro mm	Area mm2	armado aluminio	armado hierro
8	17,78	248,29	20,32	324,29	0,61	0,85	8	19,304	292,67	21,844	374,76	0,76	1,01
6	19,812	308,28	22,352	392,40	0,82	1,10	6	21,59	366,10	24,13	457,30	1,03	1,29
4	22,606	401,36	25,146	496,63	1,10	1,41	4	24,638	476,76	27,178	580,13	1,38	1,71
2	25,654	516,89	28,448	635,62	1,61	1,96	2	27,94	613,12	30,988	754,19	1,92	2,32
1	29,464	681,83	32,258	817,27	2,05	2,43	1	31,75	791,73	34,544	937,21	2,40	2,84
1/0	31,242	766,60	34,036	909,85	2,32	2,77	1/0	34,29	923,48	37,084	1080,10	2,89	3,38
2/0	33,528	882,89	36,322	1036,17	2,75	3,27	2/0	37,084	1080,10	39,624	1233,13	3,51	4,05
3/0	37,084	1080,10	39,878	1248,99	3,50	3,97	3/0	40,132	1264,95	43,434	1481,67	4,37	4,96
4/0	39,624	1233,13	42,672	1400,13	4,20	4,78	4/0	44,45	1551,80	47,752	1790,91	5,42	5,91
250	44,196	1534,11	47,244	1753,01	4,93	5,86	250	48,768	1867,93	51,816	2108,72	6,26	6,90
350	49,784	1946,57	51,744	2486,47	6,67	7,40	350	54,864	2364,10	58,42	2680,49	8,50	9,11
500	56,896	2542,46	60,198	2846,13	9,05	9,79	500	62,738	3091,38	66,802	3504,85	11,77	12,48
750	68,072	3639,38	72,136	4086,91	13,33	14,43	750	76,962	4652,04	81,788	5253,76	17,08	18,11
1000	79,248	4932,50	84,074	5551,55	17,62	19,08	1000	91,186	6530,51	96,774	7355,43	22,39	23,73

TABLA N°. 3a

CARACTERISTICAS CABLES EN pulgadas y libras

CABLE MULTICONDUCTOR TIPO MC 600 VAC CON CONDUCTORES XHHW DE COBRE

tamaño cable	TRES CONDUCTORES MAS TIERRA						tamaño cable	CUATRO CONDUCTORES MAS TIERRA					
	con chaqueta		sin chaqueta		peso lbs/ft			con chaqueta		sin chaqueta		peso lbs/ft	
	Diámetro in	Area in2	Diámetro in	Area in2	armado aluminio	armado hierro		Diámetro in	Area in2	Diámetro in	Area in2	armado aluminio	armado hierro
8	0,70	0,38 0	0,80 0,50		0,41	0,57	8	0,76	0,45 0	0,86	0,58	0,51	0,68
6	0,78	0,48 0	0,88 0,61		0,55	0,74	6	0,85	0,57 0	0,95	0,71	0,69	0,87
4	0,89	0,62 0	0,99 0,77		0,74	0,95	4	0,97	0,74 1	1,07	0,90	0,93	1,15
2	1,01	0,80 1	1,12 0,99		1,08	1,32	2	1,10	0,95 1	1,22	1,17	1,29	1,56
1	1,16	1,06 1	1,27 1,27		1,38	1,63	1	1,25	1,23 1	1,36	1,45	1,61	1,91
1/0	1,23	1,19 1	1,34 1,41		1,56	1,86	1/0	1,35	1,43 1	1,46	1,67	1,94	2,27
2/0	1,32	1,37 1	1,43 1,61		1,85	2,20	2/0	1,46	1,67 1	1,56	1,91	2,36	2,72
3/0	1,46	1,67 1	1,57 1,94		2,35	2,67	3/0	1,58	1,96 1	1,71	2,30	2,94	3,33
4/0	1,56	1,91 1	1,68 2,22		2,82	3,21	4/0	1,75	2,41 1	1,38	2,78	3,64	3,97
250	1,74	2,38 1	1,86 2,72		3,31	3,94	250	1,92	2,90 2	1,04	3,27	4,21	4,64
350	1,96	3,02 3	1,0 7,55		4,48	4,97	350	2,16	3,66 2	1,30	4,15	5,71	6,12
500	2,24	3,94 2	1,37 4,41		6,08	6,58	500	2,47	4,79 2	1,33	5,43	7,91	8,39
750	2,68	5,64 2	1,34 6,33		8,96	9,70	750	3,03	7,21 3	1,22	8,14	11,48	12,17
1000	3,12	7,65 3	1,31 8,60		11,84	12,82	1000	3,59	10,12	3,81	11,40	15,05	15,95

