

| | | | |
|---|--|-----------------|---|
| CÓDIGO | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C. | VERSIÓN |  |
| ET-IC-01 | | 4 | |
| Especificación | EPRI | Revisión | |
| 1221-18 | SOLDADURAS EN ESTRUCTURAS METÁLICAS EXISTENTES FABRICADAS EN ACERO AL CARBONO | 1 | |
| PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO | | | |

Control de Revisiones

| Versión | Revisión | Fecha | Descripción Modificación | Folios |
|---------|----------|------------|---|--------|
| 4 | 1 | 2019-12-19 | Versión inicial del documento. A partir de la Resolución 10910 de 2019 se adoptan las especificaciones ET-IC-01 “ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO EN BOGOTÁ D.C.” | 13 |

El documento original ha sido aprobado mediante el SID (Sistema Información Documentada del IDU). La autenticidad puede ser verificada a través del código



| | |
|---|---|
| Participaron en la elaboración¹ | David Andres Romero Cardenas, OAP / Ivan Alberto Caamano Murillo, DTE / Jairo Alexander Ibarra Trujillo, DTE / Jose Alberto Prieto Hernandez, DTE / Nattalia Angelica Romero Hermosilla, DTE / Oscar Mauricio Velasquez Bobadilla, DTE / Roberto Carlos Aleman Lopez, OAP / Stefania Olivera Rios, DTE / Vicente Edilson Leal Moreno, DTE / Yuly Caterin Diaz Jimenez, DTE / |
| Validado por | Isauro Cabrera Vega, OAP Validado el 2019-12-18 |
| Revisado por | Joanny Camelo Yepez, DTE Revisado el 2019-12-18 |
| Aprobado por | Diana Maria Ramirez Morales, SGDU Aprobado el 2019-12-19 |

¹El alcance de participación en la elaboración de este documento corresponde a las funciones del área que representan

| | | | |
|--|--|-----------------|---|
| CÓDIGO | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C. | VERSIÓN |  ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano |
| ET-C-01 | | 4 | |
| Especificación | EPRI | Revisión | |
| 1221-18 | SOLDADURAS EN ESTRUCTURAS METÁLICAS EXISTENTES FABRICADAS EN ACERO AL CARBONO | 1 | |
| PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO | | | |

SOLDADURAS EN ESTRUCTURAS METÁLICAS EXISTENTES FABRICADAS EN ACERO AL CARBONO

CONTENIDO

| | | Pág. |
|---------|---|------|
| 1221.1 | ALCANCE | 3 |
| 1221.2 | MARCO NORMATIVO | 3 |
| 1221.3 | DEFINICIONES | 4 |
| 1221.4 | MATERIALES | 6 |
| 1221.5 | EQUIPO | 7 |
| 1221.6 | REQUERIMIENTOS PARA LA EJECUCION DE LOS TRABAJOS | 7 |
| 1221.7 | CONDICIONES DE ENTREGA PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS | 11 |
| 1221.8 | MEDIDA | 13 |
| 1221.9 | FORMA DE PAGO | 13 |
| 1221.10 | ITEM DE PAGO | 14 |

| | | | |
|---|--|-----------------|---|
| CÓDIGO | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C. | VERSIÓN |  ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano |
| ET-IC-01 | | 4 | |
| Especificación | EPRI | Revisión | |
| 1221-18 | SOLDADURAS EN ESTRUCTURAS METÁLICAS EXISTENTES FABRICADAS EN ACERO AL CARBONO | 1 | |
| PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO | | | |

1221.1 ALCANCE

La presente Especificación tiene como alcance, establecer los requerimientos a tener en cuenta en las actividades de reparación de soldaduras en estructuras de acero al carbono para obras existentes de infraestructura vial y espacio público de la ciudad de Bogotá D.C.

1221.2 MARCO NORMATIVO

AIS. ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERIA

- [1] Código colombiano de Diseño Sísmico de Puentes – CCP-14. Norma de desarrollada por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. Bogotá, Colombia, 2014.
- [2] Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente – NSR-10 (Capítulo F). Desarrollada por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. Bogotá, Colombia, 2010.

ANSI. AMERICAN NATIONAL STANDARD

- [1] ANSI Z49.1 Seguridad en la soldadura, corte y procesos.

ARCO. INSTITUTO DE SOLDADURAS

- [1] Tecnología de inspección de soldadura.

ASNT. THE AMERICAN SOCIETY FOR NONDESTRUCTIVE TESTING

- [1] SNT-TC-1A Calificación de personal y certificación en pruebas no destructivas.

