

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL DISEÑO DE REDES DE AGUA POTABLE
USANDO ACCESORIOS CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES DE ACERO AL
CARBONO**

DAYANNE ANDREA GUANCHA

JUAN PABLO TAMAYO

SANTIAGO GIEDELMAN

SEBASTIAN ACEVEDO DIAZ

UNIVERSIDAD EAN

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO DE INTEGRACIÓN

TUTOR

JEFREY LEON PULIDO

25 DE MAYO DEL 2021

Tabla De Contenido

Tabla De Contenido	2
Lista de Figuras	4
Introducción	5
Contenido	6
Planteamiento Del Problema	7
Antecedentes	9
Justificación	12
Objetivos	14
Objetivo General	14
Objetivos Específicos	14
Marco Conceptual	15
Características generales	15
AWWA M11	16
AWWA C208	16
Doble Desvío	17
Unión Dresser o de Transición	17
Codos	17
Mainfold	17
Marco De Referencia	18
Normas para tubería de agua residual en acero al carbono	18
Norma ASTM A53	18
Norma ASTM A106	20
Norma ANSI	20
Norma ISO 9001	21
Metodología	22
Preparación de la Tubería	23
Soldadura de Uniones (con Materiales de Soporte)	24
Curvas para tubería de acero al carbono	24
Soldadura para Tubería de Acero al Carbono	25
Métodos de Fabricación	25
Tipo de Material	26
Acero A36 Especificación Astm A36	27
Ficha Técnica	27
Norma ASTM A36	28
Propiedades Mecánicas	29
Propiedades Físicas:	30

Proceso Sandblasting O Chorro De Arena.	30
Beneficios del Proceso Sand Blasting.	30
Aplicación sobre Acero al Carbón.	31
Aplicaciones para Aspersión o Rociado	31
Resultados	33
Creación De Pieza Especial Para Proyecto Tibi Toc La Manija	33
Pintura y Sand Blasting	42
Cronograma	43
Conclusiones	44
Referencias	45

Lista de Figuras

Figura 1: Inconveniente de Caja de Tubería del barrio La Fiscala en Soacha, Cundinamarca. Fuente: Tubería de acero y hierro dúctil encontrada – elaboración propia.	9
Figura 2: Inconveniente Topográfico, Av. Las Villas con calle 134 en Bogotá D.C. Tubo de hierro dúctil y polietileno encontrada – elaboración propia.	10
Figura 3: Ensayos no destructivos. Adaptado de www.techstreet.com/standards/awwa-m11?product_id=1985883	18
Figura 4: Norma ASME A13.1-2007. Normas de ANSI referentes al etiquetado y marcaje de tuberías. Recuperado de https://www.bradyid.com.mx/aplicaciones/marcaje-de-tuberias .	21
Figura 5: Preparación de la tubería. Elaboración propia	23
Figura 6: Sin costura. Los tubos sin costura se obtienen a partir de perforar una varilla en estado de fundición con un mandril. Tomado de Pipe Drafting and Design (Third Edition), 2012.	26
Figura 7: A tope. A tope se forma alimentando una placa en acero caliente a través de unos tubos perpendiculares que le dan una forma circular hueca, formando una costura. Tomado de Pipe Drafting and Design (Third Edition), 2012.	26
Figura 8: Soldado Espiral. Soldado en espiral se forma retorciendo tiras de metal en forma de espiral y luego se sueldan los bordes a modo de costura. Tomado de Pipe Drafting and Design (Third Edition), 2012.	26
Figura 9: Tipos de Material. Tiene un revestimiento interno hecho de acero inoxidable, acero de aleación de titanio, cobre o aluminio, etc. Tomado de Advanced Well Completion Engineering (Third Edition), 2011.	28
Figura 10: Ficha técnica Acero A36. Fuente: Grados Material Mundial, (S.F). Ficha Técnica. https://www.materialmundial.com/acero-astm-a36-propiedades-ficha-tecnica-estructural/	29
Figura 11: Propiedades mecánicas Acero A36. Fuente: Grados Material Mundial, (S.F). Ficha Técnica. https://www.materialmundial.com/acero-astm-a36-propiedades-ficha-tecnica-estructural/	31
Figura 12: Codo de 90°. Elaboración propia.	33
Figura 13: Vista lateral Codo 90°. Fuente elaboración propia.	34
Figura 14. Brida. Elaboración propia.	35
Figura 15: Diagrama de flujo para la creación de una codo de 90°. Elaboración propia.	41
Figura 16: Cronograma, Vista General de Actividades. Elaboración Propia.	42
Figura 17: Duración de Actividades. Elaboración Propia.	42

Introducción

En el presente entregable, documentamos el desarrollo estructurado del proyecto que hemos elaborado como grupo de trabajo en la materia de Proyecto de Integración, el cual se lleva a cabo en diferentes etapas y es el fruto de la investigación realizada.

El proyecto ha sido diseñado con base en un planteamiento específico para la problemática de los sistemas de acueductos y alcantarillados, que en la actualidad presentan limitaciones o inconvenientes; al no tener un estándar definido para su diseño y fabricación.

Esta problemática ha sido evidenciada, no sólo en sistemas de acueductos y alcantarillados como el de Bogotá, sino también en otros lugares del mundo, que al no contar con un estándar tiene en sus redes diferentes tipos de materiales, diseños y medidas que limitan o generan inconvenientes en sus interconexiones o reparaciones y obligan a tener que improvisar para plantear una solución que en la gran mayoría de ocasiones, genera retrasos, sobrecostos e incluso riesgos para los sistemas que se ven involucrados.

Dentro de la investigación desarrollada, se plantea la problemática y las preguntas cómo se aborda la misma, se exponen los antecedentes, se constatan casos reales donde se evidencian los inconvenientes expuestos, se establecen los objetivos del proyecto. De igual manera se muestra la investigación desde lo teórico hasta la normatividad aplicable al proyecto con todos los escenarios que hacen parte de la fabricación de elementos para esta actividad específica.

Una vez contemplados todos los documentos requeridos y detallada la normatividad aplicable, se documenta la metodología que sirve como guía para el desarrollo práctico del proyecto.

Por último se plantea una solución práctica, completa y detallada ante los requerimientos establecidos, la normatividad contemplada y como respuesta a los objetivos planteados para resolver con el presente proyecto.

Abstract

This document is oriented to the research project on pipes used for the transport of wastewater generated by households and industrial plants. The new technologies of aqueduct have allowed the evolution of new designs from different materials and industrial characteristics that guarantee their due process. The research shown below is based on the process of carbon steel pipes in general and applied as a real case to a project in the city of Bogota.

Contenido

Título del Proyecto: Diseño de línea de accesorios convencionales y no convencionales para las redes de agua potable a base del material acero al carbono

Cobertura del Proyecto: Creación de tubería y accesorios en material de acero al carbono con recubrimiento y revestimiento en pintura epóxica en el rango de diámetros 6" hasta 72" de diámetro con una garantía de tres (3) años.

Palabras Clave: Tubería, Accesorios, Recubrimientos, Acero al carbono, Pintura Epoxica

Áreas de Investigación: Redes Matrices, Acueductos, Plantas de Tratamientos en Bogotá.

Campos de Interés: Entidades públicas y privadas en el área de infraestructura y desarrollo del país.

Planteamiento Del Problema

En Bogotá existía un cartel de tuberías el cual tenía todo el mercado de la conducción tanto de agua potable como de agua residual en grandes dimensiones, el acueducto de Bogotá solo homologó a una empresa para que ésta distribuya absolutamente todo en Bogotá. Si un ingeniero utilizaba alguna tubería que no estuviese homologada, la interventoría no le aceptaba la obra y tenía que volver a comprar los materiales; en 2015 se destapa esta corrupción y para el 2017 la empresa American Pipe tiene que irse del país, siendo la única empresa homologada. El hueco en el mercado era enorme, el acueducto desesperadamente decide aceptar otro tipos de tuberías tales como, hierro dúctil, acero al carbón con recubrimiento en pintura epoxi, polietileno, fibra de vidrio, entre otros materiales que suplen la tubería que se utilizó por más de 80 años.

Finalmente desde el 2017 el Acueducto de Bogotá está encargado de toda las redes matrices y principales junto con el tratamiento del agua, homologa otros materiales distintos a la tubería con recubrimiento en mortero; logran entrar materiales muy interesantes como lo es el hierro dúctil (los países más desarrollados utilizan esta tubería), fibra de vidrio, polietileno y por último tubería de acero al carbono que aunque es un material que se oxida, se permite utilizarse con un recubrimiento especial avalado por la AWWA C210 permitiendo nuevas oportunidades de negocio.