TABLA CORRIENTE ADMISIBLE EN BARRAS RECTANGULARES DE COBRE ELECTROLITICO

CODIGO GEDISA	DIMENSIONES				CARACTERISTICAS		INTENSIDAD DE CORRIENTE EN AMP.							
	ancho	espesor	largo	sección	peso	material	Barras desnudas				Barras pintadas			
							Cantidad de barras				Cantidad de barras			
							1	2	3	4	1	2	3	4
BA01C1203	12	3	4	35,5	0,21	Cobre electrolitico ASTM 187	110	200			125	225		
BA01C1502	15	2	4	29,5	0,26	Cobre electrolitico ASTM 187	140	240			155	270		
BA01C1503	15	3	4	44,5	0,40	Cobre electrolitico ASTM 187	170	300			189	333		
BA01C2002	20	2	4	39,5	0,36	Cobre electrolitico ASTM 187	165	315			183	350		
BA01C2003	20	3	4	59,5	0,53	Cobre electrolitico ASTM 187	220	380			244	422		
BA01C2005	20	5	4	99,5	0,89	Cobre electrolitico ASTM 187	290	495			322	549		
BA01C2503	25	3	4	74,5	0,67	Cobre electrolitico ASTM 187	270	460			300	511		
BA01C2505	25	5	4	124,5	1,11	Cobre electrolitico ASTM 187	350	600			389	666		
BA01C3003	30	3	4	89,5	0,80	Cobre electrolitico ASTM 187	315	540			350	599		
BA01C3005	30	5	4	149,5	1,34	Cobre electrolitico ASTM 187	400	700			444	777		
BA01C4003	40	3	4	119,5	1,07	Cobre electrolitico ASTM 187	420	710			466	788		
BA01C4005	40	5	4	199,5	1,78	Cobre electrolitico ASTM 187	520	900			577	999		
BA01C4010	40	10	4	399,5	3,56	Cobre electrolitico ASTM 187	750	1.350	1.850	2.500	833	1.499	2.054	2.775
BA01C5005	50	5	4	249,5	2,23	Cobre electrolitico ASTM 187	630	1.100	1.550	2.100	699	1.221	1.721	2.331
BA01C5010	50	10	4	499,5	4,45	Cobre electrolitico ASTM 187	920	1.620	2.200	3.000	1.021	1.798	2.442	3.330
BA01C6005	60	5	4	299,5	2,67	Cobre electrolitico ASTM 187	750	1.300	1.800	2.400	833	1.443	1.998	2.664
BA01C6010	60	10	4	599,5	5,34	Cobre electrolitico ASTM 187	1.100	1.860	2.500	3.400	1.221	2.065	2.775	3.774
BA01C8005	80	5	4	399,5	3,56	Cobre electrolitico ASTM 187	950	1.650	2.200	2.900	1.055	1.832	2.442	3.219
BA01C8010	80	10	4	799,5	7,12	Cobre electrolitico ASTM 187	1.400	2.300	3.100	4.200	1.554	2.553	3.441	4.662
BA01C9105	100	5	4	499,5	4,45	Cobre electrolitico ASTM 187	1.200	2.000	2.600	3.400	1.332	2.220	2.886	3.774
BA01C9100	100	10	4	999,5	8,90	Cobre electrolitico ASTM 187	1.700	2.700	3.600	4.800	1.887	3.000	3.996	5.328

Barras de cobre electrolitico rentangulares con cantos vivos, aleación UNS 11000 (99,9% cobre) de acuerdo a la norma ASTM-187, temple H04

GLOSARIO DE TERMINOS

Para una mayor comprensión de algunos de los términos empleados en nuestro manual de sistemas de puesta a tierra a fin de poder obtener el mejor resultado de la información sobre los tópicos en el tratado, a continuación se describen los más usuales.

A

A tierra: Conexión conductora, intencionada o accidental, entre un circuito o equipo eléctrico y el terreno natural o algún cuerpo conductor que sirva como tal.

Alambre: Conductor eléctrico metálico de un solo hilo y de sección circular.

Ablandamiento de las aguas: Eliminación de los iones Ca^{+2} , Mg^{+2} y Fe^{+2} que originan la dureza de las aguas.

Activo (conductor): Eléctricamente conectado a una fuente de potencial o eléctricamente cargado de manera que presente una diferencia de potencial con respecto a tierra.

Aislante: Material cuya conductividad eléctrica es nula o muy pequeña.

Ácido graso: Compuesto orgánico cuyas moléculas están formadas por una larga cadena de hidrocarburo y un grupo $-\text{COOH}$ terminal; combinado con el glicerol constituye una grasa.