ASTM. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS

- [1] ASTM A6/A6M Especificación estándar para requisitos generales de barras en acero estructural laminado, placas y otros.
- [2] ASTM A36/A36M Especificación estándar para acero al carbono estructural.
- [3] ASTM A216/A216M Especificación estándar para soldadura por fusión de alta temperatura, de coladas de acero al carbono.
- [4] ASTM A529/A529M Especificación estándar para acero de alta resistencia al carbono y manganeso de calidad estructural.
- [5] ASTM A572/A572M Especificación estándar para acero estructural de alta resistencia y baja aleación.
- [6] ASTM A588/A588M Especificación estándar para acero estructural de alta resistencia y baja aleación (50 ksi [345 MPa]), con resistencia a la corrosión.
- [7] ASTM A709/A709M Especificación estándar para aceros estructurales.
- [8] ASTM A913/A913M Especificación estándar para formas de acero de baja aleación, de alta resistencia y calidad estructural, producidas por procesos de templado y revenido.
- [9] ASTM A922/A922M Especificación estándar para chapas de acero estructural.
- [10] ASTM A1043/A1043M Especificación estándar para acero estructural con baja relación de fluencia a la tensión, para su uso en edificios.

| | | | |
|---|--|-----------------|---|
| CÓDIGO | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C. | VERSIÓN |  |
| ET-IC-01 | | 4 | |
| Especificación | EPRI | Revisión | |
| 1221-18 | SOLDADURAS EN ESTRUCTURAS METÁLICAS EXISTENTES FABRICADAS EN ACERO AL CARBONO | 1 | |
| PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO | | | |

- [11] ASTM E94 Práctica estándar para la inspección radiográfica con película radiográfica industrial.
- [12] ASTM E164 Especificación estándar para inspección con ultrasonido en soldaduras.
- [13] ASTM E165 Especificación estándar para inspección de líquidos penetrantes en la industria general.
- [14] ASTM E709 Especificación estándar para pruebas con partículas magnéticas.

AWS. AMERICAN WELDING SOCIETY

- [1] AASHTO/AWS D.1.1/D1.1M AN AMERICAN NATIONAL STANDARDS – Código de soldadura estructural.
- [2] AASHTO/AWS D.1.5/D1.5M AN AMERICAN NATIONAL STANDARDS – Código de soldadura de puentes.
- [3] AASHTO/AWS 3.0 AN AMERICAN NATIONAL STANDARDS – Términos y definiciones de soldadura.
- [4] AASHTO/AWS 5.1/5.1M Especificación para electrodos usados para soldadura en arco de acero al carbono.
- [5] AASHTO/AWS 5.5/5.5M Especificación para electrodos de acero de baja aleación para soldadura en arco de metal protegido.
- [6] AASHTO/AWS 5.18/5.18M Electrodo y varillas de acero al carbono para soldadura de arco protegido con gas.
- [7] AASHTO/AWS 5.20/5.20M Electrodo de acero al carbono para soldadura de arco.
- [8] AASHTO/AWS 5.23/5.23M Especificación para electrodos de acero de baja aleación y flujos para soldadura de arco sumergido.
- [9] AASHTO/AWS 5.25/5.25M Especificación para electrodos y fundentes de acero de baja aleación para soldadura por electrogas.

ICONTEC. NORMAS TECNICAS COLOMBIANAS

- [1] NTC - 5832 Practicas normalizadas para fabricación y montaje de estructuras en acero. Edificios y puentes.

SSPC. STEEL STRUCTURE PAINTING COUNCIL

- [1] SSPC-SP2 Limpieza con herramientas manuales.

1221.3 DEFINICIONES

- Acero al carbono: Hierro aleado con el carbono en proporciones menores al 2%. Las propiedades de dureza y resistencia mecánica dependen de la proporción de carbono y el tratamiento térmico. Para darle las características adecuadas al acero, de acuerdo con el uso requerido, este se fabrica con un estricto control del contenido de carbono y se somete a un tratamiento térmico posterior.
- Corrosión: Es la destrucción o deterioro químico que sufre un material, por la reacción con el medio que lo rodea. Generalmente como resultado de la corrosión se compromete la función de un metal, se produce daño a sus alrededores, o daños en el sistema técnico en el que están ambos incluidos. En términos generales, todos los metales, con la posible excepción de los metales preciosos, se corroen y destruyen con el tiempo.

| | | | |
|---|--|-----------------|---|
| CÓDIGO | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C. | VERSIÓN |  |
| ET-IC-01 | | 4 | |
| Especificación | EPRI | Revisión | |
| 1221-18 | SOLDADURAS EN ESTRUCTURAS METÁLICAS EXISTENTES FABRICADAS EN ACERO AL CARBONO | 1 | |
| PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO | | | |

