

NORMA DE SOLDADURA PARA INFRAESTRUCTURA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO





CONTROL DE CAMBIOS									
Fecha			Elaboró	Revisó	Aprobó	Descripción	Entrada en vigencia		
DD	MM	AAAA					DD	MM	AA
14	09	2017	CBV	SAOV	RHOT	Creación			
05	03	2018	CBV	SAOV	RHOT	Modificación	05	03	18

AGUAS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC08-20	REV. 0
	SOLDADURA PARA INFRAESTRUCTURA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO	ELABORÓ: CBV	REVISÓ: SAOV
		APROBÓ: RHOT	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
			PÁGINA: 1 de 15

CONTENIDO

1.	OBJETO	3
2.	ALCANCE	3
3.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	3
4.	REQUISITOS TÉCNICOS	4
4.1.	REQUERIMIENTOS GENERALES	4
4.1.1.	Inspector de Soldadura	4
4.2.	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS	6
4.2.1.	Detalle de los procedimientos	6
4.2.2.	Consideraciones ambientales	8
4.2.3.	Electrodos	7
4.2.4.	Identificación y trazabilidad	8
4.3.	PRUEBAS Y ENSAYOS.....	9
4.4.	ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	11
4.4.1.	Documentos	11
4.4.2.	Calificación del Soldador.....	12
4.4.3.	Certificaciones	12
4.4.4.	Rechazo.....	12
5.	LISTADO DE ACTIVIDADES GENERALES PARA EL PROCESO DE SOLDADURA.....	12
6.	LISTADO DE MATERIALES PARA EL PROCESO DE SOLDADURA.....	12
7.	ANEXOS	14

AGUAS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC08-20	REV. 0
	SOLDADURA PARA INFRAESTRUCTURA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO	ELABORÓ: CBV	REVISÓ: SAOV
		APROBÓ: RHOT	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 2 de 15

1. OBJETO

Esta norma general tiene como propósito establecer los requisitos técnicos que se deben cumplir para la realización de trabajos de soldadura, en las redes de distribución primaria y secundaria de acueducto, y plantas de tratamiento de agua potable y residual de EPM. Además de listar los documentos y pruebas de calidad necesarias para realizar estos procedimientos.

2. ALCANCE

Esta norma general aplica para las soldaduras que se realizan en líneas de tubería, accesorios, uniones, estructuras, tanques de almacenamiento y en general cualquier elemento que se deba soldar dentro de la red de agua y saneamiento de EPM. Aplica además para todo tipo de materiales, siguiendo los requisitos específicos de soldadura para cada tipo de material y las recomendaciones indicadas por el fabricante.



Esta norma reemplaza completamente la “*NEGC 413-00 Soldadura*”.

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

En la Tabla 1 se listan los documentos de referencia empleados en la definición de cada uno de los requisitos técnicos. Las resoluciones y los reglamentos nacionales, las normas y guías técnicas nacionales e internacionales y demás documentos relacionados, deben ser considerados en su última versión, a menos que se indique una versión diferente.

Tabla 1. Documentos de referencia

DOCUMENTO	NOMBRE
NTC 2057	Metalurgia. Código para calificar el procedimiento para soldar y la habilidad del soldador.
NTC 2120	Guía para la inspección de soldadura mediante ensayos no destructivos
NTC 2191	Soldadura. Electroodos de acero al carbono revestidos para soldadura por arco
AWS D1.1	Structural Welding Code--Steel
ASME A488/A488M	Standard Practice for Steel Castings, Welding, Qualifications of Procedures and Personnel1
AWWA C206	Field Welding of Steel Water Pipe
NTC 4991	Soldadura en líneas de tubería y de instalaciones relacionadas
ASME	Boiler & Pressure Vessel Code. Section IX. Qualification Standard for Welding and Brazing Procedures, Welders, Brazers and Welding and Brazing Operators
BS EN12062	Non-destructive examination of welds – General rules for metallic materials

AGUAS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC08-20	REV. 0
	SOLDADURA PARA INFRAESTRUCTURA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO	ELABORÓ: DCM	REVISÓ: CBV/ PAGM
		APROBÓ: RHOT	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
			PÁGINA: 3 de 15

4. REQUISITOS TÉCNICOS

4.1. REQUERIMIENTOS GENERALES

Para la realización de los trabajos de soldadura se deben seguir los requisitos generales establecidos en este documento, así como las normas y los códigos de soldadura nacionales e internacionales aplicables a cada tipo de elemento a soldar.