Ácidos débiles: Son aquellos que les cuesta más liberar los protones, por lo tanto les es más difícil formar iones.

Ácidos fuertes: Son aquellos que liberan fácilmente los protones con lo cual se ionizan totalmente.

Agente Oxidante: Especie que produce oxidación, lo que quiere decir que hace que otra especie pierda electrones.

Agente reductor: Especie que libera electrones, con lo cual hace posible que la otra especie que los gana reduce su estado de oxidación.

Agua subterránea: Agua que se acumula o desplaza bajo la tierra.

Agua de superficie: Agua que se encuentra sobre la superficie del suelo.

Aguas blandas: Agua que no contienen los iones calcio (Ca^{+2}), magnesio (Mg^{+2}) o hierro (Fe^{+2}) que originan su dureza.

Aguas duras: Agua que contiene concentraciones relativamente altas de iones calcio (Ca^{+2}), magnesio (Mg^{+2}) o Hierro (Fe^{+2}).

Ánodo: Electrodo en el que tiene lugar la oxidación en una celda electroquímica.

Átomo: Partícula más pequeña que poseen las propiedades de un elemento. Toda la materia está compuesta por átomos.

Átomo electronegativo: Átomo que tiene gran capacidad para atraer los electrones hacia sí. Ej.: no metales.

Átomo electropositivo: Átomo que tiene gran capacidad para ceder los electrones. Ej. metales.

B

Barra de distribución de tierra: Barra rectangular de cobre a la que se conectan físicamente un cierto número de conductores de puesta a tierra.

Base de la terminal: Dispositivo mecánico de metal fundido en la cual se sujeta la terminal aérea.

Bronce: Aleación de cobre y estaño. La proporción del estaño respecto al cobre varía entre el 10% y el 25%, proporción que aumenta la dureza del material. Esta aleación es muy maleable y resistente a la corrosión.

Bases: Son sustancias que pueden perder iones hidroxilos (OH^-) o ganar protones según corresponda.

Bases Débiles: Son aquellas que les cuesta más liberar iones hidroxilo (OH^-) o aceptar protones, por lo que se ionizan parcialmente.

Bases Fuertes: Son aquellas que liberan fácilmente los iones hidroxilo (OH^-) y se ionizan completamente.

Biodegradable: Capaz de ser descompuesto en sustancias más sencillas por las bacterias.

C

Cable: Conductor eléctrico flexible formado por varios alambres trenzados, el cable puede ser desnudo o aislado y de forma redonda o concéntrica.

Cobre electrolítico: Cobre con un contenido mínimo de 99,9% de cobre más plata.

Conductor de bajada: Elemento conductor destinado a ofrecer una trayectoria a la corriente que va de la punta del pararrayos hacia un electrodo de tierra o al sistema general de tierra.

Conductor desnudo: Conductor que no tiene ni ningún tipo de cubierta o aislamiento eléctrico.

Cable aislado con material termoplástico: Cable con el cual la aislación de los conductores lo constituye un compuesto Termoplástico (Polietileno o PJC).

Conductor de puesta a tierra: Un conductor que se usa para conectar un equipo o el circuito puesto a tierra de un sistema de alambrado a uno o varios electrodos de puesta a tierra.

Conductor puesto a tierra: Un conductor del sistema o circuito que está puesto a tierra intencionalmente.

Conductor de puesta a tierra de los equipos: El conductor que se usa para conectar las partes metálicas de equipos que no transportan corriente, las canalizaciones u otras cubiertas, al conductor puesto a tierra del sistema, al conductor del electrodo de puesta

a tierra, o ambos; en el equipo de acometida o en la fuente de un sistema derivado separadamente.

Conector: Dispositivo de conexión para partes puestas a tierra de un circuito eléctrico, capaz de soportar durante un tiempo específico corrientes eléctricas en condiciones anormales como la s de un corto circuito.

Conexión: Unión efectiva y permanente de los elementos metálicos para formar una trayectoria eléctrica, la cual debe garantizar la continuidad y la capacidad para conducir en forma segura cualquier corriente transitoria impuesta.

Calor de combustión: Cantidad de energía térmica liberada cuando se quema una cantidad específica de una sustancia.

Calor de fusión: Cantidad de calor necesaria para convertir una cantidad específica de un sólido en líquido en su punto de fusión.

Calor específico: Cantidad de calor que se requiere para elevar en un grado Celsius la temperatura de un gramo de una sustancia determinada.

Cambio de estado: Cambio reversible que experimenta una sustancia. Por ejemplo, hielo a agua.