- Durabilidad: Capacidad que tiene un producto para resistir la acción del clima, el ataque químico, abrasión y otras condiciones directamente relacionadas con el medio que rodea al elemento metálico expuesto.
- ESW (Soldadura con electro escoria): Proceso de soldadura que produce coalescencia de metales con escoria fundida, la cual funde el metal de aporte y las superficies de las piezas. La soldadura está protegida por escoria, la cual, a medida que avanza se desplaza a lo largo de la sección transversal de la junta. En este proceso, la unión de miembros que son colocados borde a borde se hace en posición vertical.
- FCAW (soldadura por arco con núcleo fundente): Proceso de soldadura que utiliza un arco entre un electrodo de metal de aporte continuo y la soldadura. El proceso se puede utilizar con o sin gas protector de un fundente contenido dentro del electrodo tubular.
- GMAW (Soldadura de arco con electrodo con protección gaseosa): Proceso de soldadura que utiliza un arco entre un electrodo de metal de aporte continuo y la soldadura. El proceso se utiliza con el suministro externo de un gas protector y sin la aplicación de presión.
- GTAW (Soldadura con electrodo de Tungsteno): Proceso de fabricación donde el electrodo utilizado no es consumido durante el proceso de soldeo. La soldadura fundida es protegida con gas. El electrodo está fabricado de una aleación de tungsteno, el cual tiene la habilidad de soportar muy altas temperaturas, aun las que se encuentran presentes en la soldadura de arco.
- Junta: Unión de miembros o bordes de miembros que van a ser o han sido soldados. Pueden presentarse cinco tipos de junta: enfrentada, esquina, en "T", traslapada y de borde.
- Metal base: Metal o aleación que se somete a diferentes tipos de soldadura: fuerte, blanda, etc.
- MT: Inspección con partículas magnéticas.
- NTD: Ensayos no destructivos para la inspección de las diferentes juntas soldadas.
- OAW (Soldadura por oxiacetileno): Método de soldadura químico, basado en acetileno, que es el único gas combustible capaz de producir calor para elevar la temperatura a un nivel efectivo para soldar. En este procedimiento la energía de la soldadura es creada por una llama.
- Pase: Son las diferentes capas de soldadura que se hacen en una unión. En cada pase se identifica la energía de impacto alcanzada en la calificación del PQR.
- PQR: Registro de la calificación del procedimiento.
- PT: Inspección con líquidos o tintas penetrantes.
- RT: Ensayos radiográficos.
- SAW (Soldadura por arco sumergido): Esta caracterizado por el uso de un electrodo de alambre solido alimentado continuamente, el cual proporciona un arco que es completamente cubierto por una capa fundente granular.
- SMAW (Soldadura por arco con electrodo metálico revestido): Proceso de soldadura que utiliza un arco entre un electrodo metálico con revestimiento y la soldadura. El proceso se utiliza con protección proveniente de la descomposición del revestimiento del electrodo, sin la aplicación de presión y con metal de aporte proveniente del electrodo.
- Soldadura: Proceso de unión de dos piezas de acero al carbono o de dos partes de una misma pieza, mediante la aplicación de calor y/o adición de un material de aporte.
- Soldadura a tope: Soldadura de una junta, se realiza fijando los extremos de las dos partes en acero, sin empalmarlos.
- Soldadura de ranura: Soldadura ejecutada en una ranura existente entre dos piezas metálicas.
- Soldadura filete: Soldadura de sección aproximadamente triangular, que une en ángulo dos superficies, ya sea en ángulo recto, en uniones traslapadas, uniones en T o uniones en esquina.

| | | | |
|---------------------------------------|--|-----------------|---|
| CÓDIGO | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C. | VERSIÓN |  |
| ET-IC-01 | | 4 | |
| Especificación | EPRI | Revisión | |
| 1221-18 | SOLDADURAS EN ESTRUCTURAS METÁLICAS EXISTENTES FABRICADAS EN ACERO AL CARBONO | 1 | |
| PROCESO | | | |
| INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO | | | |

- Soldadura por arco: Consiste en unir dos piezas de metal en una sola pieza sólida. Para ello, el calor de un arco eléctrico se concentra en los bordes de las dos piezas a unir. El metal se funde, mientras que los bordes están todavía en proceso de fundición, y se añade metal fundido adicional. La masa fundida se enfría y después se solidifica en una sola pieza.
- Superficie del bisel: Superficie del miembro correspondiente a ser biselada.
- Superficie de raíz: Porción de la unión biselada adyacente al hombro o talón.
- Unión o conexión crítica: Conexión mediante soldadura entre los elementos de la estructura que tiene la mayor sollicitación (axial, cortante, flexión, etc.) y que garantiza su estabilidad estructural.
- VT: Inspección visual.
- WPQ: Calificación de la habilidad del soldador u operario.
- WPS: Especificación donde se define el procedimiento de detallado de la soldadura y una determinada junta de soldadura.