Las uniones soldadas y reparación en campo de tuberías y accesorios de acero al carbono empleados para construir las redes de acueducto, deben realizarse de conformidad con el código ASME u otro especificado desde el diseño y siguiendo las especificaciones técnicas del diseño, así como las establecidas en esta norma.

Los electrodos y los procedimientos de soldadura se deben adaptar a la clase de material a soldar, espesores y formas de las juntas. Esto conforme a lo indicado en los planos del proyecto y a las posiciones en que las soldaduras deban realizarse para garantizar que el metal quede depositado satisfactoriamente en toda la longitud, y en todo el espesor de la junta, y reducir al mínimo las distorsiones y los esfuerzos por la retracción del material.



Se debe cumplir con los requisitos de las normas y códigos nacionales e internacionales para el calibre y tipo de electrodo, amperaje, tipo de corriente a utilizar y demás parámetros de soldadura. Así mismo, se deben tener en cuenta las recomendaciones de los fabricantes de los elementos a soldar, de los electrodos y los equipos de soldadura.

4.1.1. Inspector de soldadura

En el desarrollo del proceso de fabricación y construcción por soldadura, debe haber dos inspectores:

Un inspector de soldadura por parte del contratista de EPM, quien tendrá a cargo el aseguramiento de la calidad de todas las soldaduras realizadas, de conformidad con los requisitos establecidos en este documento. Todas las uniones soldadas deben ser revisadas por el inspector de soldadura. Debe ser un inspector certificado de soldaduras CWI; en caso de no poder contar con un inspector calificado, previo acuerdo con la interventoría de EPM, esta función puede ser realizada por un supervisor de soldadura con experiencia y competencias certificadas para este fin o por el residente de la obra.

Un inspector por parte de la interventoría del contrato de EPM, quien será responsable de verificar el correcto aseguramiento de la calidad de las soldaduras, mediante la trazabilidad de los documentos que forman parte del control de calidad de las soldaduras, tales como, certificados, registros e informes de inspecciones e informes de ensayos. Debe asegurar que se cumpla con los requisitos establecidos en esta norma y puede solicitar las pruebas y ensayos que considere necesarios para complementar una inspección o ensayo realizado sobre las soldaduras.



AGUAS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC08-20	REV. 0
	SOLDADURA PARA INFRAESTRUCTURA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO	ELABORÓ: DCM	REVISÓ: CBV/ PAGM
		APROBÓ: RHOT	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
			PÁGINA: 4 de 15

El inspector deberá ser notificado oportunamente antes del comienzo de las operaciones de soldadura sujetas a inspección y verificación y se deben establecer puntos de espera y de atestiguamiento.

En la Tabla 2. Actividades bajo responsabilidad de los inspectores, se detallan las actividades que deben realizar cada uno de los inspectores en lo correspondiente a preparación del procedimiento, Ensayos No Destructivos – END de las soldaduras. Para el cumplimiento de esta labor, los inspectores deben saber interpretar todos los documentos exigidos.