Cambio físico: Es aquél que ocurre externamente. No existe un cambio interno en la estructura de la materia, ya que no existe una reordenación de átomos; no se forman sustancias nuevas. Es un cambio de estado, por tanto es reversible.

Cambio Químico: Cambio que ocurre internamente. En él existe una reordenación de átomos dando origen a sustancias nuevas. Este cambio es el resultado de una reacción química: generalmente es irreversible.

Capilaridad: Ascenso espontáneo de un líquido por el interior de un tubo delgado (capilar). La capilaridad depende de las atracciones existentes entre sus moléculas y las interacciones entre las moléculas y las paredes del tubo de vidrio.

Catalizador: Sustancia química que permite acelerar o retardar una reacción química sin experimentar cambio después de ello.

Catión: Átomo o molécula con carga positiva porque ha perdido electrones.

Cátodo: Electrodo en el que tiene lugar la reducción en una celda electroquímica.

Celda electroquímica: Dispositivos para llevar a cabo una electrólisis o producir electricidad por medio de una reacción química.

Ciclo hidrológico: Circulación del agua entre la atmósfera y la corteza terrestre.

Combustión: Proceso de oxidación de la materia, con formación de CO₂ y liberación de calor.

Complejo: Se dice de un tipo de compuesto en el cual las moléculas o iones forman enlaces coordinados con un átomo metálico o ión.

Compresión: Disminución del volumen de un cuerpo por efecto del aumento de la presión que se ejerce sobre él o de la disminución de la temperatura.

Compuesto iónico: Compuesto químico formado por iones.

Compuesto orgánico: Compuesto químico formado principalmente por átomos de carbono, y otros átomos como hidrógeno y oxígeno.

Compuestos químicos: Sustancias puras originadas por la combinación de 2 o más átomos distintos, que no es posible separarlos por medios físicos. Se representan mediante fórmulas.

Concentración de una solución: Relación entre la cantidad de soluto y solvente de una solución.

Condensación: Paso de una sustancia del estado gaseoso al estado líquido o sólido.

D

Densidad: Masa por unidad de volumen. Es una propiedad característica de cada sustancia.

Detergentes: Sustancias que limpian la suciedad contenida por grasas y aceites.

Destilación: Método para separar mezclas de líquidos que tengan diferentes puntos de ebullición.

Destilado: Productos condensados en la destilación.

Diámetro nominal: Diámetro teórico del conductor que sirve para designarlo.

Diámetro real: Diámetro del conductor determinado por mediciones.

Dipolo: Centro donde se ubican la carga negativa y positiva.

Disacáridos: Moléculas formadas por dos unidades de azúcares unidas covalentemente. Ej. sacarosa (glucosa + fructosa).

E

Electrodo: Elemento en contacto íntimo (enterrado) con el suelo, que descarga a tierra las corrientes eléctricas nocivas y mantiene un potencial de tierra equilibrado en todos los conductos que estén conectados a él.

Equipo: Término general que incluye dispositivos electrónicos, aparatos electrodomésticos, luminarias, equipo eléctrico en general como pueden ser motores, transformadores, etc., y aparatos y productos similares utilizados como partes de, o en conexión con una instalación eléctrica.

Ecuación iónica neta: Ecuación que muestra una reacción química en la que sólo intervienen iones.

Ecuación Química: Es la representación formal de una reacción química en términos de símbolos de los elementos y fórmulas de los compuestos involucrados en una transformación química.

Electrodos: 2 tiras de metal o de otros conductores que actúan como contacto entre la disolución o la sal fundida y el circuito externo en una celda electroquímica, la reacción tiene lugar en ambos electrodos.

Electrólisis: Es un proceso mediante el cual un compuesto químico se descompone en sus elementos.

o compuestos más simples por acción de la corriente eléctrica.

Electrolito: Sustancia que, al disolverse en agua, produce una disolución que puede conducir la electricidad.

Electrón: Partícula atómica con carga negativa que rodea al núcleo del átomo.

Electronegatividad: Capacidad de los átomos para atraer los electrones de enlace hacia sí.

Elemento químico: Sustancia pura constituida por una sola clase de átomos. Se representa mediante símbolos.

Emulsión: Mezcla heterogénea en la cual sus componentes se encuentran ambos en estado líquido, y se distinguen sólo parcialmente.

Energía cinética: Energía asociada al movimiento.

Enlace coordinado: Enlace covalente en el cual el par de enlaces se visualiza como aportado por una sola de las especies que lo componen la otra se comporta como aceptor de electrones.

Enlace covalente: Fuerza que mantiene unido a dos o más átomos compartiendo sus electrones.