1221.4 MATERIALES

Los requisitos que se exigen en esta Especificación para garantizar la calidad de los materiales son un conjunto de propiedades que buscan garantizar un adecuado desempeño de las soldaduras fabricadas en acero al carbono. La evaluación de los materiales no se centra en un único parámetro sino en el conjunto de estos. Por tal motivo, la aprobación de los materiales a ser empleados debe ser sustentada mediante un informe técnico desarrollado por el Contratista de Obra, que incluya las fichas técnicas de cada uno de los materiales a implementar, el certificado de calidad suministrado por el proveedor y el soporte de la realización de los ensayos relacionados en la Tabla 1221.1.

El Interventor debe validar la información suministrada por el Contratista de Obra en el informe técnico, en función de los requisitos establecidos en esta Especificación con respecto a los materiales para el proceso de reparación de soldadura en estructuras fabricadas en acero al carbono.

Tabla 1221.1
Requisitos del material para fabricación de la soldadura en estructuras de acero al carbono
(Nota 1)

| Ensayo | Norma de Ensayo | |
|---|--|--|
| Especificaciones de metal de aporte y fundente para soldadura (Electrodos) (Notas 2 y 3) | AWS A5.1/A5.1M AWS A5.5/A5.5M AWS A5.17/A5.17M AWS A5.18/A5.18M AWS A5.20/A5.20M AWS A5.23/A5.23M | AWS A5.25/A5.25M AWS A5.26/A5.26M AWS A5.28/A5.28M AWS A5.29/A5.29M AWS A5.32/A5.32M |
| Propiedades mecánicas de perfiles estructurales laminados en caliente (Nota 2) | ASTM A36/A36M ASTM A529/A529M ASTM A572/A572M ASTM A588/A588M | ASTM A709/A709M ASTM A913/A913M ASTM A992/A992M ASTM A1043/A1043M |
| Prueba de Impacto de Charpy con ranura en V (CVN) para Perfiles Estructurales (Nota 2) | ASTM A6/A6M | |
| Ensayos para soldaduras de alta temperatura (Nota 2) | ASTM A216/A216 M | |

(1) Los requisitos mínimos de cada ensayo dependen de las especificaciones de diseño.

| | | | |
|---------------------------------------|--|-----------------|---|
| CÓDIGO | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C. | VERSIÓN |  ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano |
| ET-IC-01 | | 4 | |
| Especificación | EPRI | Revisión | |
| 1221-18 | SOLDADURAS EN ESTRUCTURAS METÁLICAS EXISTENTES FABRICADAS EN ACERO AL CARBONO | 1 | |
| PROCESO | | | |
| INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO | | | |

- (2) Los certificados del fabricante constituyen suficiente evidencia de conformidad con los estándares. Se escogen metales de aporte y fundentes que sean adecuados para la aplicación prevista.
- (3) Se debe garantizar los requerimientos relacionados con: certificación para electronos o combinaciones de fundentes de electrodo, aplicación de la calidad del electrono, gas de protección, almacenamiento, ambiente, temperatura, etc.

1221.5 EQUIPO

Todos los equipos empleados deben ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados, y requieren de la aprobación previa del Interventor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten a los requerimientos de ejecución de los trabajos y el cumplimiento de las exigencias de calidad establecidas en la presente Especificación.

Para las labores de soldadura los equipos necesarios dependen del procedimiento que se determinó para el proyecto, los cuales se mencionan en el numeral 1221.6.3. Sin embargo, se requiere que como mínimo, el Contratista de Obra cuente con los equipos relacionados a continuación:

- Máquina de soldadura
- Pistolas de soldadura
- Biseladora
- Achaflanadora
- Esmeril angular
- Cepillos y martillos con cabeza plana
- Porta electrodos
- Pinza de masa
- Punta de contacto
- Boquillas
- Reguladores de CO2 y Argón
- Cortina de protección
- Antorchas para MIG y TIG
- Disco abrasivo
- Lija

Adicionalmente, se requiere disponer de herramientas menores y sistemas de seguridad instalados. Para los equipos que aplique, se debe entregar al Interventor los certificados de calibración vigentes.