Tabla 2. Actividades bajo responsabilidad de los inspectores

No.	Actividad	Inspector por parte del contratista	Inspector por parte de la interventoría
1	Preparación del procedimiento		
1.1	Asegurar el cumplimiento de los requisitos de los documentos contractuales	X	X
1.2	Elaborar el WPS	X, junto con la empresa contratista de soldadura	
1.3	Revisar y aprobar los WPS, PQR y WPQ		X
1.4	Verificar el cumplimiento del WSP durante la realización de la soldadura	X	X
1.5	Preparar los planes de inspección de acuerdo con la documentación correspondiente		X
1.6	Verificar las certificaciones del inspector de soldadura CWI (cuando aplique)		X
1.7	Verificar que los soldadores y operadores de soldadura cuenten con las calificaciones y certificaciones requeridas y asegurar que todo soldador que vaya a ejecutar un trabajo haya surtido el paso de verificación de la certificación	X	X
1.8	Verificar que los procedimientos estén de acuerdo con la documentación correspondiente		X
1.9	Verificar que los materiales y equipos de soldadura sean los adecuados de acuerdo con los requerimientos en la documentación y que los mismos se encuentren en condiciones adecuadas de almacenamiento y operación	X	X
1.10	Verificar que las reparaciones se efectúen de acuerdo con los procedimientos aprobados	X	X

AGUAS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC08-20	REV. 0
	SOLDADURA PARA INFRAESTRUCTURA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO	ELABORÓ: DCM	REVISÓ: CBV/ PAGM
		APROBÓ: RHOT	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 5 de 15

1.11	Revisar los resultados de las pruebas de calificación de procedimientos de soldadura		X
1.12	Elaborar el Libro de soldadura	X	
1.13	Verificar y aprobar el Libro de soldadura		X
2	Ensayos No Destructivos - END		
2.1	Programar la realización de los END de acuerdo con el plan de inspecciones	X	
2.2	Verificar la implementación de los END establecidos en este documento, para determinar la calidad de la soldadura		X
2.3	Verificar que los ensayos se realicen de acuerdo con la documentación correspondiente		X
2.4	Revisar y aprobar informes de procedimientos de soldadura, soldadores y operadores de soldadura, tratamientos térmicos, END, ensayos de componentes y discontinuidades en la soldadura		X
2.5	Verificar, evaluar y aceptar o rechazar los resultados de los ensayos no destructivos (END)		X

4.2. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS



4.2.1. Detalle de los procedimientos

Antes de realizar cualquier trabajo de soldadura, se debe verificar:

- La correcta alineación de las partes a unir y su posicionamiento adecuado con respecto al resto de la pieza a soldar
- La separación de raíz
- El ángulo y terminado de los biseles
- La profundidad de la preparación
- Los punteados de la unión
- La ubicación de puentes, platinas de respaldo o separadores necesarios.
- La limpieza de la unión

Las caras de fusión y las superficies circundantes, los bordes o superficies a unir por la soldadura, estarán libres de escoria, aceites o grasas, pinturas u óxidos y cualquier otra sustancia o elemento que pueda perjudicar la calidad de la soldadura.

Los elementos que se estén soldando se mantendrán firmemente en la posición correcta por medio de prensas, abrazaderas, o puntos de soldadura. Un cordón de soldadura comprende el número de pases o pasadas necesarias para lograr la penetración, lleno y acabado necesarios para garantizar su perfecto funcionamiento.

AGUAS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC08-20	REV. 0
	SOLDADURA PARA INFRAESTRUCTURA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO	ELABORÓ: DCM	REVISÓ: CBV/ PAGM
		APROBÓ: RHOT	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 6 de 15

Después de cada aplicación de un cordón de soldadura, se debe hacer limpieza de la escoria, con grata y pulidora, para verificar que no se presenten porosidades e imperfecciones.