Enlace covalente apolar: Enlace formado por átomos iguales donde no existen centros de carga positivos y negativos, ya que ambos átomos al ser iguales atraen con la misma fuerza a los electrones hacia sí.

Enlace covalente polar: Enlace formado por átomos distintos que generan centros de carga positiva y negativa como consecuencia de la distinta atracción de electrones por su núcleo.

Enlace de Hidrógeno: Es una asociación molecular en la que existe una atracción dipolo-dipolo entre moléculas que poseen un átomo de H unido a O, N ó

F

Enlace doble: Enlace covalente en el que dos átomos enlazados comparten cuatro electrones.

Enlace iónico: Fuerza que mantiene unido al anión y al catión.

Enlace químico: Fuerza que mantiene unido a los átomos.

Enlace simple: Enlace covalente en el que dos átomos unidos comparten dos electrones.

Entalpía: Cantidad termodinámica que se usa para describir los cambios térmicos que se llevan a cabo a presión constante.

Especie oxidada: Es la especie que libera electrones y por lo tanto aumenta su estado de oxidación.

Especie reducida: Es la especie que gana electrones y por lo tanto su estado de oxidación disminuye.

Estequiometría: Las relaciones entre número mínimo de moles entre reactivos y productos de las reacciones químicas.

Estado de oxidación o número de oxidación: Número de cargas que tendría un átomo en una molécula (o en un compuesto iónico) si los electrones fueran transferidos completamente).

Estado gaseoso: Estado de la materia que no posee volumen ni forma fija.

Estado líquido: Estado de la materia que posee volumen fijo, pero no forma fija.

Estado sólido: Estado de la materia que posee volumen y forma fijos.

Estructura molecular: Forma en que están acomodados y enlazados los átomos de una molécula.

Evaporación: Paso de una sustancia del estado líquido al estado gaseoso.

Expansión: Aumento del volumen de un cuerpo por efecto del incremento de la temperatura o la disminución de presión.

F

Filtración: Separación de las partículas sólidas de un líquido haciendo pasar la mezcla a través de un material que retiene partículas sólidas.

Filtrado: Líquido recolectado de una filtración.

Fotosíntesis: Proceso a través del cual las plantas verdes elabora materia orgánica a partir de dióxido de carbono y agua en presencia de luz.

Fuerzas intermoleculares: Fuerzas de atracción entre moléculas polares.

Fuerzas de Van der Waals: Fuerza de atracción entre moléculas apolares o poco polares.

Fusión: Paso de sólido a líquido al aumentar la temperatura.

G

Geósfera: Parte sólida de la tierra.

Grasas: Lípido que resulta de la reacción de ácidos grasos saturados (con enlaces simples carbono-carbono) y glicerol.

Grupo de la Tabla Periódica: Columna vertical de elementos en la tabla periódica, indica la cantidad de electrones que existen en el último nivel de energía. Los elementos de un grupo de terminado poseen propiedades similares.

H

Heterogéneo: No parejo ni uniforme.

Hidratación: Atracción que ejerce un ión en solución hacia las moléculas de agua cuando esta está como solvente.

Hidrólisis: Es un proceso mediante el cual se descompone el agua en sus elementos constituyentes hidrógeno y oxígeno, por acción de la corriente eléctrica, o se rompe una molécula por la acción del agua.

Hidrosfera: Masa total de agua que cubre la superficie de la Tierra, está formada por aguas oceánicas o saladas y aguas continentales o dulces.

Hidróxidos: Compuestos formados por un metal y el ión hidroxilo (OH⁻).

I

Ión: Átomo o molécula cargada que ha perdido o ganado electrones.

L

Litosfera: Capa exterior de la geósfera; corteza terrestre.

Lixiviación: Proceso de disolución de un sólido por un líquido, como el agua.

M

Masa Atómica: Masa de un átomo.

Masa molar: Masa (por lo general en gramos) de un mol de sustancia.

Materia: Todo aquello que tiene masa y volumen

Metal: Elemento químico con gran facilidad para perder electrones, de alta conductividad térmica y eléctrica, con brillo maleabilidad y ductibilidad.

Metales pesados: Metales de masa atómica elevada por lo general del quinto o sexto período de la tabla periódica.

Mezcla: Combinación física formada por dos o más componentes, los cuales no tienen una proporción fija o definida. En una mezcla cada componente conserva inalterable sus propiedades físicas y químicas. Las mezclas se pueden separar por medios físicos. Presentan temperatura variable durante los cambios de estado.

Mezcla heterogénea: Mezcla formada por dos o más componentes en la cual se pueden distinguir sus componentes a simple vista o con ayuda de un microscopio. Cada componente conserva sus propiedades.