1221.6 REQUERIMIENTOS PARA LA EJECUCION DE LOS TRABAJOS

1221.6.1 Consideraciones generales

Con el fin de garantizar la calidad en los procesos de soldadura para unir elementos estructurales correspondientes a la infraestructura metálica en la ciudad de Bogotá, se debe tener en cuenta consideraciones relacionadas con el diseño, precalificación, calificación, fabricación e inspección, de acuerdo con lo indicado en la presente Especificación y los códigos AWS D1.1 y AWS D1.5.

En el caso particular de soldaduras para puentes peatonales y estaciones de Transmilenio, se debe tener en cuenta lo establecido en la presente Especificación, los códigos AWS D1.1 y AWS D1.5, el

| | | | |
|---|--|-----------------|---|
| CÓDIGO | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C. | VERSIÓN |  ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano |
| ET-IC-01 | | 4 | |
| Especificación | EPRI | Revisión | |
| 1221-18 | SOLDADURAS EN ESTRUCTURAS METÁLICAS EXISTENTES FABRICADAS EN ACERO AL CARBONO | 1 | |
| PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO | | | |

capítulo F de la NSR-10, y la sección 6 del CCP-14, con respecto al diseño, precalificación, calificación, fabricación e inspección.

Previo a la elaboración de soldaduras, el Contratista de obra debe presentar los procedimientos debidamente diligenciados y calificados de acuerdo con lo especificado a los códigos, los cuales deben ser revisados y validados por el Interventor.

El Interventor debe revisar y validar que los materiales, la mano de obra y la calidad en los procesos previos al ensamble, durante el ensamble, durante la soldadura y después de la soldadura cumplan con los requerimientos establecidos en la presente Especificación. Las observaciones de la inspección visual del Interventor deben ser oportunas, de tal forma que no se presenten retraso en los trabajos.

1221.6.2 Condiciones de seguridad para la aplicación de la soldadura

Se debe facilitar el acceso a las áreas objeto de inspección, incluso las áreas de difícil acceso, de tal forma que sea posible cumplir con la verificación de todos los requisitos de calidad exigidos por las normas, la presente Especificación y las recomendaciones de los fabricantes.

Todo el personal involucrado en la aplicación de soldaduras debe estar capacitado en los diversos riesgos relacionados con las facilidades de acceso, herramientas especializadas y materiales tóxicos o inflamables.

Se debe cumplir con los requerimientos que establece la norma ANSI Z49.1, relacionados con seguridad y confiabilidad de los equipos de soldadura utilizados, operación de dichos equipos basados en las recomendaciones de los fabricantes, protección del personal, ventilación, prevención y protección contra el fuego, y consideraciones para propiedades de terceros, espacios confinados y públicos.

Se deben tener en cuenta las siguientes reglas de seguridad, recomendadas para el proceso de soldadura:

- Usar de ropa que proteja adecuadamente de quemaduras.
- Usar los pantalones fuera de las botas de trabajo, para evitar que caigan partículas dentro de los zapatos.
- Mantener la ropa libre de grasa y aceite, ya que en presencia de oxígeno estas sustancias pueden inflamarse y quemarse de modo incontrolable.
- Evitar arremangar y doblar las botamangas ya que las chispas o el metal caliente podrían depositarse en los pliegues.
- Usar botas de cuero de caña alta con punteras de acero.
- Usar guantes gruesos e incombustibles, para proteger las manos de quemaduras y rasguños.
- Usar máscaras y protectores contra la exposición a la radiación. Se recomienda el uso de protectores hechos de plástico duro o fibra de vidrio para proteger cabeza, cara, oídos y cuello contra el choque eléctrico, calor, chispas y llamas.
- Usar tapones auditivos para evitar chispas o trozos metálicos que se desplazan por el aire, en los oídos. También para evitar la pérdida auditiva que es el resultado de trabajar cerca de equipos de soldadura por arco, fuentes de alimentación y procesos ruidosos.

| | | | |
|---|--|-----------------|---|
| CÓDIGO | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C. | VERSIÓN |  |
| ET-IC-01 | | 4 | |
| Especificación | EPRI | Revisión | |
| 1221-18 | SOLDADURAS EN ESTRUCTURAS METÁLICAS EXISTENTES FABRICADAS EN ACERO AL CARBONO | 1 | |
| PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO | | | |

Nota: El Interventor puede revisar y validar el cumplimiento de estos requerimientos en cualquier momento o etapa del proceso.

1221.6.3 Proceso de reparación de uniones o conexiones existentes

Para el proceso de soldadura entre elementos en acero al carbono utilizados en las obras existentes de infraestructura vial y espacio público de la ciudad de Bogotá D.C, se deben cumplir con las actividades relacionadas a continuación.