4.2.2. Aspectos a evaluar del WPS

- La limpieza de la unión
- La identificación y tamaño de los electrodos y alambres o varillas para aporte
- El precalentamiento de la unión (cuando aplique)
- La posición para soldar
- El tipo de gas, flujo, tipo de tobera, etc.
- Tipo de corriente, polaridad, amperaje, voltaje en cada paso de soldadura
- El tipo y tamaño de electrodo para GTAW
- Tipo de transferencia del metal para GMAW
- El tipo de cordón, recto u oscilante, ancho máximo, etc.
- La distancia del extremo de la tobera a la pieza
- Cordones por un lado o por ambos
- La velocidad de avance
- El tratamiento térmico posterior a la soldadura
- Cualquier otro aspecto que, a consideración del inspector, pudiese afectar la calidad de la unión



El metal de la soldadura, una vez depositado, debe aparecer sin grietas, inclusiones de escoria, porosidades, cavidades, ni otros defectos de suministro y colocación de la soldadura. Además, toda soldadura debe dejarse enfriar libremente y no forzarse el descenso de su temperatura. El metal de soldadura deberá fundirse adecuadamente con el de las piezas por unir. La soldadura debe pulirse con esmeril para presentar contornos sólidos y uniformes.

Otros aspectos que no deben presentarse:

- Cráteres sin rellenar
- Arcos demasiado largos al principio y al final de un cordón de soldadura
- Sobrecalentamiento de la pieza
- Excesivas velocidades de soldadura
- Uso incorrecto del electrodo

4.2.3. Electroodos

Los electrodos a utilizar deben ser los mismos mencionados en el PQR (Registro de la calificación del procedimiento), y estos deberán cumplir con la especificación técnica de electrodos revestidos para soldadura por arco eléctrico de EPM. Además, para los electrodos de acero al carbono se aplican los ensayos indicados en la Norma NTC 2191.

AGUAS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC08-20	REV. 0
	SOLDADURA PARA INFRAESTRUCTURA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO	ELABORÓ: DCM	REVISÓ: CBV/ PAGM
		APROBÓ: RHOT	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 7 de 15

Los electrodos se deben almacenar bajo las condiciones recomendadas por el fabricante y los procedimientos de soldadura, de tal forma que se asegure su protección contra la humedad y otros agentes contaminantes.

Los electrodos contaminados, húmedos, deteriorados, doblados o sin marcación, deben descartarse y disponerse según lo establecido en las condiciones del contrato.

4.2.4. Identificación y trazabilidad

Una vez finalizados los procedimientos de soldadura, se debe elaborar un documento “Libro de soldadura” donde se permita evidenciar la trazabilidad de las soldaduras; se debe asegurar que los códigos de piezas y juntas corresponden en planos, juntas soldadas, soldador que la realiza (estampe del soldador), reparaciones de soldaduras e informes de ensayos no destructivos. La información mínima que debe contener el formato se lista a continuación:



- Elemento: plano y ubicación, diámetro, espesor, longitud, material, etc. Para el caso de tuberías, se debe indicar el número de las piezas de acuerdo con el plano de despiece.
- Unión soldada: nomenclatura e identificación, fecha, soldador (estampe), WPS.
- Inspecciones y ensayos: técnica, fechas y resultados. Todos los ensayos realizados sobre las soldaduras deben quedar evidenciados mediante registro fotográfico.
- Registro fotográfico de la fecha de vencimiento de los líquidos penetrantes (para los casos que se utilice este método)
- Reparaciones: fecha, resultados y registro fotográfico con el estampe del soldador.

Para el caso de uniones soldadas en tuberías y accesorios de acero al carbono para la red de acueducto, tanto tubo-tubo, tubo-accesorio, accesorio-accesorio, empalmes como reparaciones, se debe realizar cerca al cordón de soldadura el estampe del soldador que realizó el procedimiento y la fecha, hacer un registro fotográfico de la soldadura y los END realizados a cada pase del cordón de soldadura y, adicionalmente, georeferenciar la unión soldada en el sistema de información de redes de EPM.

4.2.1. Consideraciones ambientales

Al momento de realizar las soldaduras, se debe tener en cuenta que esta es una operación que produce humo y flamas, por lo cual el soldador debe estar siempre protegido. En espacios confinados, se deben usar equipos de monitoreo de aire y se debe tener una adecuada ventilación. Además, es necesario evitar el exceso de soldadura en espacios en los que se pueda afectar el medio ambiente. Cuando las soldaduras se realicen en obra, se dejará espacio suficiente para el correcto acceso del soldador a la junta.