Mezcla homogénea: Mezcla formada por dos o más componentes en la cual no se pueden distinguir sus componentes a simple vista, y cada uno conserva sus propiedades.

Mineral: Elemento o compuesto químico que se expresa a través de una fórmula química. Se forma por un proceso natural.

Mol: Unidad utilizada en química, que corresponde a la cantidad de: átomos, iones, moléculas, electrones, protones u otras entidades específicas cuyo valor es $6 \cdot 10^{23}$ unidades.

Molécula: Unión de dos o más átomos que pueden ser iguales o distintos Ej. H_2 y H_2O .

Molécula polar: Aquella que presenta dos centros de gravitación de carga positiva y negativa.

N

Neutrón: Partícula con carga cero que se encuentra en el núcleo del átomo y es la responsable de la masa del átomo (la masa del protón y el electrón son muy pequeñas).

Nivel de valencia: Último nivel de energía que posee un átomo.

No electrolito: Sustancia que disuelta en agua produce una disolución no conductora de la electricidad.

No metal: Elemento que por lo general es mal conductor de calor y electricidad.

Núcleo atómico: Región central de un átomo donde se encuentran los protones y neutrones.

Número atómico: Número de protones de un átomo. Cuando el átomo es neutro, el número de protones es igual al número de electrones. Este número permite distinguir los átomos de los distintos elementos.

Número de coordinación: Número de enlaces coordinados que forma un átomo o ión metálico en un complejo.

Número másico: Suma de los protones y neutrones. No se consideran los electrones ya que su masa es despreciable con relación a estas partículas.

Nutrientes: Compuestos esenciales para la alimentación de los organismos; comprenden los hidratos de carbono, grasas, proteínas, sales minerales, vitaminas y agua.

O

Oxidación: Proceso en el cual se liberan electrones.

Óxidos: Compuesto químico formado por oxígeno y metal o no metal, cuando está formado por oxígeno y no metal se llama anhídrido.

Óxidos ácidos: Óxidos no metálicos que al reaccionar con agua forma oxácidos.

Óxidos básicos: Óxidos metálicos que al reaccionar con agua forman hidróxidos.

P

Períodos: Filas horizontales de elementos en la tabla periódica, indican el nivel de energía que poseen los átomos.

Ph: Medida de la concentración de protones en una solución.

Polímero: Sustancia constituida por moléculas grandes compuestas de muchas unidades idénticas que se repiten.

Precipitado: Suspensión de pequeñas partículas sólidas en un líquido formadas por una reacción química.

Productos: Sustancias finales que se forman en una reacción química.

Propiedades químicas: Propiedades que determinan aspectos de la materia con cambio en la composición de ella.

Propiedades físicas: Propiedades que determinan aspectos de la materia sin cambio en la composición de ella.

Protón: Partícula con carga positiva que se encuentra en el núcleo del átomo.

Punto de congelación: Temperatura más baja que puede alcanzar un líquido antes de pasar al estado sólido.

Punto de ebullición: Temperatura más alta que puede alcanzar un líquido antes de pasar al estado gaseoso.

Punto de fusión: Temperatura más alta que puede alcanzar un sólido antes de pasar al estado líquido.

R

Resistencia: Es la propiedad de los materiales a oponerse al paso de la corriente eléctrica.

Resistencia Eléctrica: Se define como la oposición que ofrece un cuerpo a un flujo de corriente que intente pasar a través de sí.

Resistencia de puesta a tierra: Es la resistencia que oponen un electrodo de Puesta a Tierra y el suelo que le circunda, al paso de una corriente de medida que es recogido en otro punto del suelo, suficientemente alejado, en presencia de la d.d.p. neta respecto de la Tierra Remota representada por un punto intermedio.

Rigidez dieléctrica: Propiedad de un material aislante de resistir el esfuerzo dieléctrico.

Resistividad: Es la resistencia eléctrica específica de un material y se determina sobre una muestra de material que tenga la unidad de longitud, y la unidad de sección transversal.

Reacción endotérmica: Reacción que absorbe energía del medio ambiente.

Reacción exotérmica: Reacción que libera energía al medio ambiente.

Reacción química: Proceso en el cual a partir de una o más sustancias se originan otras u otras distintas a las iniciales: En una reacción química los átomos de los elementos o compuestos químicos iniciales son los mismos que los átomos de los elementos químicos finales, pero la reordenación de los átomos iniciales y finales de dichos elementos o compuestos es distinta.