1221.6.3.1 Preparación de uniones existentes

Las labores de preparación de las uniones soldadas existentes se basan inicialmente en los criterios de aceptación por inspección visual estipulados en la Tabla 6.1 de la norma AWS D.1.1, que incluye la verificación de: grietas superficiales y/o profundas, fusión de la soldadura base y metal base, cráter en la sección transversal, perfiles de la soldadura, soldadura de poco tamaño, socavado, porosidad, entre otros.

Basados en esta inspección visual y en los resultados de los ensayos no destructivos ejecutados, se debe hacer el diseño y los procedimientos detallados de la reparación de las uniones que no cumplen con los requisitos mínimos estipulados por la norma (soldadura no conforme), teniendo en cuenta las recomendaciones e indicaciones para su ejecución, estipuladas en el capítulo 8 y el numeral 5.26 de la AWS D.1.1. Las reparaciones dependen del tipo de conexión y de los defectos o daños detectados, y pueden incluir lo siguiente: mejora del perfil, esmerilado del pie, martillado, refusión por TIG, esmerilado del pie con martillado, entre otros.

El metal base a ser reparado y sus superficies existentes de contacto con el nuevo metal base se deben limpiar de tierra, óxido y algunas otras sustancias, excepto la película adherente, según SSPC -SP2. Las discontinuidades inaceptables en el miembro se deben reparar antes del enderezamiento por calor, curvado por calor o soldadura. Se debe cepillar la superficie de soldadura hasta eliminar todo rastro de escoria o elementos ajenos a la unión.

Mediante el uso del esmeril se deben eliminar los golpes de arco, quemadas superficiales, salpicaduras de soldadura, etc., hasta una condición tal que el material esté sano y no se haya rebasado la tolerancia estándar para este proceso.

1221.6.3.2 Proceso de soldadura para obra existente

Para el proceso de soldadura entre elementos en acero al carbono utilizados en las obras existentes de infraestructura vial y espacio público de la ciudad de Bogotá D.C, se deben cumplir con las actividades relacionadas a continuación:

Asegurar que las propiedades mecánicas del acero estructural, tales como: resistencia, dureza, ductilidad, impacto, resistencia a la fatiga y resistencia a la abrasión cumplan y no se vean afectadas por los tratamientos metalúrgicos a los que se somete el metal durante la soldadura (Ver Tabla 1221).

| | | | |
|---|--|-----------------|---|
| CÓDIGO | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C. | VERSIÓN |  |
| ET-IC-01 | | 4 | |
| Especificación | EPRI | Revisión | |
| 1221-18 | SOLDADURAS EN ESTRUCTURAS METÁLICAS EXISTENTES FABRICADAS EN ACERO AL CARBONO | 1 | |
| PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO | | | |

Garantizar que los WPS, PQR y WPQ sean avalados y firmados por el Ingeniero encargado, un inspector CWI (certified welding inspector), o un inspector de soldadura ACOSEND Nivel II, de acuerdo con los Códigos mencionados y en armonía con el Sistema Nacional de Calidad (Decreto 1471/2014 y 595/2015).

Definir los aspectos que se deben tener en cuenta en el caso en el que el material base sea galvanizado, basados en las características del proyecto. Si se requiere, se debe aumentar el amperaje durante el proceso de soldado, y se debe definir el proceso de retiro de la capa galvanizada en la zona donde se va a soldar.

En caso de requerirse información adicional por parte del Interventor, esta debe ser suministrada por el Contratista de Obra. La inspección por parte del Interventor o el Supervisor del IDU no releva al Contratista de Obra de su responsabilidad para cumplir con la calidad de la preparación de las superficies y de la aplicación de los recubrimientos de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, las normas indicadas y la presente Especificación.

1221.6.3.2.1 Procedimiento de soldadura (PQR y WPS)

Se pueden emplear algunos de los procedimientos de soldadura relacionados a continuación, basados en las normas AWS D.1.1 y AWS D.1.5, de tal forma que se garantice la calidad de la labor a realizar. El procedimiento depende de la compatibilidad entre: metal base, metales de aporte, y equipos a implementar.

WPS precalificados: Todos los procedimientos precalificados deben estar definidos de acuerdo con los requerimientos de la sección 3 y 5 del AWS D.1.1, y lo que se especifique en el contrato del proyecto correspondiente.

WPS calificados por pruebas: Todos los procedimientos WPS calificados por pruebas deben estar definidos, de acuerdo con requerimientos de la sección 4 y 5 del AWS D.1.1, y lo que se especifique en el contrato del proyecto correspondiente.