Cuando las condiciones climatológicas sean adversas, se debe proteger la zona a soldar mediante toldos para evitar los efectos de las corrientes de aire, agua, polvo. Las bocas de los extremos del tubo estarán tapadas durante la soldadura para evitar las corrientes de aire. El Contratista deberá disponer de la gama de diámetros, y número de tapones suficientes para instalar en los extremos de los tubos durante las soldaduras a realizar en obra. Si las superficies se encuentran húmedas por lluvia o existan

AGUAS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC08-20	REV. 0
	SOLDADURA PARA INFRAESTRUCTURA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO	ELABORÓ: DCM	REVISÓ: CBV/ PAGM
		APROBÓ: RHOT	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
			PÁGINA: 8 de 15

grandes ráfagas de viento, no se deben realizar procedimientos de soldadura.

4.3. PRUEBAS Y ENSAYOS

El 100% de la soldadura aplicada debe ser sometida a una inspección visual por parte del inspector de soldadura del contratista.

Para el 100% de las uniones soldadas en tuberías y accesorios de acero al carbono por soldadura a filete o a tope se debe aplicar líquidos penetrantes en el primer pase, asegurando la correcta limpieza del cordón y área adyacente, posterior a la realización de ensayo. De acuerdo con los resultados obtenidos, el inspector de la interventoría debe definir si se requiere realizar el ensayo de partículas magnéticas o campo magnético ACFM en este primer pase de soldadura u otro para obtener mejores resultados de las indicaciones y/o defectos encontrados.

En los siguientes pases, se debe aplicar partículas magnéticas o campo magnético ACFM al 100% de la soldadura. De acuerdo con los resultados obtenidos, el inspector de la interventoría debe definir si es necesario realizar de forma complementaria el ensayo de líquidos penetrantes.



En cuanto a la soldadura en empalmes, debe realizarse 100% inspección visual y 100% de partículas magnéticas o ACFM. El método por líquidos penetrantes se debe aplicar únicamente si el inspector de la interventoría así lo solicita.

Adicional a los ensayos listados anteriormente, para soldaduras a tope se debe implementar ultrasonido al 10% de las uniones soldadas, seleccionadas de forma aleatoria o en las zonas críticas definidas por el inspector de la interventoría. En las soldaduras a filete no se considera la aplicación de ensayos por ultrasonido.

Durante el proceso de soldadura, se deben realizar soldaduras sobre cupones de atestiguamiento, bajo las mismas especificaciones de las piezas a unir y el WPS correspondiente. Cada cupón debe tener la trazabilidad definida en el numeral 4.2.4 de esta norma y debe ser sometido a END y ensayo de tracción y doblaje según el método de ensayo definido en el código ASME IX.

En esta norma no se considera el ensayo de radiografía o gamagrafía en campo, debido a los riesgos que representa para los seres vivos y a las condiciones especiales requeridas para la realización segura y eficiente del mismo. En caso de presentarse una falla en una unión soldada y se retire la pieza del montaje para sus análisis, esta puede ser evaluada mediante los ensayos de radiografía en un laboratorio con las instalaciones adecuadas para su realización.

Estos ensayos deben realizarse siguiendo los métodos de ensayo definidos en el WPS con base en las normas y códigos AWS y ASME. Tanto el personal inspector que ejecuta y el inspector que analiza los resultados de END deberán estar certificados en la técnica aplicable (MT, PT, VT) como mínimo nivel II de acuerdo a ASNT.

AGUAS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC08-20	REV. 0		
	SOLDADURA PARA INFRAESTRUCTURA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO	ELABORÓ: DCM	REVISÓ: CBV/ PAGM		
		APROBÓ: RHOT	FECHA:		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 9 de 15

Podrán solicitarse otros ensayos a las soldaduras, contemplados en el WPS a solicitud de la Interventoría para garantizar la calidad y confiabilidad de las mismas.