Luego de cuatro (4) años las redes de Bogotá han comenzado a tener inconvenientes que los licitadores ven como aspecto crítico, pues el tener tantos materiales y con el ingreso de nuevas obras como lo son los cambios de redes matrices de la estación de Bombeo Tibitoc, las plantas de tratamiento del río Bogotá, Canoas y Salitre, las empresas privadas y públicas ven un problema al tener que empatar tubería que está instalada, con una red que se está proponiendo en los nuevos proyectos. Muchas veces es posible no encontrar accesorios que puedan solucionar el problema, cada uno de estos

materiales tienen accesorios convencionales, como lo son Tees, codos de diferentes ángulos, reducciones concéntricas, reducciones excéntricas, uniones convencionales para mismo material; sin embargo cuando dos tuberías o accesorios de diferentes materiales se encuentran, no existe un elemento convencional que pueda solucionar el problema, dado que la mayoría de materiales requiere de una estructura industrial muy costosa para poder crear piezas especiales o piezas no convencionales; sin contar que las juntas entre tubos y accesorios no deben dar ningún escape y cada uno de los materiales tiene formas distintas en sus empates.

En resumen, el problema se centra en que no existe una manera adecuada de lograr la conexión entre las diferentes redes de tubería que se encuentran instaladas en la actualidad en la ciudad de Bogotá. De manera tal que el presente proyecto plantea una solución práctica, económica y técnicamente viable a la problemática descrita, enfocándose en la creación de una pieza a base de acero al carbón (material maleable) y con recubrimiento de pintura epóxica; que cumpla con las características avaladas en la actualidad por el Acueducto de Bogotá.

Es necesario conocer los requisitos para poder ser homologados por el acueducto y las necesidades del sector; por esto se formulan las siguientes inquietudes.

1. ¿Bajo qué normas es posible utilizar el acero al carbono?
2. ¿De qué manera, el acero al carbón deja de ser tóxico para el consumo humano y como está permitido su uso en el Acueducto de Bogotá?
3. ¿En qué sectores de Bogotá se encuentran problemas tales como el encuentro de tubería o accesorios de distintos materiales?
4. ¿Cuántos tipos de empates pueden existir en Bogotá?
5. ¿Qué presiones puede manejar las redes de Bogotá y si la presión cambia las dimensiones de los accesorios?

Antecedentes

En el año 2017, debido a la salida de la compañía American Pipe del país, se continúan las obras proyectadas, con el inconveniente de que se montan redes con diferentes características a lo largo y ancho de la ciudad de Bogotá. En ese momento Findeter no aprueba el cambio completo de una de las redes y es necesario crear un accesorio especial para poder empatar la red que se está instalando con la red que no es posible cambiar.

De manera tal, que para poder diseñar esta unión es requerido guiarse bajo la norma AWWA C-219 que especifica los materiales, las dimensiones, tornillería, entre otros aspectos, para su adecuada fabricación.



Figura 1: Inconveniente de Caja de Tubería del barrio La Fiscala en Soacha, Cundinamarca.

Fuente: Tubería de acero y hierro dúctil encontrada – elaboración propia.



Figura 2: Inconveniente Topográfico, Av. Las Villas con calle 134 en Bogotá D.C. Tubo de hierro dúctil y polietileno encontrada – elaboración propia.

Este tipo de problemas son muy comunes en las redes de agua de la ciudad de Bogotá, por lo anteriormente expuesto. De hecho esta misma problemática es posible verla en países como Estados Unidos o México; por lo que es posible plantear una posible solución a una necesidad de demanda global (Solorio, 2019; Marrero et al. 2014 y Verduzco, et al. 2014). Desde que comenzaron a aceptar redes con tuberías de distintas características, el acero al carbono se ha destacado frente a los otros materiales, dado que permite solucionar inconvenientes de diversos empates debido a sus características.

Las ciudades en la actualidad y a pesar de la pandemia no han detenido la actividad de la construcción de edificaciones, lo que implica que las ciudades necesitan ahora y en el tiempo mayor inversión o una estrategia eficiente en términos tecnológicos y económicos (Figueredo, et al. 2020) para los sistemas que reparten los servicios públicos, dado que, el hecho del objeto de estudio requiere una red compleja y de dimensiones robustas.

Una red de agua deteriorada implica un mal servicio, problemas de salud pública inminentes, fugas de agua, así es cómo, a pesar de necesitar pensar en términos eficientes, es preciso, considerar que las condiciones para transportar el líquido tengan los niveles

considerables de calidad, además que al tener que, improvisar en una red averiada, realmente se estarían perdiendo cantidades significativas de dinero y de un recurso que para las nuevas condiciones ambientales ya no se considera completamente renovable (Verduzco, et al. 2014).

Por otro lado, fenómenos como el COVID, el aumento de la población, el cambio global, la contaminación como efecto del sector primario (minería y agricultura), ese mismo sector, necesario para producir la tubería o los accesorios que pueden repararla, han puesto en riesgo, un servicio ecosistémico que se consideraba como derecho humano, por esa razón la banca al valorar el agua como un recurso escaso, como lo es el oro o el petróleo ha considerado que se dé un precio y se administre como un objeto condicionado a la capacidad de adquisición de los países y ahora empezará a ser un elemento que cotice en la bolsa (Sevilla, 2015). Contribuir a que sean menos las pérdidas, las externalidades y retroalimentaciones energéticas negativas en un mercado que pueda y deba ser sostenible para países como Colombia puede ser una contribución importante. La ONU se ha pronunciado preocupada (Portafolio, diciembre 11 del 2020).

Justificación

Las necesidades de desarrollo en infraestructura del país hacen necesario la creación de suministros que permitan alcanzar las metas y cumplir con los estándares que certifiquen la calidad de los suministros. Dentro de las obras de infraestructura necesarias, se encuentran las obras de acueducto y saneamiento, las cuales están incluidas en un presupuesto aproximado de \$1,7 billones de pesos (Minvivienda, 2020).

Colombia se encuentra desarrollando el mercado metalmecánico, sin embargo, su productividad, producción, competitividad, niveles tecnológicos y las oportunidades que tiene el sector deben hacerse eficientes, pues es necesario ser más competitivos y sostenibles (Figueredo, et al. 2020), respetando el potencial del país en recursos naturales, pues esta característica hace disponible los recursos que se usan, entonces, es necesario encontrar el punto de equilibrio.

El desarrollo de una línea de accesorios de tubería en acero al carbono con recubrimiento interno, que cumpla con los estándares necesarios para soportar las altas presiones y el desgaste al que se ven sometidas estas piezas. La demanda constante de suministros para el desarrollo de líneas de transporte de agua potable es una razón de peso para la investigación presente, sumada a esta razón en la situación política y comercial reciente (SIC, 2019), se ha presentado un vacío comercial tras la salida del país de la empresa American Pipe, lo que permite a otros agentes entrar en este mercado y satisfacer la demanda actual.

Con esta investigación se pretende crear los lineamientos necesarios para la producción de accesorios, que cumplan con estándares de alta calidad, y que a su vez permitan prestar servicios de forma óptima en las obras de infraestructura en las que se empleen, para satisfacer la demanda futura en los proyectos de infraestructura. Para lograr

el diseño de esta línea de accesorios, se utilizarán las normas nacionales e internacionales (AWWA, ANSI, ICONTEC), que le darán al producto la oportunidad de participar en los proyectos de infraestructura (Minvivienda, 2017).

Objetivos

Objetivo General

Generar una metodología para el diseño de redes de agua potable usando accesorios convencionales y no convencionales de acero al carbono.

Objetivos Específicos

- Plantear un normograma que describa el panorama normativo asociado al proceso de diseño de redes y líneas de agua.
- Establecer un flujo de procesos que determine los pasos y requerimientos en la fabricación de accesorios de línea.
- Proponer una herramienta para la estimación de costos y selección de materiales a partir de estimadores disponibles en la literatura abierta.
- Plantear una metodología que permita establecer un paso a paso para el diseño conceptual de líneas de agua con tuberías de acero al carbono.

Marco Conceptual

Características generales

El acero al carbono y el acero inoxidable han sido tradicionalmente los materiales de conducción para las aplicaciones de agua y aguas residuales debido a su fuerza percibida. Sin embargo, después de años de uso en el campo, problemas con corrosión, picaduras, escalamiento y pérdida de presión gradual llevan a costos de reparación excesivos para instalaciones con fondos insuficientes (Solorio. J, 2019). A continuación, se describen los pasos y las descripciones técnicas que se siguen en la producción de los insumos.

Acero Al Carbono: Acero que contiene un mínimo no especificado de elementos de aleación; el aumento de la proporción de carbono reduce su ductilidad y soldabilidad a pesar de incrementar su resistencia.

La tubería de acero al carbono es utilizada en gran cantidad de aplicaciones industriales manejando fluidos abrasivos, algunos corrosivos, agua entre muchos otros, pero también es utilizado en la construcción en ductos de agua, y dentro de las viviendas para conducción de agua y gas.

En la tubería de conducción, en general sus usos son para fluidos como agua, aire, gases, vapor y usos mecánicos. La tubería sin costura es una tubería hecha en una sola pieza, sin uniones ni soldaduras, lo que da como resultado una tubería diseñada para usos que requieren una calidad y una especificación especializada, como son los usos de,

Conducción de Fluidos y Gases en la Industria Petrolera, Química y Petroquímica, así como en el área de la Construcción.

Una tubería de alcantarillado es una tubería utilizada para el transporte de aguas residuales o aguas residuales de hogares e industrias. Hay varios tipos de tuberías de aguas residuales. Especialmente con el desarrollo de nuevas tecnologías y nuevos materiales en los últimos años, se desarrollan muchos tipos de tuberías nuevas, que tienen

diferentes características y ventajas y se aplican a la industria de drenaje con buen rendimiento.