WPSs en producción: Todos los procedimientos WPSs deben estar definidos, de acuerdo con requerimientos del AWS D.1.1, y lo que se especifique en el contrato del proyecto correspondiente.

El alcance de la examinación y los criterios de aceptación deben quedar consignados en el contrato del proyecto.

1221.6.3.2.2 Técnicas de soldadura

Las técnicas de soldadura pueden ser manuales, semiautomáticas y/o automáticas. Pueden utilizarse las que se exponen a continuación, cumpliendo con los requerimientos estipulados en el capítulo 5 de AWS D.1.1 y el capítulo 4 de la AWS D.1.5.

- Soldadura por arco con electrodo metálico revestido (SMAW).
- Soldadura por arco con electrodo con protección gaseosa (GMAW).
- Soldadura con electrodo de Tungsteno (GTAW).

| | | | |
|---|--|-----------------|---|
| CÓDIGO | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C. | VERSIÓN |  ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano |
| ET-IC-01 | | 4 | |
| Especificación | EPRI | Revisión | |
| 1221-18 | SOLDADURAS EN ESTRUCTURAS METÁLICAS EXISTENTES FABRICADAS EN ACERO AL CARBONO | 1 | |
| PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO | | | |

- Soldadura por arco sumergido (SAW).
- Soldadura con electro escoria (ESW).
- Soldadura por oxiacetileno (OAW).
- Soldadura por arco con núcleo fundente FCAW.

1221.6.4 Reparaciones

Se debe someter nuevamente al proceso de soldadura, a las uniones o conexiones afectadas por trabajos propios del Contratista de Obra, como cortes, soldado, rayones y raspaduras ocasionadas durante la fabricación de la soldadura.

Toda unión o conexión soldada realizada por el Contratista de Obra que tenga inconsistencias o no cumpla con los requerimientos de las normas AASHTO/AWS D.1.1/D1.1M y AASHTO/AWS D.1.5M/D1.5, debe realizarle nuevamente hasta que sea aprobada por parte del Interventor.

1221.7 CONDICIONES DE ENTREGA PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

1221.7.1 Controles generales

Durante la ejecución de los trabajos, tanto el Contratista de Obra como el Interventor deben realizar los siguientes controles principales:

- Comprobar que los materiales a utilizar cumplen todos los requisitos de calidad establecidos en la presente Especificación.
- Asegurar el estado óptimo del sitio de obra, las herramientas y equipos necesarios para la ejecución de las actividades establecidas en la presente Especificación.
- Verificar el cumplimiento de todas las medidas requeridas sobre seguridad y medio ambiente, de acuerdo con lo establecido en la Especificación 102-18.
- Garantizar la calidad de la soldadura basados en las labores de inspección visual y los ensayos no destructivos relacionados en la presente Especificación.
- Asegurar el proceso de soldadura del 100% del área definida en el Contrato.

1221.7.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

Todos los ensayos y mediciones requeridas para el recibo de los trabajos especificados deben estar a cargo del Interventor y del Contratista de Obra, salvo que el pliego de condiciones establezca otra cosa.

Aquellas áreas donde los defectos de calidad y las irregularidades excedan las tolerancias deben ser corregidas por el Contratista de Obra, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a satisfacción de éste, sin costo adicional para el Instituto de Desarrollo Urbano.

1221.7.2.1 Inspección visual

Todas las uniones soldadas deben ser inspeccionadas visualmente, cumpliendo con los requerimientos que se encuentran en el capítulo 6 del AASHTO/AWS D.1.1M/D1.1. También se debe cumplir con los

| | | | |
|---|--|-----------------|---|
| CÓDIGO | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C. | VERSIÓN |  ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano |
| ET-IC-01 | | 4 | |
| Especificación | EPRI | Revisión | |
| 1221-18 | SOLDADURAS EN ESTRUCTURAS METÁLICAS EXISTENTES FABRICADAS EN ACERO AL CARBONO | 1 | |
| PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO | | | |

requisitos establecidos en las tablas F.2.14.15-2 y F.2.14.5 -3 de la NSR-10, los cuales tienen relación con los niveles de inspección que se deben realizar en la soldadura.