4.3.1. Inspección visual

Se debe realizar una inspección visual a lo largo de todo el proceso de soldadura, comenzando desde la recepción de los materiales en el almacén, y finalizando cuando el inspector examina y marca. En caso que se requieran reparaciones a soldaduras hechas, estas serán sometidas a nuevas inspecciones visuales.

Para la inspección visual, se debe contar con los siguientes instrumentos:

- Cintas métricas, reglas, falsas escuadras y galgas.
- Equipos de medición de temperaturas, presiones y de gases.
- Dispositivos de iluminación y medios ópticos auxiliares (comprobadores de superficies, sistemas fotoeléctricos, proyectores de perfiles, lupas y endoscopios).

Algunos criterios de aceptación y aprobación de la soldadura por la inspección visual son los siguientes:



- La soldadura deberá estar libre de grietas
- La cara de la soldadura deberá estar a ras con la superficie del metal base, y el cordón deberá fusionarse suavemente con el metal base
- El socavamiento no deberá exceder 1mm
- El reforzamiento de la soldadura no deberá exceder de 3 mm
- La raíz de la soldadura será inspeccionada, y no deberá haber evidencia de grietas, fusión incompleta, o penetración inadecuada en la unión. Una raíz de superficie cóncava es permitida dentro de los límites normalizados, de manera que el espesor total de la soldadura sea igual o mayor al del metal base

4.3.2. Líquidos penetrantes

Las piezas a examinar deberán estar limpias de sustancias extrañas como grasas, óxidos, aceites, escorias, pinturas, etc. Se deberá controlar el tiempo para que se permita la penetración del líquido en las grietas, en caso que existan, y asegurarse de que se cumple con el especificado por el fabricante del producto. Finalmente, se debe eliminar todo tipo de restos de líquidos, ya sean penetrantes o reveladores, limpiándolos adecuadamente.

A continuación, se listan las fases que deben seguirse en las pruebas con líquidos penetrantes:

- Limpieza inicial de la pieza
- Aplicación del líquido penetrante
- Medida del tiempo de penetración
- Eliminación del líquido sobrante
- Aplicación del líquido revelador
- Examen de la pieza

AGUAS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC08-20	REV. 0
	SOLDADURA PARA INFRAESTRUCTURA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO	ELABORÓ: DCM	REVISÓ: CBV/ PAGM
		APROBÓ: RHOT	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 10 de 15

- Limpieza final de la pieza

Es indispensable verificar la fecha de vencimiento de los productos de los líquidos penetrantes, en caso de estar vencidos éstos no deben usarse. Adicionalmente, deben almacenarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

4.3.3. Partículas magnéticas

Las partículas magnéticas se usan para discontinuidades superficiales o cerca de la superficie en materiales ferromagnéticos. Se debe usar corriente continua (CC) para este proceso para poder detectar discontinuidades que puedan estar ligeramente por debajo de la superficie. Después de remover el exceso de partículas, las partículas atrapadas revelan la dimensión forma y ubicación de las discontinuidades en la soldadura.

Este método no puede ser usado para inspeccionar materiales no ferromagnéticos como el aluminio, el magnesio o aceros austeníticos. La mayoría de las superficies de soldadura son aceptables para ser sometidas a inspección por partículas magnéticas después de remover la escoria, las salpicaduras u otro material externo que pueda afectar mecánicamente al medio.

4.3.4. Otras Pruebas



Otras pruebas pueden ser realizadas a las uniones soldadas siguiendo lo indicado en la NTC 2120 "Guía para la inspección de soldadura mediante ensayos no destructivos".