Los principales tubos de metal aplicados a la ingeniería de tuberías de drenaje se refieren a tubos de acero, tubos de hierro de grafito esferoidal, tubos de fundición gris, etc. El tubo de acero es aplicable a los landforms complejos con su alta resistencia mecánica, buena resistencia a la presión y conveniente para la fabricación y el uso.

Normas

Se usan documentos que se refieren a normas mundiales para la fabricación de tubos de acero al carbono, como se generaliza a continuación en la siguiente tabla y cómo se contextualiza la norma en el texto y las figuras posteriores.

Norma	Origen	Contenido	Contenido específico
AWWA M11	Americana	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño e instalación de tubería de acero • Historia • Usos 	<ul style="list-style-type: none"> • Golpes de arriete • Espesor de pared • Diseños de accesorios • Principios de corrosión. revestimiento, protección.
AWWA C208	Americana	<ul style="list-style-type: none"> • Las dimensiones para la fabricación de accesorios de Tubería de Acero 	<ul style="list-style-type: none"> • Requisitos de los accesorios • Tablas de medidas • Especificaciones de fabricación

Tabla 1: Normas mundiales seguidas para la producción de tubos de acero al carbón.

Fuente: Adaptado de www.techstreet.com/standards/awwa-m11?product_id=1985883

Accesorios Para Tubería		
Nombre	Descripción	Imagen
Doble Desvío	<p>Accesorio basado en cortes diagonales en un tubo estándar, que al momento de girar a 180° se genera una pieza con ángulos según requerimiento para conectar tubería que no queda en el mismo eje. Esta pieza es especial, ya que es hecha bajo medida exacta a la necesidad del cliente.</p>	
Unión Dresser o de Transición	<p>La unión dresser o de transición, es una de las piezas más especiales, ya que, permite realizar empates de tubería, reparaciones y extensiones en cualquier tipo de tubería lisa, sin importar el diámetro. Permitiendo corregir redes con problemas de medidas o con daños en áreas accesibles.</p>	
Codos	<p>Accesorios que brindan ángulos que pueden alterar por completo el direccionamiento de la tubería,, es posible crear codos desde de 11° hasta 180° a partir de los grados del codo se pueden modificar la soldadura.</p>	
Mainfold	<p>Accesorio especial, que cuenta con salidas radiales o tangenciales que ayudan en la purga de elementos pesados de la tubería para diferentes tipos de agua. Facilitan labores para pruebas y evitan inconvenientes que puedan generar daños en el sistema.</p>	

Tabla 2: Accesorios de Tubería. Fuente: *Tomado de kaizengroup.com.co*

Ensayos No Destructivos

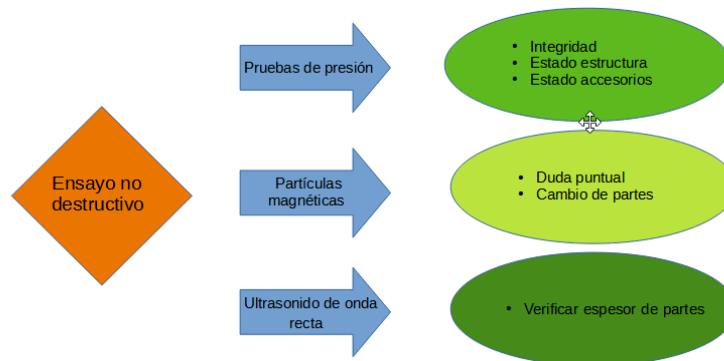


Figura 3: Ensayos no destructivos. Adaptado de www.techstreet.com/standards/awwa-m11?product_id=1985883

Marco De Referencia

Normas para tubería de agua residual en acero al carbono

Las normas ASTM clasifican, evalúan y especifican las propiedades químicas, mecánicas y metalúrgicas de los diferentes tipos de acero para construcción, industriales y accesorios relacionados al material (Octal, 2018).

Norma ASTM A53

Material	Tipo	Uso	Dimensiones
Acero	Carbono	<ul style="list-style-type: none"> • Tubería sin costura • Tubería con costura o con soldadura 	<ul style="list-style-type: none"> • 10.3 mm - 660 mm o 1/8 de pulgada hasta 26 pulgadas. (Octal, 2018). •
	Estructura		
	Inoxidable		
	Ferrita		
	Austenita		
	Tipo aleación		

Tabla 3: Características de la norma ASTM A53. Fuente: Adaptado de (Octal, 2018).

Especificación de Tubería

Los tubos ASTM A53 Grado B es el más utilizado bajo esta norma y además es utilizado en diferentes sistemas de tubería. Con sus diferentes usos industriales, para el presente documento se tendrá en cuenta el uso para tratamiento de Aguas Residuales.

Las normas y estándares relacionados con la fabricación del tubo ASTM A53 grado B comprenden diferentes especificaciones y estándares para el adecuado uso de los tubos en la industria de tratamiento de aguas residuales. Las principales son las siguientes:

Norma	Descripción
A 530/A 530M	Norma sobre los requisitos comunes para tubos de acero al carbono o acero aleado.
A 865	Norma bajo la que se definen las uniones (coupling) roscadas, el revestimiento de zinc galvanizado en caliente y acero al carbono para tubos con o sin costura, y para las juntas del tubo de acero.
E 213	Norma para la inspección ultrasónica de tubos de acero con soldadura y sin costura.
A106 Especificación ASTM A106-99e1	Para tubería de acero al carbono sin costura para servicio a alta temperatura.
A524 Especificación ASTM A524-96	Para tubería de acero al carbono sin costura para temperaturas atmosféricas y bajas.
A691 Especificación ASTM A691-98	Para tubería de acero al carbono y aleación, soldadura por fusión eléctrica para servicio de alta presión a altas temperaturas.

Tabla 4: Normas. Fuente: Adaptado de (Octal, 2018).

Norma ASTM A106

La Especificación ASTM A106 Grado B / C cubre tubería de acero al carbono sin costura para servicio de alta temperatura (Nota 1) en NPS 1-8 a NPS 48 inclusive, con espesor de pared nominal (promedio) como se indica en ANSI B36.10. A106 Se pueden proporcionar tuberías con otras dimensiones siempre que tal tubería cumpla con todos los demás requisitos de esta especificación. Las tuberías sin soldadura ASTM A106 grado B de acero al carbono deben ser adecuadas para operaciones de doblado, rebordeado y conformado similares, y para soldaduras. Cuando se va a soldar el acero, se presupone que se utilizará un procedimiento de soldadura adecuado para el grado de acero y el uso o servicio previsto.

Colombia es uno de los principales países donde Aleación Tubos suministra ASTM A106 Grado B / C tubo de acero al carbono, cuya utilización comprende el tratamiento de aguas residuales (Aleación Tubos, 2017).

Norma ANSI

- Referente al etiquetado y marcaje de tuberías.

Requisitos de OSHA en referencia a las normas de ANSI para marcaje de tubería:

Las normas para marcaje y etiquetado de tuberías no están definidas de forma específica por OSHA, pero la norma 1910.261(a)(3)(i) menciona la norma A13.1 de ASME's (ANSI) standard A13.1 como el esquema recomendado para identificación de sistemas de tuberías (Recuperado de internet, marzo 2021).

ANSI es miembro de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) y de la Comisión Electrotécnica Internacional (International Electrotechnical Commission, IEC).

La norma de ASME para identificación de tuberías es una guía usada ampliamente para determinar los requisitos para la identificación de tuberías. Las notas editoriales de ASME A13.1-2007 indican que, "A13.1 tiene la finalidad de establecer un sistema para

ayudar en la identificación de materiales peligrosos transportados a través de sistemas de tuberías y los peligros que representan al ser liberados en el medio ambiente".







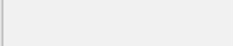
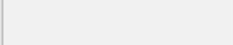
Color de la etiqueta	Color del texto	Color	Contenido de la tubería
Rojo	Blanco		Líquidos para extinción de incendios
Anaranjado	Negro		Líquidos tóxicos y corrosivos
Amarillo	Negro		Líquidos inflamables
Café	Blanco		Líquidos combustibles
Verde	Blanco		Agua potable, de refrigeración, de caldera y de otros tipos
Azul	Blanco		Aire comprimido
Morado Gris Negro	Blanco		Definido por el usuario
Blanco	Negro		Definido por el usuario

Figura 4: Norma ASME A13.1-2007. Normas de ANSI referentes al etiquetado y marcaje de tuberías. Recuperado de <https://www.bradyid.com.mx/aplicaciones/marcaje-de-tuberias>.