El Contratista de Obra, debe contar con un programa efectivo de control de calidad, donde la inspección visual proporcione el nivel de evaluación de aceptación o rechazo, y establezca los criterios básicos para la evaluación de las diferentes uniones soldadas. La inspección visual se debe hacer antes, durante y después de la soldadura, con el propósito de detectar aquellas discontinuidades que en un principio se presentan sobre la superficie. El programa de control debe ser revisado y aprobado por el Interventor, y debe tener en cuenta como mínimo los siguientes aspectos en las tres etapas del proceso de soldadura:

Antes de soldar, se debe verificar y garantizar:

- Los documentos principales tales como: planos, códigos, especificaciones, procedimientos, etc.
- Procedimientos de soldadura propuestos.
- Calificación individual de los soldadores.
- Plan de inspección.
- Equipos de soldadura que se van a utilizar.
- Calidad y condición del metal base y de aporte.
- Preparación de la soldadura de la junta.
- Preparación de la junta, montajes y alineamiento.

Durante la soldadura, se debe verificar:

- Las variables de la soldadura se deben basar en el procedimiento establecido para soldar.
- La calidad de cada pase individualmente.
- La limpieza entre pases.
- La temperatura entre pases.
- El sitio y la secuencia de colocación de cada pase individualmente.
- Las superficies de respaldo.
- Los ensayos no destructivos.

Después de la soldadura, se debe verificar:

- La apariencia final.
- La precisión de las dimensiones y su longitud.
- Los ensayos no destructivos.

1221.7.2.2 Ensayos no destructivos

Los Inspectores de Ensayos No Destructivos (END) que van a verificar la calidad de las soldaduras deben ser inspectores ASNT basados en la práctica SNT-TC-1A o inspectores ACOSEND Nivel II para los métodos de IV, LP, PM y UT. En la Tabla 1221.2, se presentan los ensayos que deben ser ejecutados por el Contratista de Obra y/o el Interventor, dando cumplimiento a lo establecido en la Especificación 103-18. Además, se deben tener en cuenta las disposiciones establecidas en el numeral de aseguramiento de la calidad, de la Especificación 102-18.

| | | | |
|---------------------------------------|--|-----------------|---|
| CÓDIGO | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C. | VERSIÓN |  |
| ET-IC-01 | | 4 | |
| Especificación | EPRI | Revisión | |
| 1221-18 | SOLDADURAS EN ESTRUCTURAS METÁLICAS EXISTENTES FABRICADAS EN ACERO AL CARBONO | 1 | |
| PROCESO | | | |
| INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO | | | |

Tabla 1221.2
Ensayos no destructivos para uniones o conexiones críticas
(Nota 1)

| Ensayo | Norma de Ensayo | Cantidad mínima | | Criterio para la validación |
|--|------------------------|---------------------|-------------|---|
| | | Contratista de Obra | Interventor | |
| Tintas penetrantes (PT) | ASTM E165 | 3 | Inspección | Que se cumpla con los requisitos mínimos establecidos por cada norma para cada uno de los ensayos considerando las recomendaciones de AWS D.1.1 y/o AWS D.1.5 |
| Ensayo de partículas magnéticas (MT) (Notas 2 y 3) | ASTM E709 AWS D.1.1 | 2 | 1 | |
| Ensayo radiográfico (RT) (Nota 3) | ASTM E94 | 2 | 1 | |
| Ensayo de ultrasonido (Nota 3) | ASTM E164 AWS D.1.1 | 2 | 1 | |
| Prueba de sanidad | AWS D.1.1 | 2 | 1 | |

- (1) Se deben realizar ensayos en uniones o conexiones no críticas a criterio del Interventor para los casos donde se tengan dudas sobre la calidad del producto terminado.
- (2) Prueba especialmente conveniente para soldadura de filete, donde ni la radiografía ni la prueba ultrasónica pueden ser usadas.
- (3) Para los ensayos no destructivos que tienen el propósito de identificar grietas profundas se puede utilizar uno de los siguientes ensayos: ultrasonido, radiografía o partículas magnéticas, lo cual depende de lo definido entre el Contratista de Obra y el Interventor.

1221.8 MEDIDA

La unidad de medida para el proceso de soldadura en estructuras metálicas existentes fabricadas en acero al carbono es la UNIDAD.

1221.9 FORMA DE PAGO

El pago se realiza al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta Especificación y a satisfacción del Interventor.

El precio unitario debe incluir todos los costos relacionados con los materiales y equipos mencionados en los numerales 1221.4 y 1221.5 respectivamente. Igualmente, los costos relacionados con el personal calificado, de acuerdo con lo establecido en el numeral 1221.6.3

Dentro de lo anteriormente citado están implícitas las actividades relacionadas con los requerimientos para la ejecución de los trabajos establecidos en el numeral 1221.6.

1221.10 ITEM DE PAGO

1221.10.1 Fabricación de soldadura en estructura de acero existente, fabricada en acero al carbono Unidad (UN)