4.4. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

4.4.1. Documentos

Antes de realizar los procesos de soldadura se deberán presentar los siguientes documentos completamente diligenciados:

- WPS (Welding Procedure Specification o Especificación del procedimiento de soldadura): En este formato se deben detallar todas las variables indispensables y suficientes para realizar las soldaduras. Los datos registrados deben permitir al soldador, ajustar todos los parámetros de soldadura sin dejar nada a libre interpretación. El formato se encuentra en el anexo 1. Para soldaduras que no son a tope no se aceptarán WPS Precalificados y estos se deberán someter a pruebas para calificación del procedimiento (PQR).
- PQR (Procedure Qualification Record o Registro de la calificación del procedimiento): En este formato se detallan con claridad los datos reales utilizados para fabricar una probeta de soldadura, así como los resultados obtenidos de las pruebas realizadas en la misma probeta.
- WPQ (Welding Performance Qualification o Calificación del desempeño del soldador): Resultados de las pruebas realizadas a las soldaduras, no para calificar un procedimiento sino

AGUAS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC08-20	REV. 0
	SOLDADURA PARA INFRAESTRUCTURA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO	ELABORÓ: DCM	REVISÓ: CBV/ PAGM
		APROBÓ: RHOT	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 11 de 15

para determinar la habilidad de una persona (soldador) para hacer soldaduras de buena calidad.

4.4.2. Calificación del Soldador

Se debe presentar un Certificado de Aptitud Profesional del soldador expedido por una institución autorizada para calificar a sus soldadores. El soldador debe ser calificado en soldadura de tubería posición 6G.

4.4.3. Certificaciones

Los equipos de soldadura deben estar calibrados para asegurar los rangos de amperaje y voltaje necesarios para la realización de las soldaduras.

Antes de iniciar los trabajos se deben presentar los siguientes certificados:

- Ficha técnica de los electrodos a usar
- Calibración de equipos de soldadura
- De aptitud profesional de los soldadores de acuerdo al WPS especificado

4.4.4. Rechazo

Cualquier trabajo que no cumpla con los requerimientos mencionados en esta especificación debe ser rechazado. El contratista tiene la opción de reparar las uniones soldadas y efectuar las pruebas necesarias, de acuerdo a lo especificado en este documento. O remover y reemplazar las uniones por unas nuevas que cumplan todos los requisitos anteriormente mencionados.

Las reparaciones no generarán pago adicional al contratista.

5. LISTADO DE ACTIVIDADES GENERALES PARA EL PROCESO DE SOLDADURA



A continuación, se describen las actividades necesarias para el procedimiento de soldadura:

- Entrega documentos solicitados
- Limpieza de los elementos
- Soldadura
- Limpieza final de los elementos
- Inspección visual
- END (Ensayos no destructivos)

6. LISTADO DE MATERIALES PARA EL PROCESO DE SOLDADURA



A continuación, se describen los materiales necesarios para el procedimiento de soldadura:

- Equipo de soldadura (incluyendo todos sus componentes)
- Electrodos

AGUAS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC08-20	REV. 0		
	SOLDADURA PARA INFRAESTRUCTURA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO	ELABORÓ: DCM	REVISÓ: CBV/ PAGM		
		APROBÓ: RHOT	FECHA:		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 12 de 15

- Equipo para los END (incluyendo todos sus componentes)



AGUAS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC08-20		REV. 0	
	SOLDADURA PARA INFRAESTRUCTURA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO	ELABORÓ: DCM	REVISÓ: CBV/ PAGM		
		APROBÓ: RHOT	FECHA:		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 13 de 15

7. ANEXOS

ANEXO I: Formato WPS

AWS D1.1:2010

WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS) Yes
PREQUALIFIED QUALIFIED BY TESTING
or PROCEDURE QUALIFICATION RECORDS (PQR) Yes

Company Name _____
 Welding Process(es) _____
 Supporting PQR No.(s) _____

Identification # _____
 Revision _____ Date _____ By _____
 Authorized by _____ Date _____
 Type---Manual Semiautomatic
 Mechanized Automatic