Norma ISO 9001

La norma ISO 9001 certifica a las empresas dedicadas a la industria de Tubería de Acero al Carbón que cumplan con las especificaciones y altos estándares de calidad en su producción, garantizando el suministro de materiales y la prestación de buen servicio

Metodología

Objetivo	Metodología	Resultado
Identificar las normas, bajo las cuales se regirá todo el proceso de diseño y fabricación de la línea de accesorios.	Se describen todas las normas encontradas acerca del acero al carbono.	Norma que optimice la calidad del producto.
Definir todos los procesos necesarios para la fabricación de los accesorios. Se describe todo el proceso de manufactura para la fabricación del material y el diseño de los accesorios.	Se encuentra el mejor método.	El mejor método para la elaboración de las piezas con la más alta calidad.
Diseñar las herramientas que permitan la estimación de costos de materiales y de producción.	Se diseña una herramienta que recibirá como parámetros de entrada las medidas y materiales del accesorio deseado, y arrojará como resultado los costos de elaboración.	Programa informático que permita el cálculo de costos de la elaboración de las piezas.
Seleccionar las pruebas necesarias que se deben realizar sobre los productos diseñados (Pruebas de soldadura, Hidrostáticas).	Se escogen las normas que determinan las pruebas que se deben realizar sobre la soldadura.	Definición de las pruebas a realizar sobre la soldadura.

Tabla 5: Pasos de la Metodología. Elaboración propia.

Preparación de la Tubería

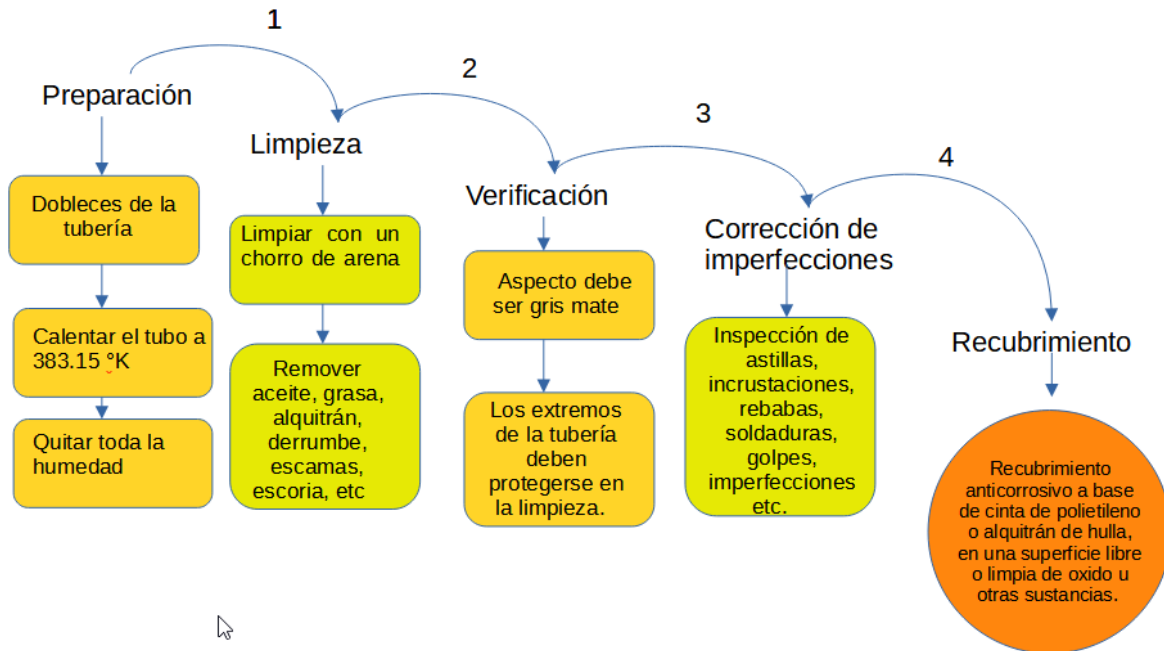


Figura 5: Preparación de la tubería. Elaboración propia

La cinta se aplicará envolviendo a la tubería, espiralmente con un traslape mínimo de 25.4 mm y una tensión controlada de 0.069 MPa (0.70 kg/cm²).

La cinta puede ser aplicada: manualmente, con máquina manual encintadora, con máquina de transmisión, o bien, con equipo de aplicación en planta.

En la planta, los procedimientos bajo los cuales se aplicará la cinta a la tubería serán: por transportación lineal de la cinta y por transportación espiral de la cinta. En cada extremo de la tubería, deberá dejarse una franja libre de recubrimiento de 0.30 m de ancho, para la fase de alineamiento y soldadura de campo. Una vez aplicado el recubrimiento a la tubería, éste deberá ser inspeccionado con el objeto de comprobar su calidad, o bien, para detectar las posibles fallas y repararlas apropiadamente.

Inspección del recubrimiento

Para inspeccionar el recubrimiento, se usará un detector eléctrico de bajo amperaje y de voltaje ajustable, que detecte las fallas de recubrimiento, mediante pulsaciones eléctricas. El voltaje mínimo de operación del detector, será de 10 000 Volts. El voltaje deberá ajustarse apropiadamente, por lo menos una vez al día, ya que la humedad y la temperatura podría des ajustarlo. El detector será aplicado al recubrimiento, pasándolo una sola vez a una velocidad de 0.15 a 0.30 m/s. Cualquier falla en el recubrimiento será indicada por una chispa entre el electrodo y la superficie del tubo y/o también por una señal luminosa y audible. Las fallas detectadas en el recubrimiento, serán reparadas en la forma siguiente:

- **Suspensiones menores:**

El área por reparar, se limpiará perfectamente y sobre ella se colocará un parche del mismo material de 0.05 m mayor en todas direcciones del área por reparar. El área por reparar y el parche por colocar, deberán estar perfectamente libres de impurezas y secos.

Tanto el área dañada como el lado adhesivo del parche se deben calentar, y una vez que el adhesivo comience a fluir, se colocará sobre el área dañada, moldeándolo del centro hacia los extremos. La zona reparada deberá ser nuevamente inspeccionada.

- **Reparaciones mayores:**

En estos casos, el área defectuosa se calienta hasta que el material se ablande, y posteriormente, se remueve con la ayuda de una espátula o navaja, y en su lugar se colocará el parche, siguiendo el procedimiento adecuado para su instalación.

Soldadura de Uniones (con Materiales de Soporte)

Curvas para tubería de acero al carbono

Codos para tubería helicoidal o longitudinal hechas en frío, los cambios de dirección requeridos para apegarse al contorno de la zanja pueden realizarse doblando el tubo de

acuerdo a los procedimientos respectivos y los radios mínimos de los dobleces serán de acuerdo a lo que indique la Normatividad respectiva.

A todas las curvas sin excepción deberá anotarse el número, grado de curvatura y sentido de flujo en la parte superior de la curva; si por condiciones constructivas de aplicarse protección anticorrosiva en planta, la curva en el almacén, los datos solicitados también deberán indicarse. Para el caso de tuberías que tiene ya aplicada la protección anticorrosiva y vaya a ser doblada, los aditamentos del doblado deben ser acojinados de manera que no se provoquen daños a la protección anticorrosiva.

Soldadura para Tubería de Acero al Carbono

Los procedimientos de soldadura, así como los soldadores que ejecuten estas labores en el campo, deben ser calificados de acuerdo con lo que especifica la última edición del código ASME 220 sección IX, artículo II y III o por el Código API STD 1104, Secciones 1 y 2.

Métodos de Fabricación

Los tubos de acero al carbón se hacen bajo las técnicas que configuran su geometría final, esto además incluye las características físicas de resistencia, grosor de la pared, la resistencia a la corrosión, los límites de presión y temperatura (Roy et al, 2012). A continuación, se nombran tres métodos de fabricación de tubos.

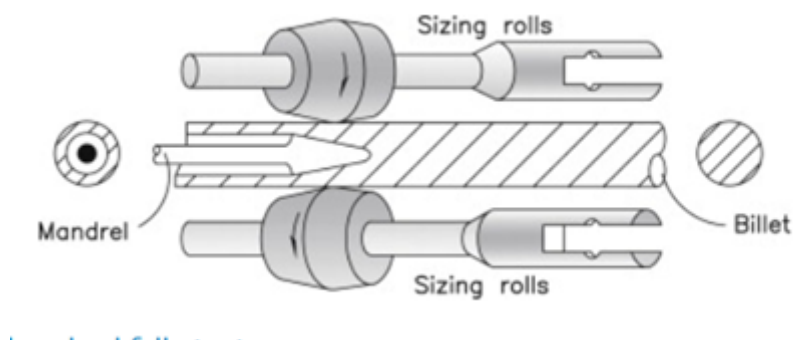


Figura 6: Sin costura. Los tubos sin costura se obtienen a partir de perforar una varilla en estado de fundición con un mandril. Tomado de *Pipe Drafting and Design (Third Edition)*, 2012.

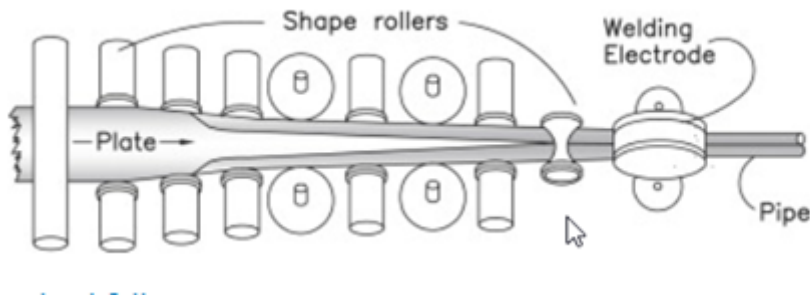


Figura 7: A tope. A tope se forma alimentando una placa en acero caliente a través de unos tubos perpendiculares que le dan una forma circular hueca, formando una costura. Tomado de *Pipe Drafting and Design (Third Edition)*, 2012.