Reacciones de óxido reducción: Son aquellas en las cuales unos reactantes ganan electrones, y otros los pierden. En ellas debe existir un cambio en el estado de oxidación de algunos elementos o todos los elementos de los compuestos reaccionantes.

Reactante: Sustancias iniciales que están presentes en una reacción química.

Reactivo: Sustancia de partida de una reacción química.

S

Sección especificada del conductor: Suma de las secciones rectas de los alambres del conductor, calculadas en función de los diámetros nominal de los mismos.

Sistema Interior de Conexión a Tierra: Se desarrolla aguas arriba de las cargas fijas o de los tomacorrientes de una instalación de usoario final, está conformado por los conductores de Tierra (protección) que convergen en la barra equipotencial del Tablero de Distribución, acompañando a los conductores de Fase o Fases

Sistema de Puesta a Tierra: Configuración de dispositivos y conductores eléctricos destinada a la protección del personal y equipo eléctrico contra variaciones transitorias de voltaje y corriente eléctrica.

Soldadura exotérmica: Conexión permanente entre conductores de cobre, electrodos de puesta a tierra y/o metales de acero al carbón, unión a nivel molecular producto de una reacción exotérmica.

Sales: Compuestos químicos unidos por atracción electrostática que están formados por un anión y un catión distinto a O, H y OH.

Sedimentación: Mayor facilidad con que las partículas de una sustancia se depositan en el fondo de un recipiente después de mezclar y agitar con agua u otro líquido.

Solidificación: Paso de líquido a sólido.

Solubilidad: Cantidad de una sustancia que se disuelve en una cantidad específica de disolución saturada a una presión y temperatura dada.

Solución: Mezcla homogénea formada por soluto y solvente. Sus componentes pueden separarse mediante cambios de estado.

Solución concentrada: Aquella que contiene gran cantidad de soluto en una pequeña cantidad de solvente.

Solución diluida: Aquella que contiene muy poca cantidad de soluto en una gran cantidad de solvente.

Solución no saturada: Solución que contiene una concentración menor de soluto que una solución saturada a temperatura dada.

Solución saturada: Es la máxima cantidad de soluto que a presión y temperatura determinada se disuelve en una cantidad dada de solvente.

Solución sobresaturada: Solución que contiene mayor concentración de soluto que una solución saturada a temperatura dada.

Soluto: Es aquel componente de una solución que se encuentra en menor cantidad y corresponde al componente que se disuelve en el solvente.

Solvatación: Proceso de disolución en el cual las moléculas de solvente rodean a las moléculas de soluto de una manera uniforme y está determinado por la polaridad del soluto y el solvente.

Solvente: Es aquel componente de una solución que se encuentra en mayor cantidad y corresponde al componente que disuelve al soluto.

Sublimación: Paso de sólido a gas directamente sin pasar por el estado líquido.

Suelo: Mezcla de minerales, materia orgánica, aire y agua en proporciones variables. El suelo forma la capa superior de la litosfera y habitan en él una infinidad de organismos.

Suspensión: Mezcla heterogénea en la cual sus componentes se encuentran en estado sólido y líquido, y se distinguen a simple vista.

Sustancias puras: Aquellas que no pueden descomponerse en otras más simples mediante

cambios físicos. Poseen propiedades características que permiten identificarlas como por ejemplo densidad, temperatura de ebullición, temperatura de fusión, etc.

T

Terminal aérea: Dispositivo mecánico receptor de descargas atmosféricas.

Tubo (conduit): Sistema de canalización diseñado y construido para alojar conductores en instalaciones eléctricas, de forma tubular y sección circular.

Tabla periódica: Tabla en la que los elementos, clasificados en orden de número atómico creciente, se sitúan de manera tal que los que poseen propiedades similares se hallan cerca unos de otros.

Temperatura: Grado de calor que posee una sustancia.

Tensión superficial: Fuerza de atracción entre las moléculas de la superficie de un líquido y de las moléculas por debajo de ellas que permite que los líquidos presentan una gran tendencia a formar gotas.

Termodinámica: Estudio científico de las interconversiones de calor y otras formas de energía.

Teoría de los pares electrónicos del nivel de valencia: Los pares de electrones del nivel de valencia se sitúan en el espacio de manera que entre ellos exista la mínima repulsión ocasionada por sus cargas negativas.

Tetraedro: Pirámide triangular regular.

U

Unión: Conexión mecánica o exotérmica de partes metálicas para formar una trayectoria eléctricamente conductora, que asegure la continuidad y capacidad de conducir con seguridad cualquier corriente eléctrica.

NOTAS

This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of small, uniform squares formed by thin, light blue lines. There are no margins, text, or other markings on the page.