JOINT DESIGN USED

Type: _____
 Single Double Weld
 Backing: Yes No
 Backing Material: _____
 Root Opening _____ Root Face Dimension _____
 Groove Angle _____ Radius (J-U) _____
 Back Gouging: Yes No Method _____

POSITION

Position of Groove: _____ Fillet: _____
 Vertical Progression: Up Down

BASE METALS

Material Spec. _____
 Type or Grade _____
 Thickness: Groove _____ Fillet _____
 Diameter (Pipe) _____

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Transfer Mode _____ Short-Circuiting
 (SMAW/GMAW) Globular Spray
 Current: AC DCEP DCEN Pulsed
 Power Source: CC CV
 Other _____
 Electrode _____

FILLER METALS

AWS Specification _____
 AWS Classification _____

TECHNIQUE

Stringer or Weave Bead: _____
 Multi-Pass or Single Pass (per side) _____
 Number of Electrodes _____
 Electrode Spacing _____ Longitudinal _____
 Lateral _____
 Angle _____
 Contact Tube to Work Distance _____
 Peening _____
 Interpass Cleaning: _____

SHIELDING

Flux _____ Gas _____
 Composition _____
 Electrode-Flux (Class) _____ Flow Rate _____
 Gas Cup Size _____

PREHEAT and INTERPASS TEMPERATURE



Min for Thicknesses 1/8" - 3/4" (included) _____
 Min for Thicknesses over 3/4" - 1 1/2" (included) _____
 Min for Thicknesses 1 1/2" - 2 1/2" (included) _____
 Min for Thicknesses over 2 1/2" _____
 Max Interpass Temperature _____

POST WELD HEAT TREATMENT

Temperature _____
 Time _____

WELDING PROCEDURE

Pass or Weld Layer(s)	Process	Filler Metals		Current		Volts	Travel Speed	Joint Details
		Class	Diameter	Type & Polarity	Amps or Wire Feed Speed			

AGUAS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC08-20	REV. 0
	SOLDADURA PARA INFRAESTRUCTURA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO	ELABORÓ: DCM	REVISÓ: CBV/ PAGM
		APROBÓ: RHOT	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 14 de 15

ANEXO II: Formato PQR

N° del procedimiento _____ Fecha: _____ Proceso de soldadura: _____
 Especificación del material: _____ hasta _____ N° de categoría _____ hasta _____
 Espesor de la lámina: _____ Calificación del rango del espesor _____
 N° grupo F de relleno de metal: _____ N° grupo A de relleno depositado: _____
 Designación de flujo: _____ Composición del gas: _____
 Ratio de flujo de gas: _____ Banda de respaldo, si aplica _____
 Rango de temperatura de calentamiento: _____ Numero de pasadas: _____
 Posición de la ranura: _____ Diámetro del alambre de relleno: _____
 Nombre comercial: _____ Tipo de respaldo: _____
 Amperaje: _____ Voltaje: _____ Pulgadas/min: _____
 Temperatura de calentamiento final: _____ tiempo a esta temperatura _____



Resultados prueba de tensión

Muestra N°	Ancho	Espesor	Área	Carga ultima total, N	Esfuerzo último, Mpa	Naturaleza de la falla y lugar

Resultados Prueba de flexión

Muestra N°	Resultados	Muestra N°	Resultados

Nombre del soldador: _____ Hora: _____ Firma: _____
 Quien cumple con la certificación de soldador ASME, AWS o equivalente.
 Prueba controlada por: _____ Numero de la prueba: _____
 Nosotros certificamos que los datos suministrados en esta prueba son correctos y la preparación, soldadura y pruebas fueron realizadas de acuerdo a la ASTM A488/A488M
 Firma del contratante: _____
 Fecha: _____

AGUAS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC08-20	REV. 0
	SOLDADURA PARA INFRAESTRUCTURA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO	ELABORÓ: DCM	REVISÓ: CBV/ PAGM
		APROBÓ: RHOT	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 15 de 15