Figura 8: Soldado Espiral. Soldado en espiral se forma retorciendo tiras de metal en forma de espiral y luego se sueldan los bordes a modo de costura. Tomado de *Pipe Drafting and Design (Third Edition)*, 2012.

Tipo de Material

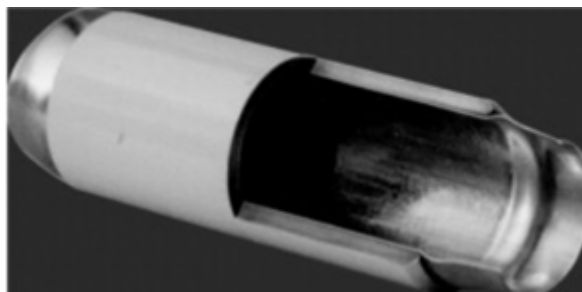


Figura 9: Tipos de Material. Tiene un revestimiento interno hecho de acero inoxidable, acero de aleación de titanio, cobre o aluminio, etc. Tomado de Advanced Well Completion Engineering (Third Edition), 2011.

Acero A36 Especificación Astm A36

Las aplicaciones típicas de alquitrán de alquitrán de carbón son espesor de película seca de 20 a 40 milésimas de pulgada en el diámetro interior y de 8 a 12 milésimas de pulgada en el exterior. El poliuretano aplicado según el sistema AWWA C222 también está disponible.

La tubería de alcantarillado de acero está disponible en ASTM A139, ASTM A53, y también en grado de servicio limitado. Normalmente tenemos 8 "x 322" x 400 " tubería de alcantarillado recubierto de epoxi y tubería de aguas residuales de acero al carbono y tubería de aguas residuales de acero inoxidable. (World & Iron Steel, 2017).

Ficha Técnica

Es fundamentalmente una aleación de hierro (mínimo 98 %), con contenidos de carbono menores del 0.29 % y otras pequeñas cantidades de minerales como manganeso y silicio, para mejorar su resistencia a la tracción y buena fluencia en la soldadura.

Ventajas

- Ductilidad y Homogeneidad
- Soldabilidad
- Relación resistencia / precio
- Apto para ser cortado por llama, sin endurecimiento
- Valor elevado de la relación:

(Resistencia Mecánica / Límite de Fluencia)

Norma ASTM A36

El acero A36 (norma ASTM A36) es uno de los aceros estructurales de carbono más utilizados, aunque el contenido de carbono del acero estructural A36 es de un máximo de 0.29%, se considera acero suave (contenido de carbono $\leq 0.25\%$).

Notas: Existen dos versiones que definen el acero con bajo contenido de carbono, una con un contenido de carbono entre 0.04% (0.05%) y 0.25% y la otra con entre 0.04% (0.05%) y 0.29%.

El acero A36 a menudo se compara con AISI 1018 debido a su composición química similar, el acero al carbono A36 es comúnmente laminado en caliente, mientras que el acero 1018 es comúnmente laminado en frío.

Composición química (% ≤) para formas						
Acero	C	Si	Mn	P	S	Cu
ASTM A36	0.26	0.40	no requirement	0.04	0.05	0.20

Composición química (% ≤), para placas de acero, ancho > 380 mm (15 pulg.)							
Acero	C	Si	Mn	P	S	Cu	Espesor (d), mm (pulg.)
ASTM A36	0.25	0.40	Sin requisitos	0.03	0.03	0.20	d ≤ 20 (0.75)
	0.25	0.40	0.80-1.20	0.03	0.03	0.20	20 < d ≤ 40 (0.75 < d ≤ 1.5)
	0.26	0.15-0.40	0.80-1.20	0.03	0.03	0.20	40 < d ≤ 65 (1.5 < d ≤ 2.5)
	0.27	0.15-0.40	0.85-1.20	0.03	0.03	0.20	65 < d ≤ 100 (2.5 < d ≤ 4)
	0.29	0.15-0.40	0.85-1.20	0.03	0.03	0.20	> 100 (4)

Composición química (% ≤), para placas y barras de acero, ancho ≤ 380 mm (15 pulg.)							
Acero	C	Si	Mn	P	S	Cu	Espesor (d), mm (pulg.)
ASTM A36	0.26	0.40	Sin requisitos	0.04	0.05	0.20	d ≤ 20 (0.75)
	0.27	0.40	0.60-0.90	0.04	0.05	0.20	20 < d ≤ 40 (0.75 < d ≤ 1.5)
	0.28	0.40	0.60-0.91	0.04	0.05	0.20	40 < d ≤ 100 (1.5 < d ≤ 4)
	0.29	0.40	0.60-0.92	0.04	0.05	0.20	> 100 (4)

Figura 10: Ficha técnica Acero A36. Fuente: Grados Material Mundial, (S.F). Ficha Técnica.

<https://www.materialmundial.com/acero-astm-a36-propiedades-ficha-tecnica-estructural/>

Propiedades Mecánicas

Propiedades Mecánicas		Notas
Resistencia a la tracción, MPa (ksi)	400-550 (58-80)	Placas de acero, formas y barras
Limite elástico (Esfuerzo de fluencia), MPa (ksi), ≥	250 (36)	Espesor ≤ 200mm (8 pulg.)
	220 (32)	Espesor de placas de acero > 200mm (8 pulg.)
Elongación, %, ≥	20	Placas y barras en 200 mm (8 pulg.)
	23	Placas y barras en 50 mm (2 pulg.)
Dureza Brinell, HBW	119-162	Basado en la conversión de resistencia a la tracción
Módulo de elasticidad, GPa (ksi)	200 (29×10 ³)	–
Prueba de impacto Charpy con muesca en V, J (ft·lbf), ≥	27 (20)	Formas estructurales, ubicación alternativa del núcleo
Módulo de corte, GPa (ksi)	79.3 (11.5×10 ³)	–
Fy del acero A36 (Limite de fluencia), MPa (ksi), ≥	250 (36)	–

Figura 11: Propiedades mecánicas Acero A36. Fuente: Grados Material Mundial, (S.F).

Ficha Técnica.

<https://www.materialmundial.com/acero-astm-a36-propiedades-ficha-tecnica-estructural/>

La tabla anterior resume las propiedades mecánicas del acero A36, como el módulo de elasticidad (módulo de Young), el módulo de corte, la resistencia a la tracción máxima, el límite elástico, la dureza Brinell, etc. (Grados Material Mundial, S.F).

Propiedades Físicas:

- Densidad del acero A36: 7.85 g/cm³ (0.284 lb/in³)
- Punto de fusión: 1,425-1,538 °C (2,600-2,800 °F)
- Relación de Poissons: 0.26

Proceso Sandblasting O Chorro De Arena.

Este sistema consiste en la limpieza de una superficie por la acción de un abrasivo granulado expulsado por aire comprimido a través de una boquilla. La limpieza con sand blast es ampliamente usada para remover óxido, escama de laminación y cualquier tipo de recubrimiento de las superficies preparándolas para la aplicación de un recubrimiento. (QuimiNet, 2012).

Entre los diferentes materiales sobre los cuales se puede aplicar el proceso sand blasting, se encuentra el acero al carbón e inoxidable.

Beneficios del Proceso Sand Blasting.

- Optimiza resultados con mayor uniformidad
- Abate costos en mano de obra
- Minimiza tiempos de trabajo

- Reduce tiempos de mantenimiento
- Obtiene mayor anclaje y adherencia de recubrimientos
- Consigue mayor pureza del material con un mínimo de esfuerzo

Aplicación sobre Acero al Carbón.

Para tuberías de acero al carbón es recomendable la aplicación de 3 capas de revestimiento:

- Primer o imprimante: Es la primera capa del esquema de pintura, éste producto debe ser anticorrosivo.
- Barrera: Como su nombre lo indica es una “barrera” que protege el imprimante, además de aportar adherencia y espesor al sistema, se recomienda ser de color diferente al imprimante para poder ser diferenciados en el momento de su aplicación.
- Acabado: Es la última capa de revestimiento en el esquema, y es ésta la que aporta el código de colores establecido ya sea por normatividad nacional o internacional (por tipo de fluido que se transporta), además de brindar una protección para intemperie (UV) para la tubería y su esquema de pintura.

Aplicaciones para Aspersión o Rociado

- Rociado sin aire (“Airless”): El equipo Airless ofrece un cubrimiento rápido de grandes superficies con un mínimo desperdicio. Su funcionamiento es básicamente forzar la salida del recubrimiento por una boquilla de la pistola a una presión alta, esto significa que no tiene contacto con ningún fluido diferente al mismo recubrimiento, por lo que la aplicación del recubrimiento se hace más rápida.
- Rociado con aire: Es el equipo más común, básicamente es un compresor que desplaza el recubrimiento almacenado en un tanque, transportándolo hacia la pistola y

liberando el recubrimiento a altas presiones, esto facilita el control de la presión y la humedad.