NOTAS

This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of small, uniform squares formed by thin, light blue lines. There are no margins, text, or other markings on the page.

Hoja de Comentarios

Manual de sistemas de puesta a tierra

Edición N°. 1

Año 2007

Agradecemos, sírvase emitirnos su opinión sobre esta publicación en lo que respecta a su utilidad, facilidad de lectura, comprensión, diagramación, etc. Sugiriendo las posibles adiciones y supresiones que considere necesario, y liste los errores y omisiones específicos indicando el capítulo y número de página correspondiente. Todos los comentarios y sugerencias pasarán a ser propiedad de **GEDISA**, sin incurrir por ello en ninguna obligación para con el remitente.

Sus comentarios nos ayudarán a mejorar las próximas ediciones de este manual. Cada una de las observaciones que se reciban, será revisada por el personal asignado de la redacción y/o revisión de esta publicación. Favor anotar sus comentarios en el espacio en blanco de esta hoja o anexar una y remitirla a la dirección que figura a continuación:

GEDISA

Atención. Ing. Gregor Rojas

Gerencia Nacional de Mercadeo y Ventas

División Materiales Eléctricos

Av. Principal de Boleita Norte

Edificio Cari P.H

Caracas-Venezuela

Fax: (0212) 235.79.30

Teléfonos: (0212) 239.80.11 - 239.92.11 - 239.02.33

Celular: 0414.505.40.68

e-mail:

grojas@gedisa.com.ve

gregorrojas@cantv.net

o entregarla en la sucursal mas cercana a usted.

Agradecemos de antemano su gentil colaboración.

[illegible]

TODO LO QUE REQUIERE EN MATERIA DE CERRAMIENTOS PARA EQUIPO ELECTRICO



**CERRAMIENTOS FABRICADOS SEGÚN NORMATIVA
NEMA E IEC DE MATERIAL:**

ACERO

ALUMINIO

ACERO INOXIDABLE

DESIGNACION EN NORMATIVA AMERICANA:

NEMA 1, NEMA 12, NEMA 3R Y NEMA 4X

DE TIPO:

CAJAS

GABINETES

ARMARIOS

TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN

TABLEROS DE ALUMBRADO

CENTROS DE POTENCIA

CENTRO CONTROL DE MOTORES

ARRANCADORES

MODULOS DE MEDICION



Oficina principal y sucursales



CARACAS.

Av. Principal Boleita Norte, Edf. Cari.
Telfs.: (0212) 239.92.11 - 239.80.11 - 239.02.33
Fax.: (0212) 239.98.01 - 238.12.04
gedisa@gedisa.com.ve



VALENCIA.

Urb. Parque Ind. Castillito, Av. 68, No. 102-11, C.C. Industrial El Cóndor, Local No 1, Edo. Carabobo
Telfs.: (0241) 871.55.11 - 871.61.79 - 871.53.74 - 871.56.64
Fax: (0241) 71.61.89
gedisaval@cantv.net



PTO LA CRUZ.

Av. Intercomunal Andrés Bello, Sector Las Garzas, Edo. Anzoátegui
Telfs.: (0281) 286.09.20 - 286.18.11
Fax: (0281) 286.12.89
gedisaplz@cantv.net



PUERTO ORDAZ.

Carretera Manzanares, No 38, Zona Ind. Unare 1, Edf. Gedisa, Edo Bolívar
Telfs.: (0286) 951.25.78 - 951.28.17 - 951.09.66
Fax.: (0286) 951.26.76
gedisapoz@cantv.net



MATURIN.

Av. Libertador, final con Av. Bicentenario, Frente a la Plaza de El Indio, Edf. Libertador, PB, Local No. 1, Edo. Monagas
Telfs.: (0291) 652.17.44 - 652.04.22 - 652.16.33
Fax.: (0291) 652.14.44
gedisamat@cantv.net



MARACAIBO.

Carreter Perijá, Km. 2 1/2, Parque Ind. Gedisa, Edo Zulia
Telfs.: (0261) 734.03.34 - 734.72.45 - 734.44.05
Fax: (0261) 734.59.54
gedisambo@cantv.net



BARQUISIMETO.

Av. Rómulo Gallegos con carrera 3, No 13-13, Zona Ind. 1, Edo. Lara
Telfs.: (0251) 237.01.93 - 237.23.45 - 237.37.31
Fax.: (0251) 237.56.75
gedisabto@cantv.net



LOS TEQUES.

Urb. Industrial El Paso, inicio carretera San Pedro, Edo. Miranda
Telf. (0212) 364.97.37 - 364.03.85
Fax: (0212) 364.81.26
gedisaltq@cantv.net

www.gedisa.com.ve