Resultados

Creación De Pieza Especial Para Proyecto Tibi Toc La Manija

Cuando se llega a un proyecto como lo es planta tibi toc se encuentra con un problema de cambio de dirección, manejando una presión de trabajo de 150 psi que son aproximadamente 10 bares de presión, para saber el cambio de dirección se requiere unos datos topográficos y el tipo de junta que este puede traer, después de ese análisis se requiere un diseño formal de la pieza, en este caso es un codo de 90° x 28" con extremos bridados para una presión de trabajo de 150 psi.

El primer paso es saber las dimensiones del codo para así tener un desarrollo de lámina en este caso es fundamental tener las dimensiones y el espesor necesario para que el accesorio soporte la prueba hidrostática requerida, para ello se necesita la siguiente fórmula:

$$espesor = \frac{presión\ de\ trabajo * diámetro\ exterior\ de\ la\ tubería}{esfuerzo\ de\ fluencia\ (3600)} \quad (2)$$

$$espesor = \frac{150psi * 28"}{36000} = 0.11" \quad (3)$$

De la ecuación 3 obtenemos 0,11 pulgadas de espesor, esto es igual a 2,96 milímetros lo que quiere decir que se requiere una lámina de 3 mm como mínimo.

El paso siguiente es tener las dimensiones que están dadas por una tabla de la norma AWWA C208 y la norma AWWA M 11 las cuales nos dan dimensiones de casquetes junto con la distribución de ángulos necesarios para estar en norma

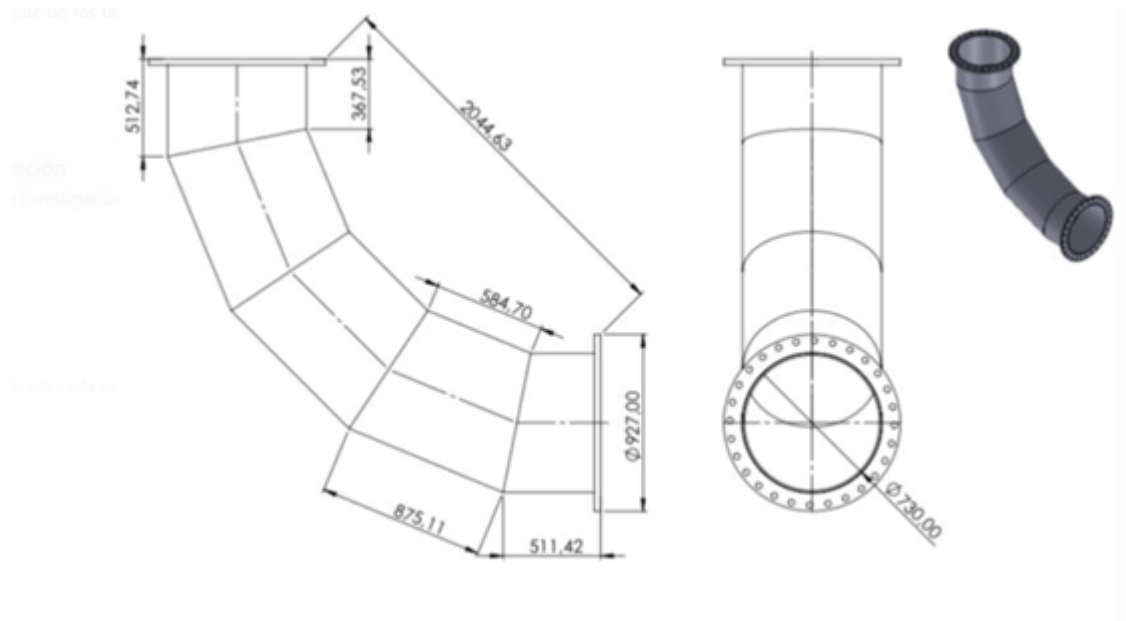


Figura 12: Codo de 90°. Elaboración propia.

Teniendo las dimensiones y el avance del codo se necesita rolar la cantidad necesaria de tubería, en este caso se necesita 3,647 metros lineales para este paso la lámina debe tener dimensión de 2,23 metros x 3,647 metros en una lámina de 3 milímetros de espesor.

Después de tener las dimensiones de tubería se requieren los cortes para crear los ángulos y los casquetes que están dado por un radio de movimiento de 2,5 veces el radio del tubo, quiere decir que el codo se crea de una circunferencia imaginaria que tiene un radio de:

radio de la circunferencia del codo = 14"(radio)" * 2,5

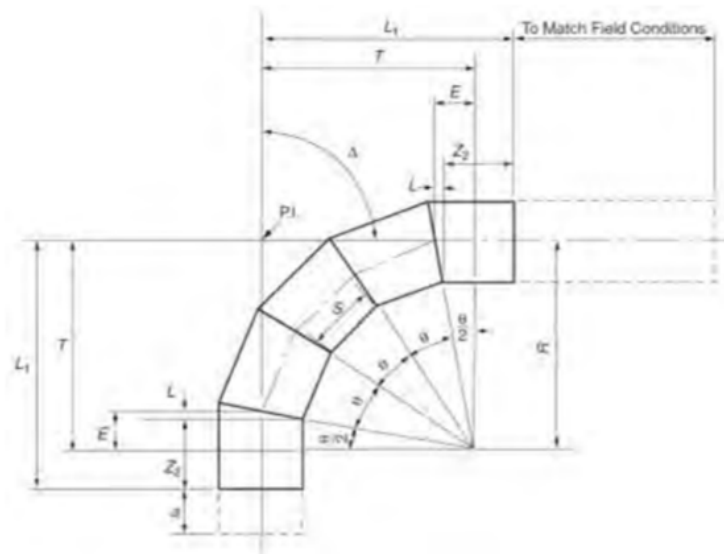


Figura 13: Vista lateral Codo 90°. Fuente elaboración propia.

Ahora viene la dimensión en ángulo de los cascos, los cascos de noventa están divididos en 4 cuatro ángulos de los cuales son tres iguales que son los de la mitad y los dos últimos son los extremos del codo que si se analiza esos dos cascos unidos formarían otro casco de los de la mitad, dicho de otra forma, el ángulo se divide de la siguiente forma

$$\text{angulo} = \frac{\text{angulo}}{4} + \frac{\text{angulo}}{4} + \frac{\text{angulo}}{4} + \frac{\text{angulo}}{8} + \frac{\text{angulo}}{8} (4)$$

Creando 5 cascos con dimensiones simétricas.

Luego de esto vienen las soldaduras diametrales que el codo requiere para poder generar estanqueidad, luego de cortarlo el casquete se gira 180 grado y se suelda de manera simétrica para ir formando el codo, la soldadura que se debe utilizar es un proceso especial llamado soldadura MIG ya que estas soldaduras van a ser inspeccionadas inspección de ultrasonido e inspección de titas penetrantes, al

no tener fallas de soldadura se requiere una prueba hidrostática que exige la norma AWWA C 200 pero para esto necesitamos definir el empate que va a tener la pieza .

Esta pieza tiene unos empates bridados que requieren de las dimensiones creadas por la norma AWWA C 207 la cual nos permite crear bridas mecanizadas a partir de una lámina (no de forma normal que es forjado) para esto se necesitan dimensiones que la misma norma da que en este caso es.

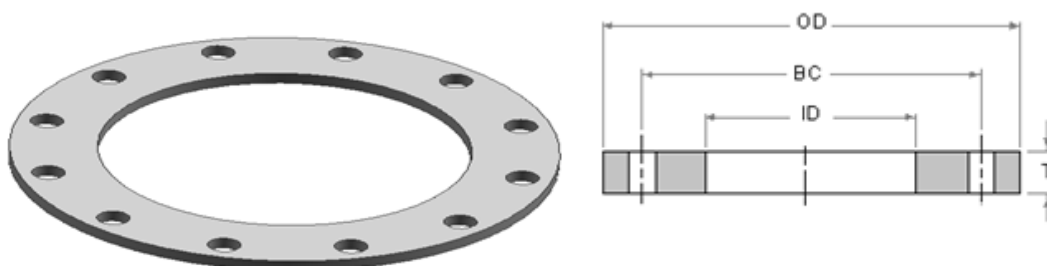


Figura 14. Brida. Elaboración propia.

Máximo ratio de presión a temperatura atmosférica:

- Tamaño de 4 a 12 in (100 a 300 mm): 175 Psi (1,207 KPa)
- Tamaño mayor de 12 in (300 mm): 150 Psi (1,034 KPa)

Dimensiones en pulgadas y (milímetros)

Tamaño Nominal Tubería	Ø exterior (OD)	Ø interior (ID)	N.º de taladros	Ø tornillo	Ø Círculo tal (BC)	Espesor (T)	Peso los (kg)
4 (100)	9 (228.6)	4.57 (116.1)	8	0.625 (15.9)	7.5 (190.5)	0.625 (15.9)	7.9 (3.6)
5	10	5.66	8	0.75	8.5	0.625	8.8

(125)	(254)	(143.8)		(19.1)	(215.9)	(15.9)	(4)
6	11	6.72	8	0.75	9.5	0.688	11
(150)	(279.4)	(170.7)		(19.1)	(241.3)	(17.5)	(5)
8	13.5	8.72	8	0.75	11.75	0.688	15.7
(200)	(342.9)	(221.5)		(19.1)	(298.5)	(17.5)	(7.1)
10	16	10.88	12	0.875	14.25	0.688	19.6
(250)	(406.4)	(276.4)		(22.2)	(362)	(17.5)	(8.9)
12	19	12.88	12	0.875	17	0.812	33.5
(300)	(482.6)	(327.2)		(22.2)	(431.8)	(20.6)	(15.2)
14	21	14.19	12	1	18.75	0.938	47.6
(350)	(533.4)	(360.4)		(25.4)	(476.3)	(23.8)	(21.6)
16	23.5	16.19	16	1	21.25	1	61.1
(400)	(596.9)	(411.2)		(25.4)	(539.8)	(25.4)	(27.7)
18	25	18.19	16	1.125	22.75	1.062	64.8
(450)	(635)	(462)		(28.6)	(577.9)	(27)	(29.4)
20	27.5	20.19	20	1.125	25	1.125	81.1
(500)	(698.5)	(512.8)		(28.6)	(635)	(28.6)	(36.8)
22	29.5	22.19	20	1.25	27.25	1.188	91.7
(550)	(749.3)	(563.6)		(31.8)	(692.2)	(30.2)	(41.6)
24	32	24.19	20	1.25	29.5	1.25	113.8

(600)	(812.8)	(614.4)		(31.8)	(749.3)	(31.8)	(51.6)
26	34.25	26.19	24	1.25	31.75	1.312	131.4
(650)	(870)	(665.2)		(31.8)	(806.5)	(33.3)	(59.6)
28	36.5	28.19	28	1.25	34	1.312	144.2
(700)	(927.1)	(716)		(31.8)	(863.6)	(33.3)	(65.4)
30	38.75	30.19	28	1.5	36	1.375	161.4
(750)	(984.3)	(766.8)		(38.1)	(914.4)	(34.9)	(73.2)
32	41.75	32.19	28	1.5	38.5	1.5	215.2
(800)	(1060.5)	(817.6)		(38.1)	(977.9)	(38.1)	(97.6)
34	43.75	34.19	32	1.5	40.5	1.5	224.9
(850)	(1111.3)	(868.4)		(38.1)	(1028.7)	(38.1)	(102)
36	46	36.19	32	1.5	42.75	1.625	265.9
(900)	(1168.4)	(919.2)		(38.1)	(1085.9)	(41.3)	(120.6)
38	48.75	38.19	32	1.5	45.25	1.625	306.4
(950)	(1238.3)	(970)		(38.1)	(1149.4)	(41.3)	(139)
40	50.75	40.19	36	1.5	47.25	1.625	318.6
(1000)	(1289.1)	(1020.8)		(38.1)	(1200.2)	(41.3)	(144.5)
42	53	42.19	36	1.5	49.5	1.75	369.9
(1050)	(1346.2)	(1071.6)		(38.1)	(1257.3)	(44.5)	(167.8)
44	55.25	44.19	40	1.5	51.75	1.75	394.2

(1100)	(1403.4)	(1122.4)		(38.1)	(1314.5)	(44.5)	(178.8)
46	57.25	46.19	40	1.5	53.75	2	469.8
(1150)	(1454.2)	(1173.2)		(38.1)	(1365.3)	(50.8)	(213.1)
48	59.5	48.19	44	1.5	56	2	498.5
(1200)	(1511.3)	(1224)		(38.1)	(1422.4)	(50.8)	(226.1)
50	61.75	50.19	44	1.75	58.25	2	516.5
(1250)	(1568.5)	(1274.8)		(44.5)	(1479.6)	(50.8)	(234.3)
52	64	52.19	44	1.75	60.5	2	551.2
(1300)	(1625.6)	(1325.6)		(44.5)	(1536.7)	(50.8)	(250)
54	66.25	54.19	44	1.75	62.75	2.125	624.1
(1350)	(1682.8)	(1376.4)		(44.5)	(1593.9)	(54)	(283.1)
60	73	60.19	52	1.75	69.25	2.25	775.8
(1500)	(1854.2)	(1528.8)		(44.5)	(1759)	(57.2)	(351.9)
66	80	66.19	52	1.75	76	2.5	1035.5
(1650)	(2032)	(1681.2)		(44.5)	(1930.4)	(63.5)	(469.7)
72	86.5	72.19	60	1.75	82.5	2.625	1220.7
(1800)	(2197.1)	(1833.6)		(44.5)	(2095.5)	(66.7)	(553.7)
78	93	78.19	64	2	89	2.75	1397.3
(1950)	(2362.2)	(1986)		(50.8)	(2260.6)	(69.9)	(633.8)
84	99.75	84.19	64	2	95.5	2.875	1668.7

(2100)	(2533.7)	(2138.4)		(50.8)	(2425.7)	(73)	(756.9)
90	106.5	90.19	68	2.25	102	3	1913.4
(2250)	(2705.1)	(2290.8)		(57.2)	(2590.8)	(76.2)	(867.9)
96	113.25	96.19	68	2.25	108.5	3.25	2338.7
(2400)	(2876.6)	(2443.2)		(57.2)	(2755.9)	(82.6)	(1060.8)
102	120	102.19	72	2.5	114.5	3.25	2540.6
(2550)	(3048)	(2595.6)		(63.5)	(2908.3)	(82.6)	(1152.4)
108	126.75	108.19	72	2.5	120.75	3.375	2939.4
(2700)	(3219.5)	(2748)		(63.5)	(3067.1)	(85.7)	(1333.3)
114	133.5	114.19	76	2.75	126.75	3.5	3280
(2850)	(3390.9)	(2900.4)		(69.9)	(3219.5)	(88.9)	(1487.8)
120	140.25	120.19	76	2.75	132.75	3.5	3624.8
(3000)	(3562.4)	(3052.8)		(69.9)	(3371.9)	(88.9)	(1644.2)
126	147	126.19	80	3	139.25	3.75	4149.5
(3150)	(3733.8)	(3205.2)		(76.2)	(3537)	(95.3)	(1882.2)
132	153.75	132.19	80	3	145.75	3.875	4699.2
(3300)	(3905.3)	(3357.6)		(76.2)	(3702.1)	(98.4)	(2131.5)
144	167.25	144.19	84	3.25	158.25	4.125	5784.7
(3600)	(4248.2)	(3662.4)		(82.6)	(4019.6)	(104.8)	(2623.9)

Tabla 5: Dimensiones de una brida. *Brida AWWA C207 Steel Ring Class D :: DN*Brida (no date). Available at: <http://www.dnbrida.com/brida-awwa-c207-ring-class-d.php> (Accessed: 24 April 2021).

Teniendo dimensiones de espesores y de mecanizado se tiene que cortar la pieza con oxicorte o con máquina plasma para después montar a torno la pieza y crear la estructura que genera el empate sin fugas.

ya teniendo las bridas terminadas deben ser unidas por medio de soldadura de filete para poder terminar toda la parte metalúrgica.

Pintura y Sand Blasting

Como el acero al carbono es una pieza que se oxida fácilmente el accesorio puede ser tóxico para la contaminación del agua, lo que podría causar muchas enfermedades para el ser vivo como tal, lo que se necesita para volverlo potable es un recubrimiento que sirve para no contaminar el agua de otros materiales químicos y disminuye la oxidación de la pieza y le da más protección a la pieza, normalmente se utiliza la norma AWWA C 210 para tener un paso a paso de cómo se debe aplicar y cómo se debe limpiar la pieza.

El sand blasting la forma en que la tubería es limpiada para crear el proceso de pintura final y consiste en un earles que tira a mucho precio arena o grava que por medio del golpe quita por completo el óxido del material dejándolo listo para el proceso de aplicación de pintura.

La pintura tiene que ser un material epóxido que no permita la contaminación debe tener un espesor mínimo de 8 milímetros lo cual no permitirá el desprendimiento de esta, se maneja calibradores de espesores para poder cumplir con el cliente.

Finalmente se maneja el tema de transporte y logística la cual muestra como el accesorio debe ir montado y acabado para que este no tenga tantos cambios abruptos en el transporte.

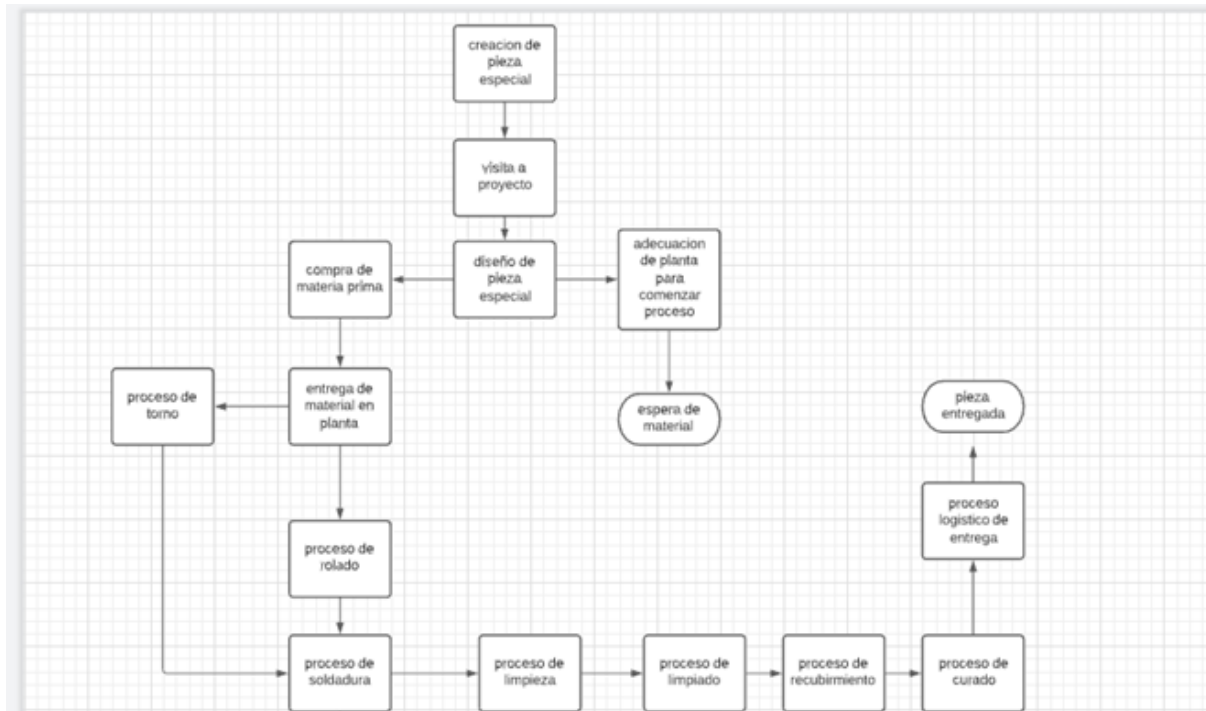


Figura 15: Diagrama de flujo para la creación de una codo de 90°. Elaboración propia.

Nacional Estadounidense, U. E. (2011) *Tuberías de proceso Código ASME para tuberías a presión, B31*. Available at: <http://cstools.asme.org/>, (Accessed: 2 May 2021).

Cronograma

En las figuras 20 y 21 se pueden observar las actividades y la distribución de tiempo relacionada a estas.

	🕒	Nombre	Duración	Inicio	Terminado
1		Revisión de normas	5 days?	8/03/21 08:00 AM	12/03/21 05:00 PM
2	📅	Definir procesos de producción	11 days?	12/03/21 08:00 AM	26/03/21 05:00 PM
3	📅	Esquematizar procesos de producción	11 days?	12/03/21 08:00 AM	26/03/21 05:00 PM
4	📅	Diseñar herramienta para el control	22 days?	26/03/21 08:00 AM	26/04/21 05:00 PM
5	📅	Construir herramienta para el control	22 days?	26/03/21 08:00 AM	26/04/21 05:00 PM
6	📅	Selección de pruebas para el control	17 days?	26/04/21 08:00 AM	18/05/21 05:00 PM
7		Redacción de Informe	52 days?	8/03/21 08:00 AM	18/05/21 05:00 PM
8	📅	Presentación Final	1 day?	18/05/21 08:00 AM	18/05/21 05:00 PM

Figura 16: Cronograma, Vista General de Actividades. Elaboración Propia.

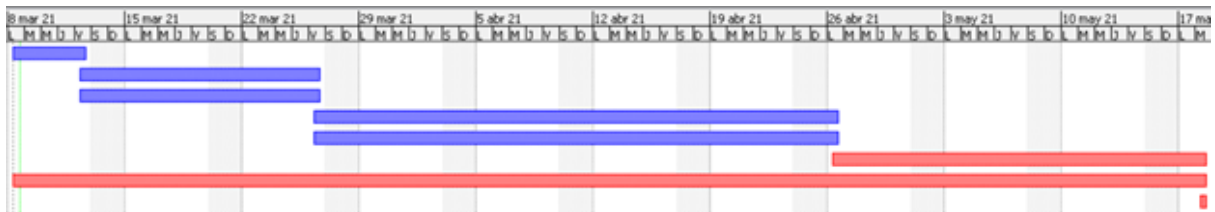


Figura 17: Duración de Actividades. Elaboración Propia.

Conclusiones

Las especificaciones técnicas de las piezas para tubería en acero al carbono finalmente están ampliamente definidas por las normas internacionales. En general las especificaciones locales terminan acoplándose a las especificaciones de la AWWA.

La oferta en el proceso de elaboración de accesorios para las tuberías en acero al carbono para el transporte de agua potable no es muy amplia a nivel local por diversos incidentes que se han presentado.

Referencias

Aleación Tubos, (2017). Tubería y Tubo de Acero al Carbón ASTM A106 Grado B/C.

Obtenido de

<https://www.tubos-acero-aleacion.com/astm-a106-gr-b-c-tuberia-tubos-de-acero-al-carbono.html>

American Water Works Association. (2017). AWWA M11. Steel Pipe—A Guide for Design and Installation. Fifth Edition.

BRADY, Normas de ANSI referentes al etiquetado y marcaje de tuberías. Recuperado de internet, marzo 2021, <https://www.bradyid.com.mx/aplicaciones/marcaje-de-tuberias>

El agua, un recurso que es de todos, está 'amenazado' en Wall Street. Internacional.

Diciembre 11 de 2020 - 10:55 a. m. Periódico Portafolio. Tomado de

<https://www.portafolio.co/internacional/el-agua-en-bolsa-de-valores-un-recurso-que-es-de-todos-esta-amenazado-en-wall-street-dice-onu-547439>

C. A. Figueredo-Garzón, N. E. Rincón-Parra, H.L. Jimenez-Orozco y F.M. Ávila-Guerrero, "Revisión documental de factores de producción analizados en investigaciones del sector metalmeccánico en Colombia durante 2015-2019," Ingenierías USBMed, vol. 11, no. 2, pp. 54-61, 2020

Call, J., & Sundberg, C. Dimensions for Fabricated Steel Water Pipe Fittings. In Pipelines 2016 (pp. 71-97).

Comisión Nacional del Agua. CONAGUA. (2012). Manual de Instalación de Tubería para Drenaje Sanitario. Tomado de

<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGAPDS-44-12.pdf>

Marrero-Águila, Rigoberto, & Zelaya-Reina, Arturo Ramón. (2014). Evaluación de problemas de corrosión en tuberías de una central hidroeléctrica. Tecnología Química, 34(1), 1-10. Recuperado el 12 de marzo de 2021, de

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S222461852014000100001&lng=es&tlng=es.

Ministerio Vivienda, Ciudad y Territorio. Minvivienda. (2017). RESOLUCIÓN 501 DE 2017.

Tomado de

https://camacol.co/sites/default/files/Resoluci%C3%B3n%20501%20del%2004082017%20-%20RT%20Tuber%C3%ADas%20y%20Accesorios%20del%20MVCT_0.pdf

Ministerio Vivienda, Ciudad y Territorio. Minvivienda. (2020). \$1.7 billones se invertirán en

158 obras de agua potable y saneamiento básico en el marco del “Compromiso por Colombia”. Tomado de

<https://minvivienda.gov.co/sala-de-prensa/17-billones-se-invertiran-en-158-obras-de-a-gua-potable-y-saneamiento-basico-en-el-marco-del-compromiso-por-colombia>

Roy A. Parisher, Robert A. Rhea (2012). Pipe Drafting and Design (Third Edition). Gulf

Professional Publishing. Page iv. ISBN 9780123847003.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384700-3.00018-9>. Recuperado de:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123847003000189>

Solorio, Jorge. 19 de Junio del 2019. Cómo integrar el CPVC en Sistemas de Tuberías

existentes. Corzan Industrial System. Tomado de

<https://www.corzan.com/blog-sp/c%C3%B3mo-integrar-el-cpvc-en-sistemas-de-tuber%C3%ADas-existent>

Sevilla, Andrés. 31 de diciembre del 2015. Cotizar en Bolsa. Economipedia.com. Tomado de

<https://economipedia.com/definiciones/cotizar-en-bolsa.html> OCTAL, (2018). ASTM

A53 Especificación de Tubería. Obtenido de <https://www.octalacero.com/astm-a53>

Superintendencia de Industria y Comercio. SIC. (2019). Superindustria impone multas Por

\$12.000 millones Por Cartelización Empresarial en tubería de CONCRETO. Colombia.

Bogotá D.C. Tomado de

<https://www.sic.gov.co/Superindustria-impone-multas-12%20mil-millones-por-cartelizac-ion-empresarial-en%20tuberia-de-concreto>

Verduzco, Vivían, Garatuza, Jaime, & Díaz, Salvador. (2015). Priorización de necesidades de reemplazo de tuberías usando SIG y evaluación multicriterio. *Tecnología y ciencias del agua*, 6(1), 99-120. Recuperado en 12 de marzo de 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200724222015000100006&lng=es&tlng=es.

Wan, R., 2011. *Advanced well completion engineering*, third edition. Waltham, Mass.: Gulf Professional Pub. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/book/9780123858689/advanced-well-completion-engineering#book-info>